CONFERENCE BOOK



ASERC 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND AMTHEMATICS
JUNE 6 - 8, 2025
ISTANBUL

ISBN: 978-625-5962-87-4
ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE

ASERC 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS
JUNE 6 - 8, 2025
ISTANBUL

Edited By
PROF. DR. ALİ BİLGİLİ

Issued: *30.06.2025*
ISBN: 978-625-5962-87-4

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :
In the conference 45 papers have been presented by Turkish participants and 60 papers by foreign participants.

Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

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–2025©

CONFERENCE ID

ASERC 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS

DATE – PLACE

JUNE 6 - 8, 2025
ISTANBUL

ORGANIIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey - Azerbayjan – Nigeria- Algeria- India- Romania- Ethiopia- Poland- Iran- Bulgaria- Oman- Albania- Pakistan- Haiti- Kuwait- Germany- Thailand- Kazakhstan- Portugal- USA- United Arab Emirates University- Spain- Czech Republic- UK-

-

PRESENTATION

Oral presentation

CONGRESS ORGANIZING BOARD

HEAD OF CONFERENCE : Prof. Dr. Ali Bilgili

Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Naile Bilgili
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof Yakup Babayev
Prof. Dr. Suyatno
Prof. Dr. Hasan Akan
Prof. Dr. Al-Rashiff H. Mastul -
Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli
Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak
Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Nazile Abdullazade
Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova
Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev
Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan
Assist. Prof. Dr. Songül ATAK
Lecturer Mehmet Nuri Ödük
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Dadash Mehravari
Dr. Gültekin Gürçay
Dr. Aynurə Əliyeva
Dr. Amaneh Manafidizajı

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Hülya Çiçek – Turkiye
Prof. Dr. Emine Koca – Turkiye
Prof. Dr. Fatma Koç – Turkiye
Prof. Dr. Valide Paşayeva - Türkiye
Prof. Dr. Ali Bilgili - Turkiye
Prof. Dr. Naile Bilgili - Turkiye
Prof. Dr. Başak Hanedan – Turkiye
Prof. Dr. Aysel Güven - Turkiye
Prof Dr. Bülent Kurtişoğlu – Turkiye
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi Sulisworo – Indonesia
Prof. Dr. Natalia Latygina – Ukraina
Prof. Dr. Yunir Abdrahimov – Russia
Prof. Muntazir Mehdi – Pakistan
Prof. Dr. T.Venkat Narayana Rao – India
Prof. Dr. İzzet Gümüş – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa Bayram – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki Bostan – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China
Prof. Yakup Babayev - Azerbaijan
Prof. Dr. Suyatno – Indonesia
Prof. Dr. Zain Musa – Cambodia
Prof. Dr. Sameer Jain – India
Prof. Mehdi Mohammadzade – Iran
Prof. Dr. Hasan Akan – Turkiye
Prof. Dr. Ika Maryani – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi - Turkiye
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet Aydın – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom Hamroeva - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari – Iran

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit Ayata – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev - Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Okan Sarıgöz – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda Bozkurt – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Topal – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep Gupta – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel Parlak – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İslamoğlu – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Ali Vandshoari – İran
Assoc. Prof. Dr. Dinara Fardeeva – Rusya
Assoc. Prof. Dr. Göksel Ulay – Turkiye
Assist. Prof. K. R. Padma – India
Assist. Prof. Dr. Omid Afghan - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan Alanazi - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich Altayev - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi Bayero – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif Fakheer - Jordania
Assist. Prof. Dr. Dody Hartanto - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Ihwan Ghazali - Malaysia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heyladou – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İmangalieva - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı Jaylıbay - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli Juraev – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas Kalibaeva – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour Kamel – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. Masalimova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay Moldibaev - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. Sarsekenova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika Sharma - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat Şugaeva – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. Tleubergenova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon Toktosunova – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh Tuan – Vietnam
Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Türkiye
Assist. Prof. Dr. Botagul Turgunbaeva - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan Tursunalieva - Kirgizia

Assist. Prof. Dr. Yang Zitong – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira Abndirasulova – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Murat Genç – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva Balciuniene – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem Avan – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu - Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Raihan Yusoph – Philippines
Dr. Que-Nhu Duong - Vietnam
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden – Turkiye
Dr. Mehmet Nuri Ödük – Turkiye
Dr. Ayşe Baran - Turkiye
Dr. Dadash Mehravari – Iran
Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Dr. Sonali Malhotra – India
Dr. Amaneh Manafidizaji - Iran

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı
Fakülte Sekreterliği

Sayı : E-21304664-051-1705704 12.02.2025

Konu : 31-14279 Prof. Dr. Ali Bilgili'nin
Uluslararası Kongrelerde Düzenleme ve
Bilim kurullarında yer alması hk

FARMAKOLOJİ VE TOKSİKOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Başkanlığı'nın11.02.2025 tarihli ve E-41298163-051-1704750 sayılı yazısı.

İlgi yazınız uyarınca, Anabilim Dalınız öğretim üyesi Prof.Dr.Ali BİLGİLİ'nin, Yükseköğretim Kurulu'nun 15.06.2023 tarihli oturumunda doçentlik başvuruları şartları ile ilgili değişiklik önerileri kapsamında, "Academy Global Conferences & Publishing (https://www.akademikongre.org/registration)" tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görev yapması Dekanlığımızca da uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

Prof. Dr. Necmettin ÜNAL
Dekan V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: 8E77B04B-BD26-449E-A3C8-D44477307021 Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ankara-universitesi-ebys

Zübeyde Hanım Mahallesi Şehit Ömer Halisdemir Bulvarı No: 9/C 06070 Altındağ / ANKARA
Telefon No: (0312) 317 03 15 Belge Geçer No: (0312) 316 44 72
e-posta: vetmed@veterinary.ankara.edu.tr
KEP Adresi : ankunvrek@ankuni.hs01.kep.tr

Bilgi için:Gülay ŞAFAK
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:(312) 317 03 15-4510
E-Posta: gsafak@ankara.edu.tr

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS
June 6 - 8, 2025
ISTANBUL

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,

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Asoc. Prof Dr. Bünyamin HAN**	1	THE ROLE AND IMPORTANCE OF TEACHING PRACTICES IN TEACHER EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW OF STUDIES CONDUCTED IN TÜRKİYE BETWEEN 2021-2025	MERVE ŞAHİN Prof.Dr., MEHMET TAŞPINAR
		2	Examination of Spiritual Problem Solving Skills among University Students	Yüksek Lisans Öğrencisi, Doç. Dr., Bünyamin HAN
		3	The Role of 21st-Century Skills in Supporting Refugee Students	Asoc. Prof Dr. Bünyamin HAN
		4	EDUCATİON AS THE FOUNDATİON OF SOCİAL DEVELOPMENT	lecturer, NAİBA SHAMSHİYEVA senior lecturer, AİDA GULİYEVA
		5	STEAM YAKLAŞIMININ ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ FARKINDALIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİ İNCELENMESİ	Öğretmen, Murat ÖZTÜRK Dr. Öğr. Üyesi , Adem KENAN
		6	TÜRKİYE VE İNGİLTERE FEN BİLİMLERİ ÖĞRETİM PROGRAMLARININ İNCELENMESİ	Emine KARASOY Dr. Öğrt. Üyesi Didem KAYAHAN YÜKSEL

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doç. Dr. Tuba ALPTEKİN**	1	Narrative Voice and Agency: Linguistic Choices in Ian McEwan's Atonement	Prof. Surena Zanjani
		2	THE STRUCTURE OF NOUN PHRASES	Assist. Prof. Sashka Jovanovska PhD, Marija Talevska Marija Tashkoska
		3	A GENERAL LOOK AT THE CONCEPT OF THE OTHER AND US IN CAHIT ZARIFOGLU'S WORKS	BATUHAN ŞUORUÇ
		4	ALAEDDIN OZDENOREN'S APPROACH TO THE CONCEPTS OF THE WEST AND WESTERNIZATION	BATUHAN ŞUORUÇ
		5	THE IMAGE OF THE BALCONY OPENING IN OPPOSITE DIRECTIONS IN HAYDAR ERGÜLEN'S POEM "BALCONY"	Doktora Öğrencisi, AYDA ONTAÇ GÜNER
		6	CEVRÎ ÇELEBİ'NİN DAHA ÖNCE YAYIMLANMAMIŞ "CÖNK" REDİFLİ ŞİİRİ	Emine AKGÜL
		7	AN ANALYSIS OF MERT ARIK'S CHILDREN'S BOOK "AYVAYI YEDİK MÜZESİ" IN TERMS OF CHILDREN'S LITERATURE PRINCIPLES	Doç. Dr. Tuba ALPTEKİN Yüksek Lisans Öğrencisi Elif Mina POLAT
		8	ELEMENTS OF VOCABULARY RELATED TO WOMEN IN TAŞELİ REGION	Doç. Dr. Tuba ALPTEKİN Araştırmacı Yazar Mustafa İNCEOĞLU

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. Murat KARADEMİR**	1	An Examination of the Fountains and Inscriptions of Konya's Mecidiye Inn	Doç. Dr. Murat KARADEMİR
		2	SYMBOLİSM OF THE SEA, ANCHOR, AND SHİP AND FORMAL APPROACHES İN THE ART OF İSA ELİRİ	Prof. Dr. Fahrettin GEÇEN Doç. Dr. Mehmet Ali BÜYÜKPARMAKSIZ
		3	THE USE OF IMAGES IN THE WORKS OF GÉRARD RANCINAN AND LLUÍS BARBA	Doç. Dr. Mehmet Ali BÜYÜKPARMAKSIZ Prof. Dr. Fahrettin GEÇEN
		4	ANALYSIS OF ARCHITECTURAL EXTERIOR ORNAMENTS IN IZMIR BUILDINGS DURING THE REPUBLIC PERIOD	Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Çetin Yüksek Lisans Öğrencisi, Merve Aktan
		5	A VARIANT OF THE BAMSI BEYREK EPIC COMPILED FROM KILIS: BEY BEYREK AND THE AKKAVAK KIZI	Doktora Öğrencisi, Zeynep Dilek ÖZ Yüksek Lisans Öğrencisi, Sevda TOPTAŞ
		6	MERSIN-SILIFKE VARIANT OF THE ERGENEKON EPIC	Doktora Öğrencisi, Zeynep Dilek ÖZ

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 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. Özlem DOĞU**	1	KANSER HASTALARINDA KANSER GEREKSİNİMLERİNİN BAKIM VERENİN YAŞAM KALİTESİNE ETKİSİ	Doç. Dr. Özlem DOĞU Elif KARAKÖSE
		2	HANGİ ANNELER ÇOCUKLARINI DAHA KIRILGAN ALGILIYOR?	Yüksek Lisans Öğrencisi Ceren CİNPOLAT Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN
		3	ÇOCUK ACİL HEMŞİRELİĞİNDE KANIT TEMELLİ UYGULAMALAR	Yüksek Lisans Öğrencisi Ceren CİNPOLAT Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN
		4	ASPİRASYON İŞLEMİNDE PEDİATRİ HEMŞİRESİNİN SORUMLULUKLARI	Yüksek Lisans Öğrencisi Nazmiye TEZ Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN
		5	HEMŞİRELİK GİRİŞİMLERİNDE AĞRI VE ANKSİYETENİN GİDERİLMESİNDE SANAL GERÇEKLİK GÖZLÜĞÜ	Yüksek Lisans Öğrencisi Nazmiye TEZ Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN
		6	YENİDOĞANDA SIK KULLANILAN AĞRI ÖLÇEKLERİ	Doç. Dr. Özlem DOĞU Yüksek Lisans Öğrencisi, Kevser DUYAROĞLU
		7	ÜLKEMİZDE AŞILAMA VE AŞI KARŞITLIĞI	Ebe SİNEM KÜÇÜK Doc. Dr. Hilal Uslu Yuvacı, Prof. Dr. Elvan Şahin
		8	MANAGEMENT OF OBSTETRIC PATIENTS IN DISASTERS AND THE RESPONSIBILITIES OF MIDWIVES	Merve SEKİ Handan ÖZCAN
		9	SEXUAL AND REPRODUCTIVE HEALTH OF WOMAN IN DISASTERS	Merve SEKİ Handan ÖZCAN

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Doç. Dr. Yalçın Kanbay**	1	ÇOCUKLARDA ALT SOLUNUM YOLU HASTALIKLARINDA TEDAVİ VE KORUNMADA HEMŞİRENİN ROLÜ	Ayşe COŞKUN Prof. Dr.,Nejla CANBULAT ŞAHİNER
		2	ÜST SOLUNUM YOLU HASTALIKLARINDA HEMŞİRELİK BAKIMININ ÖNLEYİCİ SAĞLIK HİZMETLERİNDEKİ ROLÜ	Ayşe COŞKUN Prof. Dr.,Nejla CANBULAT ŞAHİNER
		3	EXAMINATION OF 112 EMERGENCY AMBULANCES SERVICE IN SAPANCA IN 2024	SALİH UYAR Prof.Dr. , MURAT UTKUCU
		4	EVIDENCE-BASED NURSING PRACTICES IN INFECTION PREVENTION	Yüksek Lisans Öğrencisi Şeyma Dilara AYDIN Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ
		5	EVIDENCE-BASED PRACTICES IN NURSING: BARRIERS AND FACILITATORS	Yüksek Lisans Öğrencisi Hatice ÇAKMAK Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ
		6	THE JOURNEY OF INTENSİVE CARE, DELİRİUM, AND DEMENTİA	Elif DEMİRAL Assoc. Prof., Özlem DOĞU
		7	Development and Psychometric Evaluation of the Digital Dementia Scale: Adolescent Form	Doç. Dr. Yalçın Kanbay Dr. Öğr. Aydan Akkurt Yalçıntürk Dr. Öğr. Üyesi Elçin Babaoğlu Dr. Aysun Akçam
		8	FROM CULTURAL DISCOURSE TO ATTITUDE TOWARD VIOLENCE: THE EFFECT OF PROVERBS REFERRING TO VIOLENCE ON ATTITUDES TOWARD VIOLENCE AGAINST WOMEN	Dr. Aysun Akçam Doç. Dr. Sedat Bahadır Doç. Dr. Yalçın Kanbay Doç. Dr. Burcu Arkan Prof. Dr. Hatice Karakuş Öztürk Dr. Öğr. Üyesi Elçin Babaoğlu

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 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. Dr Tuğçe TEZEL**	1	SECURITY THREATS AND PROTECTION STRATEGIES IN LARGE LANGUAGE MODELS	SEDAT SAĞINÇ Assoc. Prof. FARUK AYATA Assoc. Prof. TANER UÇKAN
		2	MOBİL UYGULAMALAR: EKONOMİ VE TİCARETTE ÇEŞİTLİ ROLLERİ	FAHRETTİN TÜREDİOĞLU
		3	MODELING THE EFFECT OF 3D PRINTING PARAMETERS ON SURFACE QUALITY USING MACHINE LEARNING AND OPTIMIZATION ALGORITHMS	Assoc.Prof. Dr Tuğçe TEZEL Prof. Dr. Volkan KOVAN
		4	EFFECT OF BUILD PLATFORM TEMPERATURE ON INTER LAYER THERMAL BEHAVIOR IN PLA FDM PROCESS: AN EXPERIMENTAL THERMAL IMAGING STUDY	Assoc.Prof. Dr Tuğçe TEZEL Prof. Dr. Volkan KOVAN
		5	EXISTENCE OF A NEW RING WITH COEFFICIENT	Master's student HABIBE RANA KAŞDAŞ Assist. Prof. Dr. MUSTAFA ÖZKAN
		6	RELATIONSHIP BETWEEN IDEALS AND CYCLIC CODES IN THE RING WITH TWO VARIABLE BINARY COEFFICIENTS	Assist. Prof. Dr. MUSTAFA ÖZKAN Master's student HABIBE RANA KAŞDAŞ
		7	APPLICATION OF SPIDER WASP OPTIMIZATION ALGORITHM TO ENVIRONMENTAL ECONOMIC POWER DISPATCH PROBLEM	OSMAN KARATAŞ Prof. Dr. CELAL YAŞAR Doç. Dr. SERDAR ÖZYÖN
		8	APPLICATION OF CRAYFISH OPTIMIZATION ALGORITHM TO ECONOMIC POWER DISPATCH PROBLEMS WITH PROHIBITED OPERATING ZONES WITH INCREASE AND DECREASE LIMITS	OSMAN KARATAŞ Prof. Dr. CELAL YAŞAR Doç. Dr. SERDAR ÖZYÖN

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Prof. Dr. Recep GÜNEŞ**	1	EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE FORMING OF THE FRONT FRAME SHEET OF THE MINI OVEN PRODUCT	Semih METE Prof. Dr. Recep GÜNEŞ
		2	NUMERICAL MODELLING OF BUTT WELDING PROCESS OF ST-37 STEEL PLATES	ŞEREF YILDIRIM Prof.Dr. RECEP GÜNEŞ
		3	INVESTIGATION OF LOW SPEED IMPACT BEHAVIOR OF SANDWICH COMPOSITES FOR AVIATION APPLICATIONS	ALPEREN DABANLI Prof. Dr.RECEP GÜNEŞ
		4	FARKLI ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ DÜŞÜK HIZLI AĞIRLIK DÜŞÜRME DARBE TESTİ SONUCU DAVRANIŞLARININ ANALİZİ	Arş. Gör., SİNEM MAVİLER Dr. Öğr. Üyesi, AGAH AYGAHOĞLU
		5	TECHNICAL ANALYSIS OF EMISSION FILTERING SYSTEM IN ROTARY KILNS IN MAGNESITE SINTER PRODUCTION PROCESS	Emre Yavuz Assoc. Prof. Dr. Oguzhan ERBAS

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS
June 6 - 8, 2025
ISTANBUL
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Dr. Jenna Smith**	1	OMMUNITIES OF INTEREST: THREE UNIQUE CASE STUDIES IN WIDER UNIVERSITY AND SCHOOL PARTNERSHIPS IN AUSTRALIA	M. Zeegers, D. Barron
		2	TRANSFORMING EDUCATIONAL ENGAGEMENT IN OUTCOME-BASED HIGHER EDUCATION: A MOVE TOWARDS STUDENT-CENTERED APPROACHES	Dr. Elena Petrova
		3	ESSENTIAL ELEMENTS OF CURRICULUM INNOVATION IN LANGUAGE EDUCATOR PREPARATION	Prof. Dr. Marco Giordano
		4	ENHANCING E-LEARNING COURSE QUALITY IN HIGHER EDUCATION THROUGH STUDENT FEEDBACK	Maria Johnson, Liam Chen
		5	CREATING A SELF-EFFICACY ASSESSMENT TOOL FOR HIGH SCHOOL PHYSICAL EDUCATION INSTRUCTORS	Dr. Jenna Smith
		6	INNOVATION IN EDUCATION: FOSTERING CREATIVITY FOR ENGAGEMENT AND UNDERSTANDING IN SCIENCE LEARNING	Amira Zayed
		7	DESIGNING AND ASSESSING A VIRTUAL LEARNING PLATFORM FOR HEARING-IMPAIRED CHILDREN	Aldo Ruiz
		8	DIGITAL STORYTELLING AS A STRATEGY FOR TEACHING READING TO MEDIA-SAVVY STUDENTS	Sarah N. Martinez

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS
June 6 - 8, 2025
ISTANBUL
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Assis. Prof. Dr. Priya Mehta**	1	THE PROJECT EVALUATION TO DEVELOP THE COMPETENCIES, CAPABILITIES, AND SKILLS IN REPAIRING COMPUTERS OF PEOPLE IN JOMPLUAK LOCAL MUNICIPALITY, BANG KHONTHI DISTRICT, SAMUT SONGKRAM PROVINCE	Wilailuk Meepracha
		2	EXPLORING ERRORS IN PREPOSITION USAGE AMONG FIRST-YEAR ENGLISH STUDENTS AT ALGERIA UNIVERSITY	Dr. Layla Benali
		3	INNOVATIVE EDUCATION SYSTEM FOR ENTREPRENEURSHIP: FUTURE PERSPECTIVES	Ahmed Mansour, Fatima Zohra
		4	FRAMEWORK FOR DEVELOPING, MONITORING, AND EVALUATING CAPSTONE DESIGN PROJECTS IN BACHELOR'S IN MECHANICAL ENGINEERING	Rafiq Ahmed Khan
		5	ANALYSIS OF NATIONAL UNIVERSITY ADMISSION EXAM IN INDIA: ORIGIN, POLICIES, AND STRATEGIES	Assis. Prof. Dr. Priya Mehta
		6	DIGITAL LANGUAGE LEARNING PLATFORM FOR ARABIC AS A SECOND LANGUAGE	Ziad Khoury
		7	IMPACT OF COGNITIVE ABILITIES AND LEARNING STYLES ON ENGINEERING STUDENTS' ACADEMIC SUCCESS	Dr. Neha Verma
		8		

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Dr. Maria Sanchez,**	1	A MULTI-AGENT SYSTEM FOR ENHANCING KNOWLEDGE MANAGEMENT AND E-LEARNING	Natalia Ivanova, Viktor Petrov
		2	PHYSICIAN BRAIN DRAIN: DRIVERS AND IMPACTS IN BANGLADESH	Amina Hossain, Farid Mahmud, Saifur Rahman
		3	TRANSITION FROM REGIONALISM TO COALITION: SHIFTS IN LANGUAGE POLITICS AND LEADERSHIP IN THE TAMIL MOVEMENT	Dr. Arun Natarajan
		4	A FRAMEWORK FOR EFFECTIVE KNOWLEDGE SHARING IN INTERCONNECTED ENTERPRISES	Sahar Makhmalbaf
		5	USER ENGAGEMENT AND SATISFACTION IN INFORMATION SYSTEMS	Hasan Kermani, Laila Abdelrahman
		6	ENVIRONMENTAL IMPACTS OF URBANIZATION ON RIVER HEALTH IN THE KERMAN REGION	Mohammad Rezaei, Zahra Tavakoli, Ali Amini, Reza Ghanbari
		7	A BAYESIAN FRAMEWORK FOR PREDICTING POLITICAL RISKS THROUGH IMPLICIT KNOWLEDGE	Dr. Kaveh Shafiei
		8	ORGANIZATIONAL INNOVATION IN PUBLIC-LISTED REAL ESTATE DEVELOPMENTS	Dr. Maria Sanchez, Ahmed Khalil

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Pattama Khaopong**	1	ACCESS TO HIGHER EDUCATION IN NIGERIA: THE UNIVERSITY OF CALABAR PRE-DEGREE PROGRAM EXPERIENCE	Eni I. Eni, James Okon, Ashang J. Ashang
		2	MANAGING COOPERATIVE LEARNING IN GRADUATE MATHEMATICS COURSES	Dr. Aria Lee
		3	THE INTERCONNECTION BETWEEN ARM ACUPRESSURE POINTS AND TRADITIONAL MASSAGE THERAPY	Sukanya Pattharaporn
		4	ASSESSMENT RUBRICS IN TECHNICAL EDUCATION	Norafida Mohamad, Zainul Azhar, Shahrul Nizam
		5	KNOWLEDGE ABOUT DRUG USE AND BEHAVIOR TOWARD ANTIMICROBIAL MEDICATIONS	Nirun Phanwong
		6	INTEGRATING PROJECT-BASED LEARNING TO ADVANCE NATIONAL QUALIFICATIONS FRAMEWORK OBJECTIVES	Assis. Prof. Dr. Sithiporn Prasert
		7	DEVELOPING ONLINE MODULES TO ENHANCE THE LEARNING EXPERIENCE OF MASTER'S STUDENTS IN CURRICULUM DESIGN AT SRIPatum University	Dr. Pattama Khaopong
		8	FOSTERING COLLABORATIVE ONLINE LEARNING ENVIRONMENTS FOR FACULTY MEMBERS	Maya Chen, Sara Thompson, Alexei Ivanov

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Assis. Prof. Dr. Budi Santoso**	1	CHALLENGES AND SATISFACTION LEVELS IN USING DIGITAL PAYMENT PLATFORMS	Neha Kulkarni Rohit Deshmukh
		2	EMOTIONAL INTELLIGENCE AND ITS IMPACT ON LEADERSHIP PERFORMANCE: A STUDY AMONG MBA STUDENTS IN SANGLI DISTRICT	Dr. Sneha Patil Rajat More
		3	SOCIO-ECONOMIC INFLUENCES ON DIETARY PATTERNS: A COMPARISON BETWEEN SOUTH ASIA AND G7 COUNTRIES	Ayesha Khan Imran Siddiqui
		4	INNOVATIVE GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT THROUGH TECHNOLOGY IN MALAYSIA'S MANUFACTURING SECTOR	Nurul Huda Ahmad Faizal
		5	THE EFFECTIVENESS OF TAX UTILIZATION IN PROMOTING NATIONAL DEVELOPMENT	Dewi Lestari Fajar Nugroho
		6	DIGITAL TAX ADMINISTRATION IN INDONESIA: ANALYSIS OF EFAKTUR AND E-BUPOT IMPLEMENTATION	Rina Sari Assis. Prof. Dr. Budi Santoso
		7	RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL DEVELOPMENT AND FIRM FINANCING IN THE MENA REGION	Dr. Hassan El-Masri Lec. Layla Haddad
		8	SOCIAL DEVELOPMENT DRIVEN BY ENERGY TRANSITION IN MOROCCO	Youssef Benali Sara El-Fassi

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Amina Bello**	1	ADVANCING TRANSLATION PRACTICES IN THE ERA OF DIGITAL INTEGRATION	Maria Ivanova Olga Petrenko
		2	INNOVATIVE SUSTAINABILITY APPROACHES IN MODERN CORPORATE MANAGEMENT: A CASE STUDY OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG) PRINCIPLES AT NNPC, ABUJA, NIGERIA	Dr. Amina Bello
		3	THE INFLUENCE OF SOCIAL SECURITY, PENSIONS, AND INSURANCE ON ECONOMIC DEVELOPMENT: INSIGHTS FROM NIGERIA	Ibrahim Musa
		4	POLITICAL PARTIES AND THEIR ROLE IN KNOWLEDGE DECOLONIZATION	Anna Kowalska
		5	COMMUNITY ENGAGEMENT IN ELDERLY SOCIAL SERVICE PROVISION: A STUDY FROM ROMANIA	Andrei Popescu Elena Ionescu
		6	EXPLORING LOCAL GOVERNMENT ADMINISTRATION CHALLENGES IN NIGERIA: A THEORETICAL ANALYSIS	Dr. Fatima Abdullahi Dr. Samuel Okoro
		7	SPATIAL BETA CONVERGENCE AMONG NEW EU MEMBER STATES BASED ON SOCIO-ECONOMIC INDICATORS	László Kovács
		8		

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Dr. Vivek Singh**	1	IMPACT OF TECHNOLOGICAL INNOVATION AND FDI ON INCOME DISTRIBUTION IN INDIA: A STUDY ON ECONOMIC DISPARITIES	Rohit Sharma Dr. Anjali Verma
		2	THE INFLUENCE OF ETHICAL LEADERSHIP ON PUBLIC SECTOR GOVERNANCE AND SERVICE DELIVERY	Dr. Arben Krasniqi, Dr. Luljeta Hoxha, Dr. Besnik Dreshaj
		3	ECONOMIC TRANSITION AND POLICY REFORMS IN BANGLADESH: AN ANALYSIS OF THE ERA 1976-1981	Farhana Rahman
		4	TRANSFORMATIONAL LEADERSHIP AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN INDIAN NONPROFIT SECTORS	Dr. Vivek Singh
		5	CONSUMER BEHAVIOR AND ADOPTION MOTIVATIONS FOR OTT PLATFORMS IN INDIA	Dr. Priya Sharma, Ankit Mehta,
		6	SCENARIO-BASED ASSESSMENT OF LAND USE CHANGES AND THEIR IMPACT ON ECOSYSTEM SERVICES IN PUNJAB, PAKISTAN	Zainab Khan, Dr. Imran Qureshi
		7	EVALUATING INDIA'S STRATEGIES AGAINST SINGLE-USE PLASTIC POLLUTION: INNOVATIONS AND POLICY GAPS	Rohit Gupta Dr. Nisha Mukherjee
		8	ASSESSING THE ROLE OF INDUSTRY 4.0 IN ENHANCING SUPPLY CHAIN RESILIENCE: A META-ANALYTICAL STUDY	Nur Aisyah Binti Ahmad,

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS
June 6 - 8, 2025
ISTANBUL
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

7 Haziran / June 7, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. Dr. Katarzyna Nowak**	1	EXPORT TRENDS AND MARKET ACCESS FOR ORGANIC MEDICINAL PLANTS FROM KOSOVO: AN ECONOMIC PERSPECTIVE	Dr. Arta Berisha
		2	STRATEGIC PROCUREMENT PRACTICES TO MITIGATE GLOBAL SUPPLY CHAIN RISKS: A FRAMEWORK FOR MALAYSIAN INDUSTRIES	Farid Hassan, Siti Nurhaliza Mohamad
		3	LEADERSHIP STYLES AND THEIR EFFECTS ON PROJECT OUTCOMES IN MALAYSIAN MANUFACTURING AND LOGISTICS SECTORS	Lim Wei Jie, Hafizah Zainal
		4	FINANCIAL INCLUSION CHALLENGES AND POLICY RESPONSES IN EU COUNTRIES AND CANDIDATE STATES: A 2023 COMPARATIVE STUDY	Assoc. Prof. Dr. Katarzyna Nowak
		5	FISCAL REFORMS AND ECONOMIC RECOVERY IN UTTAR PRADESH: ANALYSIS OF POLICY IMPACTS	Rajesh Singh, Anita Kumari
		6	DIGITAL TRANSFORMATION IN EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN INDONESIAN HIGHER LEARNING INSTITUTIONS	Dewi Kartika, Fajar Nugroho, Sari Wulandari

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Prof.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK**	1	LIGHT CURVE ANALYSES OF W UMa BINARY STAR SYSTEM KIC12598713	Yüksek Lisans Öğrencisi, ÖMER CERİT Prof. Dr., MUHİTTİN ŞAHAN
		2	AG/Nİ DESTEKLİ $BAWO_4$ FOTOKATALİZÖRÜNÜN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE FLUMEQUİN GİDERİMİ İLE BAKTERİYEL İNAKTİVASYON UYGULAMALARI	Duygu Özkan, Doç. Dr. Ali İmran Vaizoğullar
		3	CAM-KARBON ELYAF DESTEKLİ KOMPOZİT YAPILARIN FARKLI EKSENLERDEKİ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	Prof.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK Ayşegül ŞAHİN
		4	DETERMINATION OF OVERLAP CONCENTRATION OF AQUEOUS SOLUTION OF POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) POLYMER	Zehra ÇELİK Doç. Dr. Özgür MASALCI
		5	Bir Öğrencinin Haftalık Yemek Masraflarının Tam Sayılı Programlama ile Optimize Edilmesi Örneği	Lisans Üstü Öğrenci Fatma Nur KUTBAY Dr. Öğretim Üyesi Tuğrul BAYRAKTAR

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Doç. Dr. Ümit AYATA**	1	Application of Different Surface Protectors on Gombé (Didelotia africana) Wood	Doç. Dr. Göksel ULAY Prof. Dr. Hüseyin PEKER Doç. Dr. Ümit AYATA
		2	A Study on the Use of Dye Extracted from Boiled Beetroot for Color Modification of Aniégré, Jatobá, and Kosipo Wood	Doç. Dr. Göksel ULAY Prof. Dr. Hüseyin PEKER Doç. Dr. Ümit AYATA
		3	Evaluation of the treatment of marble industry wastewater with electrocoagulation process	Doç. Dr. Muhammed Kamil ÖDEN
		4	KARABÜK İL YOLU AĞI İÇİN ÖNCELİKLİ YOL BAKIM VE ONARIM PLANLAMASINDA TAM SAYILI PROGRAMLAMA TABANLI BİR ÜSTYAPI YÖNETİM YAKLAŞIMI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Sema YAKUT Dr. Öğretim Üyesi, ÖZLEM BATTAL ŞAL Dr. Öğretim Üyesi, TUĞRUL BAYRAKTAR

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr. Burcu ÇETİN**	1	Investigation of the Effect of Trametes Versicolor Laccase on Cell Cycle Regulators in Colorectal Cancer Cells	Zeynep Karaköse Elif Kale Bakır Assoc Prof. Asuman Deveci Özkan Assoc Prof. Yonca Yüzügüllü Karakuş
		2	BİYOMÜHENDİSLİK YÖNTEMLERİ İLE IN VITRO BİTKİSEL İLAÇ HAM MADDE ÜRETİMİ	Doç. Dr. Burcu ÇETİN
		3	NAFTALEN ASETİK ASİT (NAA) VE BENZİL AMİNO PÜRİN (BAP) UYGULAMALARININ IN VITRO YETİŞTİRİLEN Achillea millefolium L. SEKONDER METABOLİTLERİNE ETKİLERİ	Doç. Dr. Burcu ÇETİN Prof. Dr. Azmi YERLİKAYA Dr. Öğr. Üyesi Ali Adem BAHAR Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAYAT SARIOĞLU Dr. Öğr. Üyesi Emrah OKUR Uzman Biyolog Rayane MAHİOUS Uzman Biyolog Ezgi Nur KARAHAN
		4	MECHANISMS OF ACTION OF ANTIMICROBIAL PLANTS	Assist. Prof., LEYLA KAYA MUHAMMED FURKAN EREN Assoc. Prof., TUBA UNVER
		5	EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FORENSIC DENTISTRY: IMPORTANCE AND APPLICATIONS	Bilge GEÇİOĞLU Prof. Dr. Yaşar BİLGE
		6	IMPORTANCE OF CORROSİON İN FORENSİC MEDİCİNE AND CURRENT APPROACHES İN EVİDENCE ANALYSİS	Bilge GEÇİOĞLU Prof. Dr. Yaşar BİLGE
		7	VİTAMİN VE İLAÇ ETKİLEŞİMLERİ	Diyetisyen,Zülal TORUN

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Araştırma Görevlisi Dr., Irmak Aksoy**	1	THE RELATIONSHIPS BETWEEN GREEN PASSION AND GREEN BEHAVIOR IN THE SELF-DETERMINATION THEORY FRAMEWORK	Araştırma Görevlisi Dr., Irmak Aksoy
		2	SATIŞ ELEMANLARININ DUYGUSAL ZEKASI İLE PERFORMANS ODAKLILIK VE İŞ PERFORMANSI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi. MERYEM ELÇİ Prof.Dr. AYDIN KAYABAŞI
		3	KRİZ ANLARINDA KURUMSAL SESSİZLİK: SESSİZ KALMAK BİR STRATEJİ MİDİR?	Yüksek Lisans Öğrencisi, Fuad ZAMANOV
		4	THE 21st CENTURY EMPLOYEE PARADOX: ORGANIZATIONAL ALIENATION	SEDA ÇOPUR
		5	PANDEMİDE ÇEVRİMİÇİ KOMPULSİF SATIN ALMANIN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERE GÖRE İNCELENMESİ	Araş. Gör. Dr. Zeynep Akyüz Prof. Dr. Yeliz Kındap Tepe
		6	İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ'NDEKİ AKADEMİK PERSONELİN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE İÇ MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ	Bilim Uzm. Kübra ARSLAN Prof. Dr. Kahraman ÇATI
		7	İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ AKADEMİSYENLERİNİN AKADEMİK UNVANLARINA VE ALANLARINA GÖRE KURUMSAL GİRİŞİMCİLİK ALGISI	Bilim Uzm. Kübra ARSLAN Prof. Dr. Kahraman ÇATI
		8		

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Doç. Dr. Erkan EFİLTİ**	1	Investıgatıon Of The Relatıonshıp Between Somatıc Symptoms, Marrıage Satısfactıon And Culturatıon In Immıgrant Indıvıduals	Uzm.Psk, Mehmet Buğra YERLİKAYA Yrd.Doç.Dr,.Bingül SUBAŞI Uzm.Psk,Ceren TANER GEZDİGELDİ
		2	ÇOCUKLUK ÇAĞI TRAVMALARI VE BAĞLANMA STİLLERİNİN UYUMSUZ HAYAL KURMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	PSK., EDA ARAT DR. ÖĞR. ÜYESİ, NECMETTİN AKSOY
		3	FRIENDSHIP CONCEPT ACCORDING TO ADOLESCENTS	Doç. Dr. Erkan EFİLTİ Nuriza KERİMBAEVA
		4	INVESTIGATION OF VIOLENCE INCIDENTS BROADCASTED ON SOCIAL MEDIA IN TURKEY	Doç. Dr. Erkan EFİLTİ Nilüfer BOZ
		5	ÜNİVERSİTE ÖĞRECİLERİNDE EBEVEYNLEŞMENİN DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ	HİLAL HALİL ARDA ÜNSAL Prof. Dr. Yeliz Kındap Tepe

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Doç. Dr. Halil İMAMOĞLUGİL**	1	The Value Of Dialectics İn Logic	Doç. Dr. Halil İMAMOĞLUGİL
		2	SEXTUS EMPİRİCUSTEKİ ON ARGÜMANIN DESCARTES ŞÜPHECİLİĞİNDEKİ KULLANIMI	Ali Karimli,
		3	URBAN CITIZENSHIP AND IDENTITY: SOCIOLOGICAL PROJECTIONS OF SPACE, RECOGNITION AND BELONGING	Dr. Mehtap Nur BİTMEZ
		4	Proje Kimlik Bağlamında Türkiye'de Influencerlık: Dijital Öznellik ve Yeni Toplumsal Temsiller	Doç. Dr., Günce DEMİR Yüksek Lisans Öğrencisi, Aleyna TAYDAŞ
		5	Ekolojik Kayıp ve Toplumsal Bellek: Kuraklıkta Çevresel Yas Söyleminin İzleri	Doç. Dr., Günce DEMİR Yüksek Lisans Öğrencisi, Aleyna TAYDAŞ

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Prof. Dr. Mehmet ALPTEKİN**	1	ECONOMIC ADAPTISEMENT OF SYRIAN TRADESMEN LIVING IN ELAZIG	Assoc. Prof. Dr Yeliz POLAT Graduate Student Recep BOSTANCI
		2	ÖRGÜTSEL BAĞLILIK: WOSVIEWER ANALİZİ	ASLI GÜL PEHLİVAN Doç. Dr. MUSTAFA NAL
		3	VAKIFLARIN KURULMASI VE SONA ERMESİ	Dr., Coşkun ÇALDAĞ
		4	TÜZEL KİŞİLERİNİN HAK EHLİYETİNİN SINIRLANMASI HAKKINDA BAZI HUSUSLAR	Dr., Coşkun ÇALDAĞ
		5	MOUNTAIN GAZELLES AND THE LEGEND OF FATHER GAZELLES IN HATAY-KIRIKHAN FOLK CULTURE	Prof. Dr. Mehmet ALPTEKİN Yüksek Lisan Öğrencisi Mehmet Hanifi DİNLER
		6	TOBACCO İN MALATYA-DOĞANŞEHİR FOLK CULTURE	Prof. Dr. Mehmet ALPTEKİN Yüksek Lisan Öğrencisi Zeynep TAŞ
		7	Kent Turizm Potansiyelinin Mekânsal Dinamikleri: Bilecik Örneği	Yüksek Lisans Öğrencisi Aslı Serpen Prof. Dr. Taner Kılıç Prof. Dr. Mustafa Erkan Fidan
		8	A RESEARCH ON DETERMINING THE RECREATIONAL TENDENCIES AND DEMANDS OF THE PUBLIC: THE CASE OF DÜZCE CITY	Yüksek Lisan Öğrencisi Şule Nur ÇAPAKLI Doç.Dr. Serir UZUN
		9	Natural Disaster Risk Analysis of Yenişehir District (Bursa)	Yüksek Lisans Öğrencisi MİKAİL AKTÜRK Doç. Dr. LEVENT UNCU

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Assoc. Prof. Emily Nguyen,**	1	A CRITICAL ANALYSIS OF CHITOSAN UTILIZATION AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia
		2	INVESTIGATING THE COGNITIVE-ENHANCING POTENTIAL OF BACOPA MONNIERI EXTRACT IN NEUROGENESIS	Dr. Ananya Patel
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF PROBIOTIC VAGINAL SUPPOSITORIES INCORPORATING LACTOBACILLUS STRAINS	Dr. Lina García, Dr. Pablo Hernández
		4	ISOLATION OF STIGMASTEROL GLYCOSIDE FROM THE ROOTS OF CURCUMA LONGA	Prof. Dr. Sarah Collins, Dr. Michael Collins
		5	UTILIZING MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN PHARMACEUTICAL COMPOUND DISCOVERY	Dr. Emma Novak, Dr. Jonathan Blume
		6	PHARMACOKINETIC MODELING OF THEOPHYLLINE MICROCAPSULES USING A DECONVOLUTION APPROACH	Assoc. Prof. Emily Nguyen, Dr. Farah Ibrahim
		7	ASSESSING THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF METHANOL EXTRACTS FROM INDONESIAN HERBS AGAINST E. COLI	Dr. Siti Aisyah, Dr. Rizky Ardiansyah

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Prof. Dr. Amanda Griffin,**	1	DEDUCING THE DYNAMICS OF "CONCEALED" NEURONS FROM ELECTROPHYSIOLOGICAL RECORDINGS	Valeri A. Makarov, Nazareth P. Castellanos
		2	CLASSIFYING GENOMIC STRUCTURES AND REARRANGEMENT IN COMPUTATIONAL BIOLOGY: A UNIFIED APPROACH	Dr. Eliza Gorton, Samir Patel, Thomas Wright
		3	UNVEILING DISTANT PROTEIN EVOLUTIONARY LINKS USING SEQUENCE ALIGNMENT TECHNIQUES	Prof. Dr. Amanda Griffin, Dr. Thomas Allard
		4	PARENTAL COEFFICIENTS IN AGRICULTURAL HYBRIDIZATION ANALYSIS	Rajesh Sharma, Poonam Kapoor, Harinder Singh Dhillon
		5	A PARSIMONY-BASED MODEL FOR PHYLOGENETIC TREE RECONSTRUCTION IN INSECT EVOLUTION	Dr. Ananya Krishnan,
		6	PRELIMINARY ASSESSMENT OF SINGLE-GENE DISRUPTIONS ON GENETIC NETWORK INFERENCE	Carl Peterson, Dr. Sabine Muller
		7	EVALUATING FEATURE SELECTION TECHNIQUES FOR CLASSIFYING DIFFUSE LARGE B-CELL LYMPHOMA	Helena Sanchez, Pedro Carvalho
		8	IMPACT OF GUANIDINE HYDROCHLORIDE ON PHASE SEPARATION IN PEG-SALT AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEMS	Nitin Deshpande
		9		

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Prof. Dr. Marta Kowalczyk**	1	ANALYSIS OF CLUSTER MECHANISM OF ANTI-GREENHOUSE EFFECT USING COMPUTER TECHNOLOGY	A. Galashev
		2	APPLICATION OF ADVANCED NANOFILTERS FOR SUSTAINABLE WATER SUPPLY IN THE CASPIAN SEA BASIN	*Olga Petrova, Dmitry Ivanov, Maria Sorokina*
		3	CRITICAL ANALYSIS OF EIA REPORTS EFFECTIVENESS: A CASE STUDY FROM INDIA	*Dr. Aakash Sharma, Assis. Prof. Dr. Neha Rao*
		4	ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY AND POLLUTION IDENTIFICATION IN THE KARUN RIVER WATERSHED, IRAN	*Hassan Rahimi, Fatemeh Jalali*
		5	EVALUATION OF AIR POLLUTION MITIGATION STRATEGIES	*Prof. Dr. Marta Kowalczyk*
		6	DEVELOPMENT OF A COST-EFFECTIVE HYDROGEN PRODUCTION SYSTEM USING BIOMASS RESOURCES IN SOUTH KOREA	*Yuki Matsumoto, Takeshi Ogawa, Ryoichi Nakamura*
		7	EFFECT OF MICROBIAL ACTIVATORS ON THE DECOMPOSITION OF INDUSTRIAL WASTE COMPOST	*Dr. Niran Phasuk, Dr. Araya Chaiwat*

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Dr. Salma Al-Qahtani,**	1	PALLADIUM-CATALYZED DECHLORINATION FOR WATER REMEDIATION: CATALYST INACTIVATION AND RENEWAL	Dalia Angeles-Wedler, Katrin Mackenzie, Frank-Dieter Kopinke
		2	OPTICAL PROPERTIES OF PURE AND DOPED ZINC OXIDE: FROM NANOCOATINGS TO BULK CRYSTALS	Yasmina El Gharbi, Nadia Laaroussi, Hamid Belkacem, Karim Fekir
		3	METHANE AND VOLATILE ORGANIC EMISSIONS FROM OIL REFINERIES IN SAUDI ARABIA	Dr. Salma Al-Qahtani, M. Abdur Rahman, F. Javed
		4	ADSORPTION KINETICS AND THERMODYNAMIC STUDIES OF LEAD (II) IONS USING COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON	Tanvi Desai, Rajeev Chatterjee, S. Balakrishnan
		5	KINETIC ANALYSIS OF SILVER NANOPARTICLE INCORPORATION INTO ORGANIC MATRICES	Mehrdad Shirazi, Laila Farhad
		6	INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF AU/POLYANILINE/AG SCHOTTKY DIODE VIA I-V MEASUREMENTS	Bilal Haider, Assis. Prof. Dr. Ahmed Farooq
		7	SEPARATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS USING HPTLC PLATES IMPREGNATED WITH OXALIC ACID	Dr. Jamal Al-Hassani, PhD. Reza Mansouri, Afsaneh Shirin

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Ivan Dimitrov**	1	NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC EFFECTS OF ROSEMARY	Lina Hassan Omar Al-Farsi Fatima Al-Mansouri
		2	INVESTIGATION OF GESTATIONAL DIABETES IMPACT ON MATERNAL HEALTH IN BATNA	Nour El Houda Samir Bensalem
		3	ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND SOCIOECONOMIC CHALLENGES IN HAITI POST-COLUMBUS ERA	Dr. Ivan Dimitrov Maria Petrova
		4	INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL POLICY DEVELOPMENT	Assosc. Prof. DR. Zahra Mohammadi Reza Karimi
		5	SOCIOECONOMIC AND HEALTH OUTCOMES OF YOUTH PARTICIPATION IN THE “ACTIVE LIFE” PROGRAM IN POLAND	Anna Kowalska Dr. Tomasz Nowak
		6	GUT MICROBIOTA AND METABOLITE PROFILES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: PATHWAYS AND THERAPEUTIC PROSPECTS	Ionel Popescu Mihai Ionescu
		7	MEDIATING EFFECTS OF ACADEMIC ENGAGEMENT ON STUDENT-TEACHER RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN SOCIAL SCIENCES	Samuel Mekonnen Dr. Abebe Tadesse
		8	IMPACT OF THE COVID-19 CRISIS ON ELDERLY VULNERABILITY AND SOCIAL SUPPORT SYSTEMS IN ROMANIA	Cristina Marinescu Ioan Dumitrescu
		9		

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Dr. Zahra Eghbal Mehran**	1	ENDOMETRIAL CARCINOMA DIAGNOSIS USING TRANSVAGINAL DOPPLER IN ALBANIA	Evis Binaj Astrit Bimbashi Artan Simaku
		2	PREVALENCE AND DETERMINANTS OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG STUDENTS AT BAUCHI STATE UNIVERSITY, NIGERIA	Ebrah A.A. Abubakar B.M. Amuna O.T. Simon V.O.
		3	PUERPERAL DEPRESSION: A CRITICAL MENTAL HEALTH ISSUE IN NEW MOTHERS IN ALBANIA	Andja Lala Eliona Sula Behije Golloberda Brikena Gjata Argenta Kuburi
		4	MICROBIAL MODULATION THERAPY FOR CANCER PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW FROM PAKISTAN	Assoc. Prof. Dr. Mehwash Kashif Anusha Ahmed Asma Bint-e-Adil
		5	INVESTIGATING THE MENTAL AND PHYSICAL CHALLENGES OF NURSES IN THE WORKPLACE IN IRAN	Dr. Zahra Eghbal Mehran Dr. Parastoo Eghbal Mehran
		6	ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDE, AND PRACTICE OF MATERNAL IMMUNIZATION AMONG MOTHERS IN PRIMARY HEALTH CARE CENTRES IN LAGOS STATE, NIGERIA	Adekola Sodiq Adetunji Adekola Saheed Ayodeji Dhikroh Oriyomi Adekola
		7	DNA DATA STORAGE: THE FUTURE OF DIGITAL ARCHIVES IN INDIA	Dr. Saloni Sharma Suhani Sharma

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Assoc. Prof. DR. Maria Petrova**	1	NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF ROSEMARY	Lina Al-Farsi Huda Al-Mansoori Omar Al-Habsi Sultan Al-Rashidi Fatima Al-Balushi
		2	IMPACT OF GESTATIONAL DIABETES ON MATERNAL AND NEONATAL OUTCOMES: A STUDY AT BATNA MATERNITY WARD	Dr. Nadia Boukhalfa Yacine Cherif
		3	ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND PERSISTENT POVERTY IN HAITI: A HISTORICAL PERSPECTIVE	Ivan Dimitrov Assoc. Prof. DR. Maria Petrova
		4	INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL HEALTH POLICIES IN IRAN	Sara Mohammadi Ali Rezaei
		5	SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF THE "ACTIVE KIDS" PROGRAM ON POLISH YOUTH	Anna Kowalska Marek Nowak
		6	GUT MICROBIOTA AND METABOLIC PATHWAYS IN RHEUMATOID ARTHRITIS: INSIGHTS AND THERAPEUTIC APPROACHES	Daniela Popescu Cristian Ionescu
		7	ACADEMIC ENGAGEMENT AS A MEDIATOR BETWEEN TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN ETHIOPIAN HIGHER EDUCATION	Dr. Mulugeta Bekele Hirut Alemu
		8	EFFECTS OF COVID-19 ON ELDERLY SOCIAL VULNERABILITY AND CARE NEEDS IN ROMANIA	Elena Marinescu Bogdan Radu
		9		

ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES ASERC 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING, ARCHITECTURE AND MATHEMATICS June 6 - 8, 2025 ISTANBUL Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
7 Haziran / June 7, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Ioana IONESCU**	1	MEDIEVAL MEDICAL PRACTICES IN DACIA: A HISTORICAL OVERVIEW	Elena POPESCU Ioana IONESCU
		2	THE EVOLUTION OF ROMANIAN MEDICINE DURING THE MIDDLE AGES	Ioana IONESCU Dr. Elena POPESCU
		3	RETHINKING RESISTANCE IN DARWISH'S 'HE EMBRACES HIS MURDERER': A POSTCOLONIAL PERSPECTIVE	Anjali KUMAR Rajesh SINGH
		4	CHILDHOOD TRAUMA AND RESILIENCE IN SUSAN ABULHAWA'S MORNINGS IN JENIN	Anjali KUMAR Rajesh SINGH
		5	THERMAL COMFORT IN OFFICE BUILDINGS INSPIRED BY TERMITE ARCHITECTURE IN NIGERIA'S TEMPERATE DRY CLIMATE	Chinedu OKAFOR Assoc. Prof. Dr. Abdulrahman ABDULLAHI
		6	PRINCIPLES OF AESTHETIC DESIGN IN TEACHING MAP READING IN GEOGRAPHY	Nadjette BENAISSA Hadjer BELKACEMI
		7	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CULTURAL HERITAGE: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN PRESERVATION	Dr. Tunde ADEKOYA PHD student Oluwaseun OLALEKAN

Contents

KANSER HASTALARINDA KANSER GEREKSİNİMLERİNİN BAKIM VERENİN YAŞAM KALİTESİNE ETKİSİ 1
ÇOCUK ACİL HEMŞİRELİĞİNDE KANIT TEMELLİ UYGULAMALAR 15
HANGİ ANNELER ÇOCUKLARINI DAHA KIRILGAN ALGILIYOR? 26
HEMŞİRELİK GİRİŞİMLERİNDE AĞRI VE ANKSİYETENİN GİDERİLMESİNDE SANAL GERÇEKLİK GÖZLÜĞÜ 31
ASPİRASYON İŞLEMİNDE PEDİATRİ HEMŞİRESİNİN SORUMLULUKLARI 43
YENİDOĞANDA SIK KULLANILAN AĞRI ÖLÇEKLERİ 54
ÜLKEMİZDE AŞILAMA VE AŞI KARŞITLIĞI 68
AFETLERDE KADIN CİNSEL VE ÜREME SAĞLIĞI 77
SEXUAL AND REPRODUCTIVE HEALTH OF WOMAN IN DISASTERS 78
MANAGEMENT OF OBSTETRIC PATIENTS IN DISASTERS AND THE RESPONSIBILITIES OF MIDWIVES 85
ÜST SOLUNUM YOLU HASTALIKLARINDA HEMŞİRELİK BAKIMININ ÖNLEYİCİ SAĞLIK HİZMETLERİNDEKİ ROLÜ 91
ÇOCUKLARDA ALT SOLUNUM YOLU HASTALIKLARINDA TEDAVİ VE KORUNMADA HEMŞİRENİN ROLÜ 104
EXAMINATION OF 112 EMERGENCY AMBULANCES SERVICE IN SAPANCA IN 2024 114
ENFEKSİYONLARIN ÖNLENMESİNDE KANITA DAYALI HEMŞİRELİK UYGULAMALARI 116
HEMŞİRELİKTE KANITA DAYALI UYGULAMALAR: ENGELLER VE KOLAYLAŞTIRICILAR 129
YOĞUN BAKIM, DELİRYUM, DEMANS YOLCULUĞU 138
KÜLTÜREL SÖYLEMDEN ŞİDDET TUTUMUNA: ŞİDDETE ATIFTA BULUNAN ATASÖZLERİNİN KADINA YÖNELİK ŞİDDET TUTUMUNA ETKİSİ 153
DİJİTAL DEMANS ÖLÇEĞİ ERGEN FORMUNUN GELİŞTİRİLMESİ VE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 155
SECURITY THREATS AND PROTECTION STRATEGIES IN LARGE LANGUAGE MODELS 157
MOBİL UYGULAMALAR: EKONOMİ VE TİCARETTE ÇEŞİTLİ ROLLERİ 166
MODELING THE EFFECT OF 3D PRINTING PARAMETERS ON SURFACE QUALITY USING MACHINE LEARNING AND OPTIMIZATION ALGORITHMS 179
EFFECT OF BUILD PLATFORM TEMPERATURE ON INTER LAYER THERMAL BEHAVIOR IN PLA FDM PROCESS: AN EXPERIMENTAL THERMAL IMAGING STUDY 189
$\mathbb{Z}2$ KATSAYILI YENİ BİR HALKANIN VARLIĞI 196
RELATIONSHIP BETWEEN IDEALS AND CYCLIC CODES IN THE RING WITH TWO VARIABLE BINARY COEFFICIENTS 209
ÖRÜMCEK ARISI ALGORİTMASININ ÇEVRESEL EKONOMİK GÜÇ DAĞITIM PROBLEMİNE UYGULANMASI 218
KEREVİT OPTİMİZASYON ALGORİTMASININ ARTIRIM VE AZALTIM LİMİTLERİ İÇERENYASAK İŞLETİM BÖLGELİ EKONOMİK GÜÇ DAĞITIM PROBLEMLERİNE UYGULANMASI 233
EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE FORMING OF THE FRONT FRAME SHEET OF THE MINI OVEN PRODUCT 248

NUMERICAL MODELLING OF BUTT WELDING PROCESS OF ST-37 STEEL PLATES 249

INVESTIGATION OF LOW SPEED IMPACT BEHAVIOR OF SANDWICH COMPOSITES FOR AVIATION APPLICATIONS 250

FARKLI ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ DÜŞÜK HIZLI AĞIRLIK DÜŞÜRME DARBE TESTİ SONUCU DAVRANIŞLARININ ANALİZİ 251

TECHNICAL ANALYSIS OF EMISSION FILTERING SYSTEM IN ROTARY KILNS IN MAGNESITE SINTER PRODUCTION PROCESS 259

KIC12598713 W UMa ÇİFT YILDIZ SİSTEMİNİN IŞIK EĞRİSİ ANALİZLERİ 265

AG/Ni DESTEKLİ $BAWO_4$ FOTOKATALİZÖRÜNÜN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE FLUMEQUİN GİDERİMİ İLE BAKTERİYEL İNAKTİVASYON UYGULAMALARI 279

CAM-KARBON ELYAF DESTEKLİ KOMPOZİT YAPILARIN FARKLI EKSENLERDEKİ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ 280

DETERMINATION OF OVERLAP CONCENTRATION OF AQUEOUS SOLUTION OF POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) POLYMER 292

BİR ÖĞRENCİNİN HAFTALIK YEMEK MASRAFLARININ TAM SAYILI PROGRAMLAMA İLE OPTİMİZE EDİLMESİ ÖRNEĞİ 293

Aniégré, Jatobá Ve Kosipo Odunlarında Renk Değiştirme Amaçlı Pancar Bitkisinin Kaynatılması İle Elde Edilen Boyar Maddenin Kullanılması Üzerine Bir Çalışma 297

Farklı Yüzey Koruyucularının Gombé (*Didelotia africana*) Odununa Uygulanması 306

EVALUATION OF THE TREATMENT OF MARBLE INDUSTRY WASTEWATER WITH ELECTROCOAGULATION PROCESS 314

KARABÜK İL YOLU AĞI İÇİN ÖNCELİKLİ YOL BAKIM VE ONARIM PLANLAMASINDA TAM SAYILI PROGRAMLAMA TABANLI BİR ÜSTYAPI YÖNETİM YAKLAŞIMI 319

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF *Trametes Versicolor* LACCASE ON CELL CYCLE REGULATORS IN COLORECTAL CANCER CELLS 329

NAFTALEN ASETİK ASİT (NAA) VE BENZİL AMİNO PÜRİN (BAP) UYGULAMALARININ *IN VITRO* YETİŞTİRİLEN *Achillea millefolium* L. SEKONDER METABOLİTLERİNE ETKİLERİ 339

BİYOMÜHENDİSLİK YÖNTEMLERİ İLE 341

MECHANISMS OF ACTION OF ANTIMICROBIAL PLANTS 342

ADLİ DİŞ HEKİMLİĞİNDE AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA: ÖNEMİ VE UYGULAMALARI 359

KOROZYONUN ADLİ TIPTAKİ ÖNEMİ VE KANIT ANALİZİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR 371

VİTAMİN VE İLAÇ ETKİLEŞİMLERİ 382

INVESTIGATING THE COGNITIVE-ENHANCING POTENTIAL OF BACOPA MONNIERI EXTRACT IN NEUROGENESIS 384

FORMULATION AND EVALUATION OF PROBIOTIC VAGINAL SUPPOSITORIES INCORPORATING LACTOBACILLUS STRAINS 385

ISOLATION OF STIGMASTEROL GLYCOSIDE FROM THE ROOTS OF CURCUMA LONGA 386

UTILIZING MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN PHARMACEUTICAL COMPOUND DISCOVERY 387

PHARMACOKINETIC MODELING OF THEOPHYLLINE MICROCAPSULES USING A DECONVOLUTION APPROACH 388

ASSESSING THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF METHANOL EXTRACTS FROM INDONESIAN HERBS AGAINST E. COLI 389

DEDUCING THE DYNAMICS OF "CONCEALED" NEURONS FROM ELECTROPHYSIOLOGICAL RECORDINGS 390

CLASSIFYING GENOMIC STRUCTURES AND REARRANGEMENT IN COMPUTATIONAL BIOLOGY: A UNIFIED APPROACH 391

UNVEILING DISTANT PROTEIN EVOLUTIONARY LINKS USING SEQUENCE ALIGNMENT TECHNIQUES .. 392

PARENTAL COEFFICIENTS IN AGRICULTURAL HYBRIDIZATION ANALYSIS 393

A PARSIMONY-BASED MODEL FOR PHYLOGENETIC TREE RECONSTRUCTION IN INSECT EVOLUTION . 394

PRELIMINARY ASSESSMENT OF SINGLE-GENE DISRUPTIONS ON GENETIC NETWORK INFERENCE 395

EVALUATING FEATURE SELECTION TECHNIQUES FOR CLASSIFYING DIFFUSE LARGE B-CELL LYMPHOMA 396

IMPACT OF GUANIDINE HYDROCHLORIDE ON PHASE SEPARATION IN PEG-SALT AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEMS 397

ANALYSIS OF CLUSTER MECHANISM OF ANTI-GREENHOUSE EFFECT USING COMPUTER TECHNOLOGY 398

APPLICATION OF ADVANCED NANOFILTERS FOR SUSTAINABLE WATER SUPPLY IN THE CASPIAN SEA BASIN 399

CRITICAL ANALYSIS OF EIA REPORTS EFFECTIVENESS: A CASE STUDY FROM INDIA 400

ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY AND POLLUTION IDENTIFICATION IN THE KARUN RIVER WATERSHED, IRAN 401

EVALUATION OF AIR POLLUTION MITIGATION STRATEGIES 402

DEVELOPMENT OF A COST-EFFECTIVE HYDROGEN PRODUCTION SYSTEM USING BIOMASS RESOURCES IN SOUTH KOREA 403

EFFECT OF MICROBIAL ACTIVATORS ON THE DECOMPOSITION OF INDUSTRIAL WASTE COMPOST ... 404

PALLADIUM-CATALYZED DECHLORINATION FOR WATER REMEDIATION: CATALYST INACTIVATION AND RENEWAL 405

OPTICAL PROPERTIES OF PURE AND DOPED ZINC OXIDE: FROM NANOCOATINGS TO BULK CRYSTALS406

METHANE AND VOLATILE ORGANIC EMISSIONS FROM OIL REFINERIES IN SAUDI ARABIA 407

ADSORPTION KINETICS AND THERMODYNAMIC STUDIES OF LEAD (II) IONS USING COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON 408

KINETIC ANALYSIS OF SILVER NANOPARTICLE INCORPORATION INTO ORGANIC MATRICES 409

INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF AU/POLYANILINE/AG SCHOTTKY DIODE VIA I-V MEASUREMENTS 410

SEPARATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS USING HPTLC PLATES IMPREGNATED WITH OXALIC ACID 411

NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC EFFECTS OF ROSEMARY 412

INVESTIGATION OF GESTATIONAL DIABETES IMPACT ON MATERNAL HEALTH IN BATNA..... 413

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND SOCIOECONOMIC CHALLENGES IN HAITI POST-COLUMBUS ERA..... 414

INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL POLICY DEVELOPMENT..... 415

SOCIOECONOMIC AND HEALTH OUTCOMES OF YOUTH PARTICIPATION IN THE “ACTIVE LIFE” PROGRAM IN POLAND..... 416

GUT MICROBIOTA AND METABOLITE PROFILES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: PATHWAYS AND THERAPEUTIC PROSPECTS..... 417

MEDIATING EFFECTS OF ACADEMIC ENGAGEMENT ON STUDENT-TEACHER RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN SOCIAL SCIENCES..... 418

IMPACT OF THE COVID-19 CRISIS ON ELDERLY VULNERABILITY AND SOCIAL SUPPORT SYSTEMS IN ROMANIA..... 419

ENDOMETRIAL CARCINOMA DIAGNOSIS USING TRANSVAGINAL DOPPLER IN ALBANIA..... 420

PREVALENCE AND DETERMINANTS OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG STUDENTS AT BAUCHI STATE UNIVERSITY, NIGERIA..... 421

PUERPERAL DEPRESSION: A CRITICAL MENTAL HEALTH ISSUE IN NEW MOTHERS IN ALBANIA..... 422

MICROBIAL MODULATION THERAPY FOR CANCER PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW FROM PAKISTAN..... 423

INVESTIGATING THE MENTAL AND PHYSICAL CHALLENGES OF NURSES IN THE WORKPLACE IN IRAN 424

Zahra Eghbal Mehran, Parastoo Eghbal Mehran Department of Nursing, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran..... 424

ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDE, AND PRACTICE OF MATERNAL IMMUNIZATION AMONG MOTHERS IN PRIMARY HEALTH CARE CENTRES IN..... 425

DNA DATA STORAGE: THE FUTURE OF DIGITAL ARCHIVES IN INDIA..... 426

NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF ROSEMARY..... 427

IMPACT OF GESTATIONAL DIABETES ON MATERNAL AND NEONATAL OUTCOMES: A STUDY AT BATNA MATERNITY WARD..... 428

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND PERSISTENT POVERTY IN HAITI: A HISTORICAL PERSPECTIVE..... 429

INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL HEALTH POLICIES IN IRAN..... 430

SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF THE "ACTIVE KIDS" PROGRAM ON POLISH YOUTH..... 431

GUT MICROBIOTA AND METABOLIC PATHWAYS IN RHEUMATOID ARTHRITIS: INSIGHTS AND THERAPEUTIC APPROACHES..... 432

Daniela Popescu, Cristian Ionescu Department of Immunology, University of Bucharest, Romania.... 432

ACADEMIC ENGAGEMENT AS A MEDIATOR BETWEEN TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN ETHIOPIAN HIGHER EDUCATION..... 433

EFFECTS OF COVID-19 ON ELDERLY SOCIAL VULNERABILITY AND CARE NEEDS IN ROMANIA..... 434

MEDIEVAL MEDICAL PRACTICES IN DACIA: A HISTORICAL OVERVIEW..... 435

THE EVOLUTION OF ROMANIAN MEDICINE DURING THE MIDDLE AGES 436

RETHINKING RESISTANCE IN DARWISH'S ‘HE EMBRACES HIS MURDERER’: A POSTCOLONIAL PERSPECTIVE 437

CHILDHOOD TRAUMA AND RESILIENCE IN SUSAN ABULHAWA’S MORNINGS IN JENIN 438

THERMAL COMFORT IN OFFICE BUILDINGS INSPIRED BY TERMITE ARCHITECTURE IN NIGERIA’S TEMPERATE DRY CLIMATE 439

PRINCIPLES OF AESTHETIC DESIGN IN TEACHING MAP READING IN GEOGRAPHY 440

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CULTURAL HERITAGE: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN PRESERVATION 441

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

KANSER HASTALARINDA KANSER GEREKSİNİMLERİNİN BAKIM VERENİN YAŞAM KALİTESİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Özlem DOĞU[1], Elif KARAKÖSE[2]

[1] Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü ozlemdogu@sakarya.edu.tr

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1257-2551

[2] Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü elif.karakose@ogr.sakarya.edu.tr
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-5345-9436

ÖZET

Amaç: Tanımlayıcı ve kesitsel olarak planlanan bu çalışma kanser hastalarında kanserle ilişkili gereksinimlerinin bakım veren bireylerin yaşam kalitesine etkisini incelemek amacıyla planlandı.

Materyal-Metot: Araştırma Nisan 2025-Mayıs 2025 tarihleri arasında Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Hematoloji ve Onkoloji servisinde yatmakta olan ve kemoterapi ünitesinde ayaktan kanser tedavisi alan 50 hasta ve bu hastalara bakım veren 50 birey ile yürütüldü. Çalışmanın verileri "*Hastaya ve Bakım Verene İlişkin Bilgi Formu*", "*Kanserli Hastalara Bakım Verenlerde Yaşam Kalitesi Ölçeği*" ve "*Kanser Gereksinimleri Ölçeği*" kullanılarak yüz yüze toplandı. Ölçeklerin Cronbach alfa katsayıları sırasıyla 0,748 ve 0,719 bulundu. Verilerin değerlendirilmesinde, ortalama ± standart sapma (Ort±SS) yüzde dağılımları ve korelasyon analizleri kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p<0,01$ olarak kabul edildi.

Bulgular: Kanser hastaları ile yapılan çalışmada 26 kadın ve 24 erkek kanser hastasının yaş ortalaması 55,12 yıl olup %70'i 0-1 yıl, %24'ü 1-5 yıl, %3'ü ise 5-10 yıl arası tanı almışlardır. Hastaların %82 si evli ve %92 si çocuk sahibidir. "*Kanser Gereksinimleri Ölçeği*" toplam puan ortalamaları 86,58±25,21(40.0-154.0) olarak bulundu. Kanser hastasına bakım veren 35 kadın ve 15 erkek ile yapılan çalışmada bireylerin yaş ortalaması 45,14±15,116 olup %78'i evli ve %74'ü çocuk sahibidir. "*Kanserli Hastalara Bakım Verenlerde Yaşam Kalitesi Ölçeği*" toplam puan ortalamaları 82,14±17,30 (47.0-118.0) olarak bulundu. Çalışmada yapılan korelasyon analizi sonucunda; toplam kanser gereksinimi ile bakım verenlerin toplam yaşam kalitesi arasında **negatif yönlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki** bulunmuştur (r =-0.369, p = 0.008).

Sonuç: Çalışma, kanser hastalarının artan gereksinimlerinin, bakım veren bireylerin yaşam kalitesinde azalmaya neden olduğunu ortaya koymuştur. Fiziksel, duygusal ve ekonomik yük, bakım verenlerin genel iyilik halini önemli ölçüde etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Kanser, Yaşam Kalitesi, Kanser Gereksinimi, Bakım Veren

THE EFFECT OF CANCER NEEDS ON THE QUALITY OF LIFE OF CAREGIVERS IN CANCER PATIENTS

Assoc. Prof. Dr. Özlem DOĞU[1], Elif KARAKÖSE[2]

[1] Sakarya University, Institute of Health Sciences ozlemdogu@sakarya.edu.tr

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1257-2551

[2] Sakarya University, Institute of Health Sciences elif.karakose@ogr.sakarya.edu.tr
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-5345-9436

ABSTRACT

Objective: This descriptive and cross-sectional study was planned to examine the effect of cancer-related needs on the quality of life of caregivers in cancer patients.
Material-Method: The study was conducted between April 2025 and May 2025 with 50 patients who were hospitalized in the Hematology and Oncology service of Sakarya Training and Research Hospital and who received outpatient cancer treatment in the chemotherapy unit and 50 caregivers of these patients. Data were collected face-to-face using the Patient and Caregiver Information Form, the Quality of Life Scale for Caregivers of Patients with Cancer and the Cancer Needs Scale. Cronbach's alpha coefficients of the scales were 0.748 and 0.719, respectively. Mean ± standard deviation (Mean±SD), percentage distributions and correlation analyses were used to evaluate the data. Significance level was accepted as $p<0.01$.
Results: In the study conducted with cancer patients, the mean age of 26 female and 24 male cancer patients was 55.12 years and 70% were diagnosed between 0-1 year, 24% between 1-5 years and 3% between 5-10 years. 82% of the patients were married and 92% had children. The mean total score of the *"Cancer Needs Scale"* was 86.58±25.21 (40.0-154.0). In the study conducted with 35 female and 15 male caregivers of cancer patients, the mean age of the individuals was 45.14±15.116, 78% were married and 74% had children. The mean total score of the "*Quality of Life Scale for Caregivers of Patients with Cancer"* was 82.14±17.30 (47.0-118.0). As a result of the correlation analysis performed in the study, a negative and statistically significant relationship was found between total cancer need and total quality of life of caregivers ($r = -0.369$, $p = 0.008$).

Conclusion: The study revealed that the increasing needs of cancer patients lead to a decrease in the quality of life of caregivers. Physical, emotional and economic burden significantly affect the overall well-being of caregivers.

Keywords: Cancer, Quality of Life, Cancer Needs, Caregiver

1. GİRİŞ

Kanser, yalnızca gelişmiş ülkelerde değil, aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerde de artan oranlarda görülen önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Yunanca "corcinos" olarak tanımlanan "kanser" yengeç anlamı taşımaktadır. Latince kökenli 'ur' ve 'tümör' terimlerinden türetilen bu kavram, hücrelerin kontrolsüz ve anormal şekilde çoğalmasıyla karakterize edilen hastalıklar grubunu ifade eder (Can, 2021, s.331). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kanseri; vücudun organlarındaki hücrelerin anormal düzeyde büyüyüp, kontrolsüz bir şekilde çoğalması şeklinde tanımlamıştır (World Health Organization, 2022). Ulusal Kanser Enstitüsü (NIH) kanser terimleri sözlüğüne göre ise kanser, normal olmayan hücrelerin kontrolsüz şekilde bölünerek yakınlarındaki dokulara da ulaşabilen bir hastalık terimidir. (National Cancer Institute, 2022).
Kanser, bireylerin fiziksel, psikolojik, sosyal, ekonomik ve manevi yönlerini etkileyen; aynı zamanda yaşamlarında önemli değişimlere yol açan bir süreçtir. Bu süreç, her birey tarafından farklı şekillerde algılanabilmekte ve çeşitli boyutlarda deneyimlenmektedir (Yılmaz Karabulutlu, 2020, s.530). Bireyler bu süreçte ihtiyaçları ile baş edebilmek için bilgiye ihtiyaç duyarlar (Gencer ve ark., 2021). Tedavi süreci ve bu şekilde yaşamak zorunda olmak, hastaları olumsuz etkileyebilen zor bir süreçtir (İpek-Çoban ve ark., 2022). Kanser tanısı konulan bireylerin sayısının artması ve tanı ile tedavi yöntemlerindeki ilerlemelere bağlı olarak sağkalım sürelerinin uzaması, hasta yakınlarının bakım sürecine daha aktif katılmalarına ya da bakım sorumluluğunu daha fazla üstlenmelerine yol açmıştır.

1.1.Kanserin Epidemiyolojisi

Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı'nın (IARC) 2022 yılına ait verilerine göre, dünya genelinde yaklaşık 20 milyon kişiye kanser teşhisi konulmuş ve yaklaşık 10 milyon kişi kanser nedeniyle hayatını kaybetmiştir. IARC'ın insidans istatistiklerine göre ise "en sık görülen kanser çeşitleri arasında prostat kanseri %29,4 ile ilk sırada yer alırken, akciğer kanseri %23,6, kolon ve rektum kanseri %18,4, serviks kanseri %14,1, over kanseri %6,7, mide kanseri %9,2, karaciğer kanseri %8,6, özofagus kanseri %5 ve pankreas kanseri %4,7 oranında görülmektedir. Kıtalar bazında kanser insidans verilerine göre; vakaların %49,3'ü Asya kıtasında, %22,4'ü Avrupa'da, %13,4'ü Kuzey Amerika'da, %7,8'i Latin Amerika ve Karayipler'de, %5,9'u Afrika'da ve %1,4'ü Türkiye'de görülmektedir." (Ferlay ve ark., 2024).

Kanser tedavisinde yaygın olarak kullanılan kemoterapi, bireylerin çeşitli şiddetlerde semptomlar yaşamasına, günlük yaşam aktivitelerinde bağımlılıklarının artmasına ve bakım yükünün yükselmesine neden olmaktadır (Bahar, Ovayolu ve Ovayolu, 2019). Bakım verici, hastalık, engellilik veya yaşlılık gibi nedenlerle fiziksel, duygusal veya zihinsel desteğe ihtiyaç duyan bir bireye; genellikle ücretsiz ve gönüllü olarak yardım eden kişidir (Erdoğan ve ark., 2014; Atagün ve ark., 2011). Kanserli hastaya evde bakım veren aile üyelerinin, kendi sağlık ve ihtiyaçlarını ikinci plana atarak tüm enerjilerini hastalarının bakımına yöneltmeleri; hasta mobilizasyonu, ağrı yönetimi, sağlık personeliyle iletişim, günlük yaşam aktivitelerinin karşılanması, semptom yönetimi, transfer işlemleri ve evde ilaç tedavisinin uygulanması gibi

pek çok gereksinimi üstlenmeleri, sadece hastaların değil, hasta yakınlarının da yaşamlarını olumsuz etkilemektedir. Kanser hastalarına bakım vermek, aile üyelerinin günlük yaşamlarında değişikliklere yol açmakta; sosyal rollerinde çatışmalara, evlilik ve aile ilişkilerinde gerginliğe, günlük aktivitelerde kısıtlılıklara, sağlık sorunlarına ve ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir. Kanser hastasına bakım vermenin aile, iş ve sosyal yaşam üzerindeki etkileri ile beraber getirdiği fiziksel ve psikolojik yük dikkate alındığında, bakım veren bireylerin yaşam kalitesinin değerlendirilmesi kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmektedir.

Amaç

Bu çalışma kanser hastalarında kanserle ilişkili gereksinimlerinin bakım veren bireylerin yaşam kalitesine etkisini incelemek amacıyla tanımlayıcı olarak planlanmıştır.

2. Yöntem

2.1.Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırma Nisan 2025-Mayıs 2025 tarihleri arasında bir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Hematoloji ve Onkoloji servisinde yatmakta olan ve kemoterapi ünitesinde ayaktan kanser tedavisi alan 50 hasta ve bu hastalara bakım veren 50 birey olmak üzere toplam 100 kişi ile yürütülmüştür.

2.2. Veri toplamada Kullanılan Ölçekler

Çalışmanın verileri "Hasta Tanılama Formu", "Bakım Verenleri Tanılama Formu", "Kanserli Hastalara Bakım Verenlerde Yaşam Kalitesi Ölçeği" ve "Kanser Gereksinimleri Ölçeği" kullanılarak toplanmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalara anket formu verilmiş ve formu kendi kendilerine doldurmaları istenmiştir. Veri toplama süreci, her bir katılımcı için yaklaşık 10-15 dakika sürmüştür.

Tanılama formları

Hasta Tanılama Formu, konuya ilişkin literatür taranarak (Dolu ve ark., 2021; Mooney ve ark., 2017)araştırmacılar tarafından oluşturulmuş olup toplam 8 sorudan oluşmaktadır. Formda yer alan sorular; yaş, cinsiyet, tanı süresi, metastaz durumu, hastaneye başvuru nedeni, kronik hastalık varlığı, medeni durum ve çocuk sahibi olma durumu ile ilgilidir."

Bakım Verenlerde ise literatürden yararlanılarak (Yildiz ve ark.,2016; Kurt ve ark.,2020) hazırlanan '*Bakım Veren Tanılama Formu'* toplam 17 sorudan oluşmaktadır. Bu sorular; yaş, cinsiyet, medeni durum, öğrenim durumu, çocuk sahibi olma durumu, meslek, ekonomik durum, sosyal güvence varlığı, çalışma durumu, birlikte yaşadığı kişi, başka bakım veren kişi varlığı, yakınlık derecesi, çalışma hayatında güçlük yaşama, sorumlulukları yerine getirmede güçlük yaşama, sağlığın etkilenme durumu, evlilik ilişkileri ve aile ilişkilerinde güçlük yaşama durumu ile ilgilidir.

Kanser Gereksinimleri Ölçeği

Ayaktan kemoterapi ünitelerinde kullanılmak amacıyla, Cossich ve arkadaşları tarafından bu ölçek geliştirilmiştir (Cossich ve ark.,2004). Farklı kanser tiplerine sahip hastaların katılımıyla geliştirilen bu ölçek, öz bildirime dayalı bir formdur ve hastaların gereksinimlerini çok boyutlu olarak değerlendirmektedir. Ölçek, toplam 32 maddeden oluşmakta olup, psikolojik durum, sağlık bilgisi, kişiler arası iletişim, hasta bakımı ve destek ile fiziksel ve günlük yaşam başlıkları altında beş alt boyutta yapılandırılmıştır. Ölçek, 5'li Likert tipi maddelerden oluşmakta olup, her bir madde katılımcıların yaşadığı yardım gereksinim düzeyine göre değerlendirilmektedir. Katılımcılardan, her bir ifadeyi kendi deneyimlerine uygun şekilde işaretlemeleri beklenir. Değerlendirme, 'yardıma gerek yok (1)', 'yardım ihtiyacı giderilmiş (2)', 'düşük düzeyde yardım ihtiyacı (3)', 'orta düzeyde yardım ihtiyacı (4)' ve 'yüksek düzeyde yardım ihtiyacı (5)' olmak üzere beş dereceli bir ölçek üzerinden yapılmaktadır. Ölçekte ters kodlanan madde yer almamaktadır. Ölçekten alınan toplam puanlar "psikolojik" için 11-55, "kişiler arası iletişim" için 7-35, "sağlık bilgisi" için 7-35, "hasta bakımı ve destek" için 4-20, "fiziksel ve günlük yaşam" için 3-15 arasında, ölçeğin tamamı için ise 32-160 arasında değişmektedir. Alınan puanın yüksek olması, hastanın ihtiyacının yüksek olmasına işaret etmektedir. Ölçeğin bütününe ilişkin toplam puanın 0 ve 100 arasında değişen puanlara dönüştürülmesi önerilmekte olup, "0" ihtiyaç yok, "100" en yüksek seviyede ihtiyaç olarak yorumlanmaktadır (Dolu, Dönmez, & Yaranoğlu, 2021). Cossich ve arkadaşları tarafından yapılan orijinal çalışmada ölçeğin alt boyutlarına ilişkin iç tutarlılık düzeyleri, Cronbach alfa katsayısı ile değerlendirilmiş olup, bu katsayılar 0,77 ile 0,94 arasında değişmektedir (Cossich ve ark.,2004). Bizim çalışmamızda ise bu değer 0,71 olarak bulunmuştur. Bu değerler, ölçeğin alt boyutlarının güvenilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Kanserli Hastalara Bakım Verenlerde Yaşam Kalitesi Ölçeği

Kanserli hastalara bakım veren bireylerin yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla Weitzner ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan bu ölçek, bireylerin fiziksel, duygusal, ailevi ve sosyal işlevlerini kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Toplam 35 maddeden oluşan ölçek, rahatsızlık, yük, finansal sıkıntı ve pozitif adaptasyon olmak üzere dört alt boyutu kapsamaktadır. Buna ek olarak, herhangi bir alt boyuta ait olmayan ancak ölçeğin genel puanına katkı sağlayan sekiz bağımsız madde de bulunmaktadır. Bu ifadeler; uyku sorunları, cinsel yaşamdan memnuniyet, zihinsel yorgunluk, günlük yaşamın baskılanması, hastalık hakkında bilgilendirilme, hastanın korunması, hastanın ağrısının yönetimi ve ailenin bakım verme durumuyla ilgilenme düzeyidir. Ölçeğin 5'li Likert tipte olan soruları katılımcılar tarafından "Hiç (0)", "Az (1)", "Biraz (2)", "Fazla (3)", "Çok Fazla (4)" olarak işaretlenmektedir. Ölçekteki her bir alt boyut ve ölçeğin toplam puanı 0 ile 140 arasında değişir. Puanın yüksek olması yaşam kalitesinin daha iyi olduğunu gösterir (Weitzner ve ark., 1999). Weitzner ve arkadaşları tarafından yapılan orijinal çalışmada ölçeğin alt boyutlarına ilişkin iç tutarlılık düzeyleri Cronbach alfa katsayısı ile değerlendirilmiş ve 0,91 ile 0,95 arasında değişmektedir (Weitzner ve ark., 1999). Karabuğa-Yakar ve Pınar'ın (2013) gerçekleştirdiği Türkçe geçerlilik

ve güvenilirlik çalışmasında ise ölçeğin iç tutarlılığı Cronbach alfa katsayısı ile değerlendirilmiş ve 0,88 olarak raporlanmıştır. Bu çalışmada ise ölçeğin Cronbach alfa değeri 0,74 olarak bulunmuştur; bu da ölçeğin kabul edilebilir düzeyde iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir.

2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin analizinde IBM Statistical Package for Social Science (SPSS) paket programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler kapsamında, frekans, yüzde, ortalama ve standart sapma (Ort±SS) değerlerine yer verilmiştir. Ölçeğin güvenilirliği; Cronbach alfa katsayısı, madde-toplam korelasyonları ve iki yarı test yöntemi ile değerlendirilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p<0,01$ olarak kabul edilmiştir.

2.4. Araştırmanın Etik Yönü

Araştırmada Helsinki Deklarasyonu Prensipleri'ne uygun hareket edilmiş; çalışma öncesinde *Sakarya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Bilimsel Araştırma Etik Kurulu* onayı alınmış (133,19/03/2025), ayrıca ölçeği geliştiren araştırmacılardan kullanım izni ve çalışmanın yürütüldüğü kurumdan araştırma izni temin edilmiştir. Araştırmaya başlamadan önce, örnekleme dahil edilen hasta ve yakınlarına çalışmanın amacı ve kapsamı açıklanmış, ardından bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmıştır.

3. Bulgular

*3.1.*Hasta Yakınlarına Ait Tanımlayıcı Bilgiler ve Puan Ortalamaları

Araştırmaya katılan kanserli hastalara bakım veren bireylerin yaş ortalaması 45,1±15,1(20-76) olup %70'i kadın, büyük çoğunluğu (%78) evli bireylerden oluşmaktadır. Bireylerin %64'ü çalışmakta ve %48'i yakınının yaşadığı hastalık ve tedavi süreci nedeniyle çalışma hayatında güçlük yaşadığını ifade etmiştir. Mesleki dağılımda serbest meslek ve ev hanımlığı eşit düzeyde, memur oranı daha düşük olarak tespit edilmiştir (19(%38),19(%38),12(%24)). "Kanserli Hastalara Bakım Verenlerde Yaşam Kalitesi Ölçeği" toplam puan ortalamaları 82,14±17,30 (47.0-118.0) olarak bulunmuştur.

Çizelge 1. Hasta yakınlarına ait sosyodemografik verilerin dağılımı (n=50)

Özellikler	**N (%)**	**min**	**max**	**Ortalama±SS**
Yaş	50	20	76	45,14±15,116
Cinsiyet Kadın Erkek	 35(%70) 15(%30)			1.30±0,463
Medeni durum Evli Bekar	 39(%78) 11(%22)			1,22±0,418
Çocuk sahibi olma durumu Var	 37(%74)			1,26±0,443

Yok	13(%26)			
Öğrenim durumu				1,70±0,863
Okur-yazar değil veya ortaöğretim	28(%56)			
Lise veya önlisans	9(%18)			
Lisans ve üstü	13(%26)			
Meslek				2,14±0,782
Memur	12(%24)			
Serbest meslek	19(%38)			
Ev hanımı	19(%38)			
Ekonomik durum				1,76±0,431
İyi	12(%24)			
Orta	38(%76)			
Sosyal güvence				1,14±0,350
Var	43(%86)			
Yok	7(%14)			
Çalışma durumu				1,64±0,484
Çalışıyorum	18(%36)			
Çalışmıyorum	32(%64)			
Kiminle birlikte yaşıyorsunuz?				1,62±0,490
Aile	19(%38)			
Eş	31(%62)			
Ailede sizin dışınızda bakım veren var mı?				1,28±0,453
Var	36(%72)			
Yok	14(%28)			
Hastaya yakınlık dereceniz nedir?				3,48±1,460
Anne-baba	11(%22)			
Kardeş	6(%12)			
Eş	20(%40)			
Diğer	13(%26)			
Yakınınızın yaşadığı hastalık ve tedavi süreci sebebiyle çalışma hayatınızda güçlük yaşıyor musunuz?				1,48±0,504
Hayır	26(%52)			
Evet	24(%48)			
Yakınınızın yaşadığı hastalık ve tedavi süreci sebebiyle sorumluluklarınızı yerine getirmede güçlük yaşıyor musunuz?				1,60±0,494
Hayır	20(%40)			
Evet	30(%60)			
Yakınınızın yaşadığı hastalık ve tedavi sürecinden sağlığınız etkilendi mi?				1,58±0,498

Hayır Evet	21(%42) 29(%58)			
Yakınınızın yaşadığı hastalık ve tedavi süreci sebebiyle evlilik ilişkinizde güçlük yaşıyor musunuz? Hayır Evet	 37(%74) 13(%26)			1,26±0,443
Yakınınızın yaşadığı hastalık ve tedavi süreci sebebiyle aile ilişkilerinizde güçlük yaşıyor musunuz? Hayır Evet	 37(%74) 13(%26)			1,26±0,443
Bakım verenlerde yaşam kalitesi ölçeği toplam		47	118	82,14±17,30
Kısaltmalar: Min: Minimum, Max: Maximum, SS: Standart sapma, n: örneklem				

*3.2.*Hasta Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri ve Ortalamaları

Kanser hastaları ile yapılan çalışmada 26 kadın ve 24 erkek kanser hastasının yaş ortalaması 55,12 ± 14,34 (19-78) yıl olup %70'i 0-1 yıl, %24'ü 1-5 yıl, %3'ü ise 5-10 yıl arası tanı almışlardır. Hastaların %82 si evli ve %92 si çocuk sahibidir. Gelen hastaların neredeyse tamamı (%92) kemoterapi için başvurmuştur. Katılımcıların önemli bir kısmında (%60) metastaz vardır. "Kanser Gereksinimleri Ölçeği" toplam puan ortalamaları 86,58±25,21(40.0-154.0) olarak bulunmuştur**.** Ölçeklerin Cronbach alfa katsayıları sırasıyla 0,748 ve 0,719 olarak bulunmuştur.

Çizelge 2. Hastalara ait sosyodemografik verilerin dağılımı (n=50)

Özellikler	**N (%)**	**min**	**max**	**Ortalama±SS**
Yaş	50	19	78	55,12±14,34
Cinsiyet Kadın Erkek	 26(%52) 24(%48)			
Tanı süresi 0-1 yıl 1-5 yıl 5-10 yıl	 35(%70) 12(%24) 3(%6)			
Metastaz Var Yok	 30(%60) 20(%40)			

Geliş nedeni Kemoterapi Radyoterapi Kemoterapi+Radyoterapi	 46(%92) 4(%8) 0(%0)			
Kronik hastalık varlığı Evet Hayır	 21(%42) 29(%58)			
Medeni durum Evli Bekar	 41(%82) 9(%18)			
Çocuk sahibi olma durumu Evet Hayır	 46(%92) 4(%8)			
Ölçek toplam puanı		40	154	86,58±25,21
Kısaltmalar: Min: Minimum, Max: Maximum, SS: Standart sapma, n: örneklem				

*3.3.*Ölçekler Arasında İlişki Düzeyi

Çalışmada gerçekleştirilen korelasyon analizi, toplam kanser gereksinimi puanları ile bakım verenlerin toplam yaşam kalitesi puanları arasında **negatif yönde** ve **istatistiksel olarak anlamlı** bir ilişki olduğunu göstermiştir (r = −0,369; p = 0,008). Buna göre, kanser hastalarının gereksinim düzeyi arttıkça bakım verenlerin yaşam kalitesi düşmektedir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi (p <0,05) bu ilişkinin rastlantısal olmadığını ortaya koymaktadır.

		Toplam Kanser Gereksinimi
Toplam Yaşam Kalitesi	r	-,369**
	p	,008
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).		

(r=korelasyon katsayısı p=anlamlılık düzeyi)

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Kanserli hastalar, hastalığın ve tedavi sürecinin etkisiyle fiziksel, psikolojik ve sosyal birçok sorunla mücadele etmek zorunda kalmaktadır. Bu sorunlar, hastaların yaşam kalitesini azaltmakta; dolayısıyla gereksinimlerinin ve sosyal destek ihtiyaçlarının artmasına neden olmaktadır (Akkanat ve ark.,2022). Bir Eğitim ve Araştırma Hastanesinde kanser hastalarında kanserle ilişkili gereksinimlerinin bakım veren bireylerin yaşam kalitesine etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen bulgular, hastaların kanserle ilgili gereksinimleri arttıkça, bakım veren bireylerin yaşam kalitesinin azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Kanser Gereksinimleri Ölçeği kullanılarak yapılan çalışmada yer alan kanser hastalarının yaş ortalaması 55,12 ± 14,34 olup, katılımcıların çoğunluğunu orta ve ileri yaş grubundaki bireyler oluşturmuştur. Bu durum, literatürde de belirtildiği üzere, yaşla birlikte kanser insidansının artmasıyla paralellik göstermektedir (American Cancer Society, 2022). Katılımcıların %70'inin tanı süresinin 0–1 yıl arasında olması, hastaların büyük bir kısmının henüz tedavi sürecinin başlangıç aşamasında olduğunu ve bu dönemde daha yoğun psikososyal destek ihtiyacı içinde olabileceklerini düşündürmektedir (Taylors ve ark., 2025). Ayrıca, %60 oranında metastaz varlığı, örneklemin önemli bir kısmının ileri evre hastalığa sahip olduğunu ortaya koymaktadır. İleri evre hastalarda bakım gereksinimlerinin ve yaşam kalitesi üzerindeki yükün daha yüksek olduğu literatürde de vurgulanmaktadır (Nipp ve ark., 2017). Katılımcıların %92'si kemoterapi almakta olup, bu oran kemoterapinin kanser tedavisinde hâlâ temel yaklaşımlardan biri olduğunu yansıtmaktadır. Ancak bu tedavi süreci, bireylerde ciddi fiziksel ve duygusal yan etkiler doğurmakta; dolayısıyla profesyonel destek gereksinimini artırmaktadır (Güneş ve ark., 2024). Sosyal destek sistemleri açısından değerlendirildiğinde, örneklemin %82'sinin evli ve %92'sinin çocuk sahibi olması, bireylerin aile içi destek kaynaklarına erişim açısından avantajlı olabileceğini göstermektedir. Ölçek toplam puan ortalaması 86,58 ± 25,21 olarak bulunmuş ve bu sonuç, kanser hastalarının gereksinim düzeylerinin yüksek olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, Dolu ve arkadaşlarının (2021) yaptığı çalışma ile benzer şekilde, hastaların hem fiziksel hem de psikososyal anlamda çok boyutlu gereksinimler taşıdığını ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda "Kanserli Hastalara Bakım Verenlerde Yaşam Kalitesi Ölçeği" incelendiğinde, çalışmada yer alan hasta yakınlarının yaş ortalaması 45,14 ± 15,11 olup, bireylerin çoğunluğunu orta yaş grubundaki yetişkinlerin oluşturduğu görülmektedir. Bu bulgu, kanser hastalarına bakım verme sorumluluğunun sıklıkla orta yaşlı bireyler üzerinde olduğunu ve bu yaş grubunun hem fiziksel hem de psikososyal yönden bakım yüküyle daha fazla karşılaşabileceğini düşündürmektedir (Kundakçı ve ark.,2023). Ayrıca, araştırma sonucunda bakım veren bireylerin büyük çoğunluğunu (%70) kadınların oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, kadınların geleneksel olarak aile içinde bakım rolünü üstlenmeleri ve toplumsal cinsiyet rollerinin etkisiyle sağlık hizmeti sunumunda daha aktif yer almalarıyla açıklanabilir. Literatürde de benzer şekilde kadınların, özellikle eş, anne, kız evlat gibi rollerde kanser hastalarına bakım verme sorumluluğunu daha sık üstlendikleri vurgulanmaktadır (Kundakçı ve ark.,2023).

Medeni durum verilerine göre hasta yakınlarının %78'i evli olup, evli bireylerin sosyal destek sistemlerine daha fazla erişim sağlayabildiği ve bu desteğin bakım verme sürecinde olumlu etkiler yarattığı ifade edilmektedir (Northouse ve ark., 2012). Ayrıca, %74'ünün çocuk sahibi olması da geniş aile desteği olasılığını artırarak psikolojik yükü hafifletebilecek bir unsur olarak değerlendirilebilir. Elde edilen verilere göre, katılımcıların %56'sı düşük eğitim düzeyine (okuryazar değil veya ortaöğretim) sahip olup, bu durum sağlıkla ilgili bilgiye erişim ve sağlık okuryazarlığı açısından dezavantaj yaratabilir. Eğitim düzeyi düşük bireylerin bakım verme sürecinde daha fazla zorluk yaşadıkları ve sağlık sisteminde aktif rol alma konusunda sınırlılıklarının olduğu çalışmalarda da vurgulanmaktadır (Lafcı ve ark., 2020).
Katılımcıların %76'sı ekonomik durumlarını "orta" olarak tanımlamış, %64'ü çalışmadığını belirtmiştir. Bu durum, bakım verme sürecinin iş hayatını doğrudan etkileyebildiğini göstermekte; özellikle ailede tek çalışan varsa ekonomik yükü artırabilmektedir (Van Ryn ve ark., 2011). Çalışmada yer alan bireylerin %48'i, hastasının yaşadığı hastalık ve tedavi süreci sebebiyle iş hayatında güçlük yaşadığını bildirmiştir. Hastanın yaşadığı hastalık ve tedavi süreci nedeniyle olguların %60'ı sorumluluklarını yerine getiremediklerini, %26'sı aile ve evlilik ilişkilerinde güçlük yaşadığını belirtmiştir. Bu da bakım verenlerin ekonomik ve mesleki yaşamlarının olumsuz etkilenebileceğine işaret etmektedir. Çalışma bulgularına göre, katılımcıların %58'i yakınlarının hastalık ve tedavi sürecinden kendi sağlıklarının etkilendiğini belirtmiştir. Literatürde, bakım veren bireylerin fiziksel ve ruhsal sağlıklarının olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Uzgör, 2018).
Evlilik ilişkileri açısından değerlendirildiğinde, çalışmamızda katılımcıların %26'sı evlilik ilişkilerinde güçlük yaşadığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Çal ve Aydın Avcı (2023) tarafından yapılan çalışmada da, hasta yakınlarının artan bakım yükü nedeniyle evlilik ilişkilerinde sorunlar yaşama riski taşıdığı vurgulanmıştır. Aile ilişkilerinde yaşanan güçlükler de benzer oranlarda (%26) bildirilmiştir. Bakım verme sürecinin aile içi iletişim, rollerin değişimi ve duygusal yük açısından zorlayıcı olduğu ve bu durumun aile içi ilişkilerde çatışmalara yol açabileceği literatürde belirtilmektedir (Orak ve ark., 2015).

Yaşam kalitesi açısından değerlendirildiğinde, bakım verenlerin yaşam kalitesi ölçeği toplam puanı ortalaması 82,14±17,30 olarak bulunmuştur. Standart sapmanın yüksekliği, katılımcıların yaşam kalitesi puanlarında geniş bir dağılım olduğunu göstermektedir. Bu durum, bakım veren bireylerin yaşam kalitesi düzeylerinin kişisel, sosyal ve hastalığın süresi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini düşündürmektedir. Zhang ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan bir çalışmada da, bakım verenlerin yaşam kalitesinin bireysel baş etme mekanizmaları, sosyal destek düzeyi ve ekonomik durumdan etkilendiği rapor edilmiştir. Ayrıca, bakım süresinin uzaması ve hastalığın ciddiyeti ile yaşam kalitesi arasında negatif bir ilişki olduğu da bu çalışmada vurgulanmaktadır. Katılımcıların büyük çoğunluğunun sosyal güvenceye sahip olması (%86), tedavi sürecinde sağlık hizmetlerine erişim açısından avantaj olarak değerlendirilebilir. Ancak sosyal güvenceye rağmen yaşanan psikososyal ve ekonomik zorluklar, bakım yükünü azaltmak için yalnızca yapısal desteklerin yeterli olmadığını, duygusal ve ruhsal desteklerin de önemli olduğunu göstermektedir (Ugalde ve ark., 2014). Yakınlık derecesi açısından değerlendirildiğinde, hastaya bakım verenlerin %40'ının eşi olması, eş

bakım verenlerin duygusal yükünün daha fazla olabileceğini göstermektedir. Bu konuda literatüre bakıldığında araştırmayı destekleyen çalışmalar bulunmaktadır (Görgülü ve Akdemir, 2010; Uğur ve Fadıloğlu, 2012). Sonuç olarak, hasta yakınlarının çoğunluğu kadın, evli, orta yaşlı ve ekonomik olarak orta gelir düzeyine sahip bireyler olup, bakım verme sürecinde çok boyutlu zorluklarla karşılaşmaktadır.

Çalışmada gerçekleştirilen korelasyon analizi, toplam kanser gereksinimi puanları ile bakım verenlerin toplam yaşam kalitesi puanları arasında **negatif yönde** ve **istatistiksel olarak anlamlı** bir ilişki olduğunu göstermiştir ($r = -0,369$; $p = 0,008$). Buna göre, kanser hastalarının gereksinim düzeyi arttıkça bakım verenlerin yaşam kalitesi düşmektedir.

Bu çalışmanın bulguları, kanser hastalarına bakım veren bireylerin yaşam kalitesinin iyileştirilmesinin, bakım sürecinin etkinliğini artırmada ve hasta gereksinimlerini azaltmada önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Bu doğrultuda, sağlık politikaları; bakım verenlerin duygusal ve psikososyal ihtiyaçlarını gözeten, danışmanlık, psikososyal destek, evde bakım ve spiritüel destek gibi hizmetlerle güçlendirilmelidir. Ayrıca, yaşam kalitesinin düzenli olarak izlenmesi ve bakım yükünü azaltacak bütüncül destek mekanizmalarının geliştirilmesi önerilmektedir.

Ek olarak, yapılan çalışma kanser gereksiniminin, yaşam kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek için önemli bir temel sunmakta ve alanında daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. Akkanat Karagil, F.M. ve Harmancı, H., Kanser Tanısı Alan Birey ve Ailesinde Ruh Sağlığı, *Karatay Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (9), 63-90, 2022. https://doi.org/10.54557/karataysad.1172368 (Erişim tarihi: 10.06.2025)
2. American Cancer Society, *Cancer Facts & Figures 2022*, https://www.cancer.org/research/cancer-facts-statistics.html (Erişim tarihi: 10.06.2025)
3. Atagün, M.İ., Devrim Balaban, Ö., Atagün, Z., Elagöz, M. ve Özpolat, A., Kronik hastalıklarda bakım veren yükü, *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 3, 513-552, 2011. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
4. Bahar, A., Ovayolu, Ö. ve Ovayolu, N., Onkoloji hastalarında sık karşılaşılan semptomlar ve hemşirelik yönetimi, *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 42-58, 2019. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
5. Can, G., İç Hastalıkları Hemşireliği: Onkoloji Hastalıklar Hemşirelik Bakımı, N. Enç (Ed.), *Nobel Tıp Kitapevleri*, 2021.
6. Cossich, T., Schofield, P. ve McLachlan, S.A., Validation of the Cancer Needs Questionnaire (CNQ) Short-Form Version in an Ambulatory Cancer Setting, *Quality of Life Research*, 13(7), 1225-1233, 2004. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
7. Çal, A. ve Aydın Avcı, İ., Kanser sonrası süreçte eş ilişkilerindeki değişim, *JAREN*, 9(1), 49-54, 2023. (Erişim tarihi: 06.06.2025)
8. Çalışır Kundakçı, Ş. ve Yürügen, B., Kemoterapi Alan Hastalara Bakım Veren Aile Üyelerinin Yaşam Kalitesi ve Etkileyen Faktörler, *Hemşirelik Bilimi Dergisi*, 6(1), 35-44, 2023. https://doi.org/10.54189/hbd.1189507 (Erişim tarihi: 10.06.2025)
9. Dolu, İ., Dönmez, E. ve Yaranoğlu, C., Kanser Gereksinimleri Ölçeği Kısa Formu: Ayaktan Tedavi Alan Hastalarda Türkçe Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması, *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 13(3), 544-555, 2021. https://doi.org/10.5336/nurses.2020-79505 (Erişim tarihi: 10.06.2025)
10. Erdoğan, Z. ve Yavuz, D.E., Kanserli Hastaların Bakım Vericilerinde Yaşam Kalitesi, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 23(4), 726-736, 2014. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
11. Ferlay, J. vd., *Global Cancer Observatory: Cancer Today*, International Agency for Research on Cancer, https://gco.iarc.who.int/today (Erişim tarihi: 10.06.2025)
12. Gencer, H., Serçekuş, P. ve Özkan, S., Kanser Hastalarının Bilgi Kaynakları, *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(3), 568-573, 2021. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.709072 (Erişim tarihi: 10.06.2025)
13. Görgülü, Ü. ve Akdemir, N., İleri Evre Kanser Hastalarına Bakım Verenlerin Yorgunluk ve Uyku Kalitesinin Değerlendirilmesi, *Genel Tıp Dergisi*, 20(4), 125-132, 2010. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
14. Güneş, D. ve Atalıkoğlu Başkan, S., Kemoterapi Tedavisi Alan Hastaların Yaşadığı Semptomların Öz Bakım Davranışlarına Etkisi, *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 11(1), 70-76, 2024. https://doi.org/10.31125/hunhemsire.1321931 (Erişim tarihi: 10.06.2025)
15. İpek Çoban, G., Dinçer, A. ve Köse, A., Silently Proliferating: Cancer, *The Eurasian Journal of Medicine*, 54, 115–119, 2022. https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2022.22325 (Erişim tarihi: 10.06.2025)
16. Karabuğa Yakar, H. ve Pınar, R., Reliability and Validity of Turkish Version of the Caregiver Quality of Life Index Cancer Scale, *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 14(7), 4415-4419, 2013. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
17. Kurt, S., Ünsar, S. ve Erol, Ö., Kanserli Hastalara Bakım Verenlerin Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(1), 43-48, 2020. (Erişim tarihi: 10.06.2025)

18. Lafcı, D., Yıldız, E., Toru, F. ve Karakaya, D., Kanser Hastalarında Bakım Yükü ve Bakım Verenlere Etkisi, *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 7(2), 105-113, 2020. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
19. Mooney, K. vd., Improving Cancer Care Through the Patient Experience: How to Use Patient-Reported Outcomes in Clinical Practice, *ASCO Education Book*, 37, 695-704, 2017. https://doi.org/10.1200/EDBK_175418 (Erişim tarihi: 10.06.2025)
20. National Cancer Institute, *Cancer Staging*, https://www.cancer.gov/about-cancer/diagnosis-staging/staging (Erişim tarihi: 01.06.2025)
21. Nipp, R.D. vd., The Relationship Between Coping Strategies, Quality of Life, and Mood in Patients with Incurable Cancer, *Cancer*, 123(19), 3301–3309, 2017. https://doi.org/10.1002/cncr.30788 (Erişim tarihi: 01.06.2025)
22. Northouse, L.L. vd., Interventions with Family Caregivers of Cancer Patients: Meta-analysis of Randomized Trials, *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 60(5), 317–339, 2012. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
23. Orak, O.S. ve Sezgin, S., Kanser Hastasına Bakım Veren Aile Bireylerinin Bakım Verme Yüklerinin Belirlenmesi, *Psikiyatri Hemşireleri Derneği Dergisi*, 6(1), 2015. (Erişim tarihi: 20.05.2025)
24. Taylor, T.R. vd., The Relationship Between Psychosocial Support Service Utilization, Coping and Post-Traumatic Growth Among Breast Cancer Survivors, *Journal of Psychosocial Oncology*, 1–18, 2025. https://doi.org/10.1080/07347332.2025.2486229 (Erişim tarihi: 25.05.2025)
25. Ugalde, A., Krishnasamy, M. ve Schofield, P., Role Recognition and Changes to Self-identity in Family Caregivers of People with Advanced Cancer: A Qualitative Study, *Supportive Care in Cancer*, 22(7), 1821–1828, 2014. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
26. Uğur, Ö. ve Fadıloğlu, Z.Ç., Kanser Hastasına Bakım Verenlere Uygulanan Planlı Eğitimin Bakım Veren Yükü Üzerine Etkisi, *Cumhuriyet Hemşirelik Dergisi*, 53-58, 2012. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
27. Uzgör, F., Kanserde Bakım Vericilerin Fiziksel, Psiko-Sosyal ve Spiritüel İhtiyaçlarının Değerlendirilmesi, 2018. https://www.researchgate.net/publication/324993665 (Erişim tarihi: 11.06.2025)
28. Van Ryn, M. vd., Objective Burden, Resources, and Other Stressors Among Informal Cancer Caregivers: A Hidden Quality Issue?, *Psycho-Oncology*, 20(1), 44–52, 2011. (Erişim tarihi: 10.06.2025)
29. Weitzner, M.A. vd., The Caregiver Quality of Life Index-Cancer (CQOLC) Scale: Development and Validation of an Instrument to Measure Quality of Life of the Family Caregiver of Patients with Cancer, *Quality of Life Research*, 8, 55-63, 1999. (Erişim tarihi: 08.06.2025)
30. World Health Organization, *International Agency for Research on Cancer*, https://gco.iarc.who.int/today/en/dataviz (Erişim tarihi: 07.06.2025)
31. Yıldız, E., Dedeli, Ö. ve Pakyüz, Ş.Ç., Kanser Hastalarına Bakım Veren Aile Üyelerinin Bakım Yükü ve Yaşam Kalitesinin İncelenmesi, *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 13(3), 216-225, 2016. (Erişim tarihi: 08.06.2025)
32. Yılmaz Karabulutlu, E., Hemşirelik Öğrencilerine Yönelik Onkoloji Hemşireliği, S. Kapucu ve S. Kutlutürkan (Ed.), *Kanserle Yaşam ve Yaşam Kalitesi* (1. baskı, s. 521-530), Hipokrat Kitapevi, 2020.
33. Zhang, Y. vd., Mediating Effect of Social Support Between Caregiver Burden and Quality of Life Among Family Caregivers of Cancer Patients in Palliative Care Units, *European Journal of Oncology Nursing*, 68, 102509, 2024. https://doi.org/10.1016/j.ejon.2024.102509 (Erişim tarihi: 05.06.2025)

ÇOCUK ACİL HEMŞİRELİĞİNDE KANIT TEMELLİ UYGULAMALAR

Yüksek Lisans Öğrencisi Ceren CİNPOLAT[1], Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN[2]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
cerenc.271903@gmail.com-0009-0000-8613-8796

[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
asonayturkmen@kmu.edu.tr-0000-0002-3716-3255

ÖZET

Kanıta dayalı uygulama kavramı, ilk olarak 1972 yılında Epidemiyolog Dr. Archie Cochrane tarafından tanımlanmıştır. Kanıta dayalı uygulama, sağlık çalışanlarının hasta bakımına karar verirken sadece kendi deneyimlerine değil, aynı zamanda hastanın ihtiyaçları, değerleri ve tercihleri ile birlikte en güvenilir bilimsel araştırma sonuçlarına da dayanmasını sağlayan bir yaklaşımdır. Bu yöntem, hastalara en doğru ve etkili bakımın sunulmasına yardımcı olur. Bir hemşirenin, ağrı yaşayan bir çocuğun durumunu doğru bir şekilde değerlendirebilmesi ve etkili bir ağrı yönetimi sağlayabilmesi için, öncelikle çocuğun ağrıyı nasıl hissettiğini ve bu duruma nasıl tepki verdiğini bilmesi gerekir. Ayrıca, çocuklarda ağrı değerlendirme yöntemlerini ve ağrıya yönelik hem farmakolojik hem de farmakolojik olmayan yaklaşımları tanıması önemlidir. Hemşirenin bu bilgileri, çocuğun yaşı ve gelişim düzeyine göre uyarlayabilmesi de etkili bakım için gereklidir. Özellikle farmakolojik olmayan yöntemler, ağrıyı azaltmada yardımcı bir rol oynar. Bu tür yaklaşımların, son yıllarda daha fazla tercih edilmesinin nedeni, ağrı yönetiminde olumlu etkilerinin görülmesidir. Çocuk acil servislerinde ağrı yönetiminin yetersiz olması, hem çocuk hastalar hem de sağlık hizmeti sunan profesyoneller için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Hastanın ağrılı bir işlem sırasında dikkatini farklı bir noktaya yönlendirerek ağrıyı daha az hissetmesini sağlamayı amaçlayan dikkati başka yöne çekme yöntemi etkili bir hemşirelik uygulamasıdır. Bu yöntem, hastanın ağrı algısını azaltmada önemli bir rol oynar ve çeşitli yollarla uygulanabilir. Örneğin; sanal gerçeklik gözlüğü takmak, müzik dinlemek, kaleydoskopla bakmak, dikkat dağıtıcı kartlar kullanmak veya köpük üflemek gibi yöntemlerle hastanın dikkati ağrıdan uzaklaştırılabilir. Bu sayede, işlem sırasında yaşanan rahatsızlık hissi önemli ölçüde azaltılabilir; bu da hem hasta sonuçlarının iyileştirilmesine hem de sağlık profesyonellerinin bakım süreçlerinde daha bilinçli ve güvenilir kararlar almasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kanıta dayalı uygulama; ağrı yönetimi; farmakolojik olmayan yöntemler

1. GİRİŞ

Acil servisler, sağlık sisteminin en yoğun ve hayati öneme sahip birimleri arasında yer alır. Ani gelişen hastalıklar, travmalar ve kazalar gibi durumlarda hızlı ve etkili müdahalelerin gerçekleştirildiği bu birimler, çoğu zaman bilinci kapalı ya da savunmasız hastalara ilk sağlık hizmetini sunar. Hayati risk taşıyan acil durumlarda, ilk değerlendirme ve müdahalenin yapıldığı temel nokta olan acil servisler, dünya genelinde 24 saat kesintisiz çalışarak hastaların

yaşam fonksiyonlarını korumaya yönelik kritik sağlık hizmeti sağlar (Bayraktar ve Sivrikaya, 2018).

Acil servislerin pediatrik bölümlerinde görev yapan hemşireler, "çocuk acil hemşiresi" olarak tanımlanır. Bu hemşireler, acil müdahale gerektiren ve genel durumu stabil olmayan çocuk hastalar ile onların ailelerine yönelik bakım hizmeti sunarlar. Görevleri kapsamında, acil durumun yarattığı kaygıyı artırmadan çocuğun ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla kapsamlı değerlendirmeler yapmaları ve atravmatik, aile merkezli bakım ilkelerini benimsemeleri önemlidir. Aynı zamanda, ailelere bilgi vererek ve duygusal destek sağlayarak oluşabilecek psikolojik etkileri en aza indirmeleri beklenir. Bu mesleki yeterlilikler, hemşirenin çocuk acil servisinde daha çok sayıda hastaya etkili ve güvenli bakım sunabilmesini mümkün kılar (Ceylan, 2023).

Kanıta dayalı hemşirelik uygulamaları, klinik ortamda karşılaşılan sağlık problemlerinin tanımlanması, analiz edilmesi ve mevcut sorunlara bilimsel temelli çözümler üretilmesi sürecini ifade eder. Sağlık hizmetlerinde bu yaklaşımın benimsenmesi; bakım kalitesinin yükseltilmesi, maliyetlerin azaltılması, kaynakların daha verimli kullanılması ve bakım standartlarının oluşturulması açısından önemli katkılar sağlar. Hemşirelerin araştırma bulgularını günlük klinik uygulamalara entegre edebilme becerisi, kanıta dayalı hemşireliğin gelişimi açısından belirleyici olacaktır. Bu bağlamda, hemşirelerin mevcut araştırmalardan elde edilen en güçlü kanıtları uygulamaya geçirebilmeleri için kanıt düzeylerini tanımaları ve değerlendirebilmeleri gerekmektedir. Özellikle çocuk hastaların ihtiyaçlarına yönelik en uygun ve etkili bakımı sunmak için kanıta dayalı uygulamaların kullanımı kritik öneme sahiptir. Çocuk hemşirelerinin bu alandaki farkındalıklarının artırılması, bakım süreçlerinin standartlaşmasına, hizmet kalitesinin iyileştirilmesine ve hasta sonuçlarının olumlu yönde etkilenmesine katkı sağlayacaktır (Bağrıyanık ve ark., 2022). Bu nedenle bu çalışma çocuk acil hemşirelerinin kullandığı kanıt temelli uygulamaları literatür doğrultusunda incelemek amacı ile yapılmıştır.

2. ÇOCUK ACİL HEMŞİRELİĞİ

Çocuk acil birimlerinde çalışan hemşirelere çocuk acil hemşiresi olarak tanımlanmaktadır. Çocuk acil hemşireleri çocuk acil birimine başvuran çocuk hastalara ve hastalıklara yönelik hemşirelik girişimleri yapmakla yükümlü hemşirelerdir (Macana, 2019). Çocuk acil hemşireleri, acil müdahale gerektiren, henüz tanı konulmamış ve durumu stabil olmayan çocuk hastalar ile ailelerine sağlık hizmeti sunan önemli bir profesyonel gruptur. Bu hemşirelerin, acil durumun ağırlığını aileye hissettirmeden, çocuğun ihtiyaçlarını dikkatle değerlendirerek uygun bakımı planlamaları gerekmektedir. Çocukların ağrısını azaltmak ve konforlarını artırmak amacıyla atravmatik yaklaşımlar ve aile merkezli bakım ilkeleri temel alınmalıdır. Çocuk acil hemşireliği; duyarlılık, empati ve bireysel gereksinimlere özel özen gerektiren bir alandır. Hemşirelerin, travmatik durumların etkilerini en aza indirmek için aileleri bilgilendirmesi, duygusal destek sağlaması ve gerektiğinde iyileşmenin mümkün olmadığı koşullarda dahi kendi duygusal dayanıklılıklarını koruyarak süreci yönetebilme becerisine sahip olmaları önemlidir. Bu tür yetkinlikler, çocuk acil servislerinde sunulan hizmetin niteliğini artırmakta ve daha fazla hastaya etkin bir şekilde ulaşmayı mümkün kılmaktadır

(Ceylan, 2023).

3. ÇOCUK ACİL SERVİSLERİNDE UYGULANAN KANIT TEMELLİ HEMŞİRELİK UYGULAMALARI

Kanıt, belirli bir sonucun doğruluğunu desteklemek amacıyla kullanılan veriler olup, çoğunlukla gözlem ve deneyimlere dayalı olarak elde edilir. Başka bir tanıma göre ise kanıt, bilimsel araştırmalar sonucunda ulaşılan bulgular olarak tanımlanabilir. Bu çerçevede değerlendirildiğinde, sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinde en güvenilir kanıt kaynağını, sistematik araştırmalardan elde edilen veriler oluşturmaktadır (Ceylan ve Mete, 2023).

Kanıta dayalı uygulama kavramı, ilk olarak 1972 yılında Epidemiyolog Dr. Archie Cochrane tarafından tanımlanmıştır. Sağlık bakımında maliyet etkinliği, yüksek kalite ve etkili sonuçlar sağlaması nedeniyle zamanla daha fazla önem kazanmıştır. Bu yaklaşım; literatürün sistematik olarak taranması, bilimsel araştırmaların yürütülmesi, elde edilen bulguların analiz edilmesi ve bu verilere dayalı olarak klinik kararların verilmesini içeren bir problem çözme sürecidir. Kanıta dayalı uygulamalar, yalnızca bilimsel kanıtları değil, aynı zamanda klinik deneyimi ile hasta bireyin değerlerini, tercihlerini ve ihtiyaçlarını da dikkate alarak en güncel ve güvenilir bilgiyi bakım sürecine entegre etmeyi hedefler (Bağrıyanık ve ark., 2022). Kanıta dayalı hemşirelik uygulamaları, hemşirelik alanında yapılan araştırmalardan elde edilen bilimsel kanıtların, hasta bireylerin ihtiyaçları ve tercihleriyle birlikte değerlendirilerek sağlık bakım sürecine entegre edilmesini ifade eder. Bu yaklaşım, hemşirelik bakımının etkinliğini ve kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. 1990'lı yılların sonlarından itibaren bu alandaki bilimsel çalışmaların hızla arttığı görülmektedir. Türkiye'de ise kanıta dayalı hemşirelik konusundaki akademik yayınların 2000'li yıllarda literatürde yer almaya başladığı dikkat çekmektedir (Bağrıyanık ve ark., 2022). Kanıta dayalı uygulama, sağlık çalışanlarının hasta bakımına karar verirken sadece kendi deneyimlerine değil, aynı zamanda hastanın ihtiyaçları, değerleri ve tercihleri ile birlikte en güvenilir bilimsel araştırma sonuçlarına da dayanmasını sağlayan bir yaklaşımdır (Patelarou ve ark., 2020). Hemşirelik bakımında bu yaklaşım, hastaya sunulan bakımın kalitesini artırmak amacıyla kanıta dayalı bilgi ile hasta merkezli yaklaşımın bütünleştirilmesini ifade eder. Bu yöntem, hastalara en doğru ve etkili bakımın sunulmasına yardımcı olur. Hasta ve ailelerin fiziksel, duygusal ve sosyal gereksinimlerini karşılamayı hedefleyen bu model, en yüksek düzeyde bakım kalitesi sunmayı amaçlar. Başka bir ifadeyle, kanıta dayalı uygulamalar; güncel ve güvenilir araştırma bulgularını kullanarak, klinik uzmanlıkla harmanlayıp, hastaların ihtiyaç ve tercihlerini göz önünde bulunduran bütüncül bir klinik karar verme sürecidir (Baran ve ark., 2020).

Çocuk acil servislerinde ağrı yönetiminin yetersiz olması, hem çocuk hastalar hem de sağlık hizmeti sunan profesyoneller için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bir hemşirenin, ağrı yaşayan bir çocuğun durumunu doğru bir şekilde değerlendirebilmesi ve etkili bir ağrı yönetimi sağlayabilmesi için, öncelikle çocuğun ağrıyı nasıl hissettiğini ve bu duruma nasıl tepki verdiğini bilmesi gerekir. Ayrıca, çocuklarda ağrı değerlendirme yöntemlerini ve ağrıya yönelik hem farmakolojik hem de farmakolojik olmayan yaklaşımları tanıması önemlidir. Hemşirenin bu bilgileri, çocuğun yaşı ve gelişim düzeyine göre uyarlayabilmesi de etkili bakım için gereklidir (Akgün, 2019). Ağrı kontrolünde kullanılan önemli yöntemlerden biri de

farmakolojik olmayan yaklaşımlardır. Bu yöntemler, hem tek başlarına hem de farmakolojik tedaviyle birlikte uygulandıklarında ağrı düzeyinin azaltılmasında etkili olmaları nedeniyle son yıllarda daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Özellikle farmakolojik olmayan yöntemler, ağrıyı azaltmada yardımcı bir rol oynar. Bu tür yaklaşımların, son yıllarda daha fazla tercih edilmesinin nedeni, ağrı yönetiminde olumlu etkilerinin görülmesidir. Tamamlayıcı bir rol üstlenen bu yaklaşımlar, ağrı yönetimini destekleyerek daha bütüncül ve etkili bir bakım sunulmasına katkıda bulunur (Özveren, 2011).
Hastanın ağrılı bir işlem sırasında dikkatini farklı bir noktaya yönlendirerek ağrıyı daha az hissetmesini sağlamayı amaçlayan dikkati başka yöne çekme yöntemi etkili bir hemşirelik uygulamasıdır. Bu yöntem, hastanın ağrı algısını azaltmada önemli bir rol oynar ve çeşitli yollarla uygulanabilir. Örneğin; sanal gerçeklik gözlüğü takmak, müzik dinlemek, kaleydoskopla bakmak, dikkat dağıtıcı kartlar kullanmak veya köpük üflemek gibi yöntemlerle hastanın dikkati ağrıdan uzaklaştırılabilir. Bu sayede, işlem sırasında yaşanan rahatsızlık hissi önemli ölçüde azaltılabilir; bu da hem hasta sonuçlarının iyileştirilmesine hem de sağlık profesyonellerinin bakım süreçlerinde daha bilinçli ve güvenilir kararlar almasına katkı sağlamaktadır (İnal ve Canbulat, 2015).

Çetin ve Avşar (2022) 7-17 yaşları arasında 55 çocuk hastaya penisilin enjeksiyonu sırasında soğuk sprey kullanımının çocuklarda ağrı düzeyine etkisi incelenmiştir. Akut ağrının değerlendirilmesinde, uluslararası literatürde geçerliliği bulunan ve hızlı uygulanabilirliğiyle bilinen Görsel Analog Skala (VAS) kullanılmıştır. Uygulama sırasında, standart enjeksiyon hastanın sağ bacağından, soğuk sprey ile yapılan enjeksiyon ise sol bacağından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, 7–12 yaş aralığındaki çocuklara sol laterofemoral bölgedeki vastus lateralis kasına, 12–17 yaş aralığındaki çocuklara ise sol ventrogluteal bölgeye enjeksiyon yapılmıştır. Araştırma sonucunda, soğuk sprey uygulamasının, enjeksiyon öncesinde ağrıyı azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde yapılan başka bir araştırmada ise, intramüsküler enjeksiyon sırasında dikkat dağıtma kartlarının çocukların kaygı ve ağrı düzeyleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, 6–11 yaş aralığında toplam 60 çocuk yer almıştır. Kontrol grubuna, ailelerinin yanında bulunduğu standart enjeksiyon uygulanırken; deney grubundaki çocuklara yine ailelerinin eşliğinde, enjeksiyon sırasında dikkat dağıtma kartları verilmiştir. Bulgular, dikkat dağıtma kartlarının çocuklarda hem kaygı hem de ağrı düzeylerini azaltmada etkili olduğunu ortaya koymuştur (Canbulat Şahiner ve Türkmen, 2019). Bir başka çalışmada, intramüsküler antibiyotik enjeksiyonu uygulanan çocuklarda, enjeksiyon sonrası birinci ve beşinci dakikalarda hissedilen ağrıyı azaltmada Buzzy cihazının etkisini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya, yaşları 7 ile 12 arasında değişen toplam 100 çocuk hasta dâhil edilmiştir. Buzzy cihazı, aynı anda hem titreşim hem de soğuk uygulama yapabilme özelliği sayesinde, ağrı kontrolünde kullanılabilecek non-farmakolojik bir yöntem olarak değerlendirilmiştir. Uygulama öncesinde cihazın alt kısmına soğuk buz paketi yerleştirilmiş ve enjeksiyon yapılacak bölgeye yaklaşık 25–30 saniye süreyle temas ettirilmiştir. Ağrı düzeyinin değerlendirilmesinde Yüz İfadeleri Ağrı Ölçeği (Wong-Baker Faces Pain Scale) ve Görsel Analog Skala (VAS) kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, Buzzy cihazının çocuklarda ağrının azaltılmasında etkili olduğunu ve aynı zamanda kaygı düzeyini düşürdüğünü ortaya koymuştur (Karabulut, 2022).



Görsel 1. Buzzy cihazı

Çocuk acil birimlerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, 7–12 yaş aralığındaki 56 çocuk hastada periferik damar yolu açma sırasında yaşanan ağrının azaltılmasında Buzzy cihazının etkisi incelenmiştir. Girişim öncesinde, işlemin uygulanacağı bölgeye 30–60 saniye süreyle Buzzy yerleştirilmiştir. Ağrı düzeyi değerlendirmesi için Wong-Baker Yüz İfade Ölçeği kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, damar yolu açma işlemi sırasında Buzzy uygulamasının çocukların hissettiği ağrıyı azaltmada anlamlı bir etkisi olmadığı saptanmıştır (Semerci ve ark., 2020).

Literatürde Buzzy cihazının ağrı yönetimindeki etkinliğine ilişkin farklı bulgulara ulaşılmıştır. García-Aracil ve ark. (2018) yürüttüğü çalışmada, dikkat dağıtma yöntemlerinin çocuk hastalarda ağrı kontrolünde yararlı olabileceği belirtilmiş, ancak Buzzy kullanımının ek bir katkı sağlamadığı rapor edilmiştir. Buna karşılık, Cho ve ark. (2022) ile Simoncini ve ark. (2023) tarafından yapılan araştırmalarda, Buzzy cihazının çocuklarda ağrıyı azaltmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Moadad ve ark. (2016) gerçekleştirdiği çalışmada da Buzzy uygulanan çocuk grubunun ağrı skorlarının anlamlı düzeyde daha düşük olduğu tespit edilmiş ve cihazın ağrı yönetiminde etkili bir araç olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, 6–12 yaş aralığındaki 111 çocuktan oluşan örneklemle, kan alma işlemi sırasında kullanılan dikkat dağıtma yöntemlerinin ağrı ve korku üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Müdahale gruplarından birine, işlem süresince serbest kollarına verilen köpük baloncuk aparatlarıyla baloncuk üflemeleri söylenmiş; diğer gruba ise yine serbest elleriyle bir topu sıkıp gevşetmeleri istenmiştir. Kontrol grubundaki çocuklara ise standart kan alma uygulaması yapılmıştır. Çalışmada, çocukların ağrı düzeyleri Wong-Baker Yüz İfade Ölçeği ile, korku düzeyleri ise Çocuk Korku Ölçeği kullanılarak ölçülmüştür. Bulgular, her iki dikkat dağıtma yönteminin de ağrı ve korkunun azaltılmasında etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, baloncuk üfleme yönteminin özellikle korku düzeyini azaltmada daha etkili olduğu belirlenmiştir (Oluç, 2021).

Buzzy cihazının etkinliğini inceleyen bir başka çalışmada, dikkat dağıtma amacıyla parmak kuklası kullanılarak yapılan müdahalenin, 3–6 yaş aralığındaki çocuklarda kan alma sırasında yaşanan ağrı düzeyi ve duygusal tepkiler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Toplam 80 çocuk iki gruba ayrılmış; kontrol grubuna standart kan alma işlemi uygulanırken, müdahale grubuna işlemden bir dakika önce çeşitli hayvan figürlerine benzetilen ve ses efektleriyle canlandırılan parmak kuklaları gösterilmiştir. Kuklalarla yapılan etkileşim sırasında çocuklardan da hayvan seslerini taklit etmeleri istenerek dikkatlerinin başka yöne yönlendirilmesi sağlanmıştır. Değerlendirmede çocuklarda Ağrı Ölçeği ve Emosyonel Göstergeler Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, bu dikkat dağıtma yönteminin

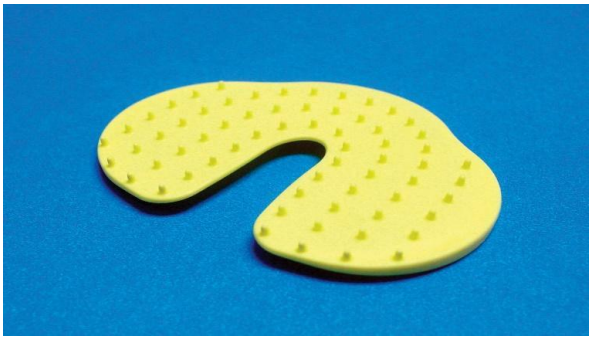
çocukların hem ağrı düzeylerini azalttığını hem de duygusal tepkilerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Ceylan, 2023).



Görsel 2. Parmak Kuklaları (Ceylan,2023)

Bülbül ve Özdemir (2022) tarafından yürütülen çalışmada, intramüsküler enjeksiyon sırasında çizgi film izletme ve top sıkma yöntemlerinin çocuklarda ağrı yönetimine etkisi incelenmiştir. Araştırmaya 6–12 yaş aralığında toplam 147 çocuk hasta dâhil edilmiş ve katılımcılar üç gruba ayrılmıştır. İlk gruptaki çocuklara enjeksiyon işlemi öncesinde bir top verilmiş ve enjeksiyon süresince bu topu sıkmaları istenmiştir; her çocuk için farklı bir top kullanılmıştır. İkinci gruptaki çocuklara, yaşlarına uygun olarak hazırlanan tabletlerdeki on farklı çizgi filmden birini seçerek enjeksiyon sırasında izlemeleri sağlanmıştır. Üçüncü grup ise rutin enjeksiyon prosedürüne tabi tutulmuştur. Sonuçlar, enjeksiyon sırasında top sıkma yönteminin, çizgi film izletmeye kıyasla ağrıyı azaltmada daha etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Başka bir araştırmada, ShotBlocker cihazının çocuklarda intramüsküler enjeksiyon sırasında ağrıyı azaltma üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Müdahale grubunda enjeksiyon öncesinde ShotBlocker cihaza cilde yerleştirilerek uygulama yapılmış, kontrol grubuna ise rutin enjeksiyon işlemi uygulanmıştır. Bulgular, ShotBlocker kullanılan çocuklarda hem hemşireler hem de ebeveynler tarafından algılanan ağrı düzeylerinin,
çocukların kendi bildirimlerine göre daha düşük olduğunu göstermiştir (Drago ve ark., 2009).



Görsel 3. ShotBlocker (Tok Aydın ve Güven,2019)

Bu çalışmada, periferik damar yolu açma sırasında ksilofon kullanımının 3–6 yaş aralığındaki çocukların ağrı, korku ve duygusal tepkileri üzerindeki etkileri ile ebeveyn

memnuniyeti değerlendirilmiştir. Araştırmaya katılan 70 çocuk, deney ve kontrol grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Müdahale grubundaki çocuklara, işlemden beş dakika önce ebeveynleri eşliğinde ksilofonla etkileşim kurmaları sağlanarak dikkatleri başka yöne çekilmiştir. Kontrol grubunda ise ksilofon kullanılmamıştır. Veriler, Çocuk Korku Ölçeği ve Duygusal Göstergeler Ölçeği ile toplanmıştır. Araştırma bulgularına göre, ksilofon uygulamasının çocukların korku düzeyini azalttığı ve duygusal tepkilerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ancak, bu müdahalenin çocukların algıladığı ağrı düzeyine ya da ebeveyn memnuniyetine anlamlı bir katkı sağlamadığı saptanmıştır (Koç, 2023).



Görsel 4. Ksilofon (Koç, 2023)

Bu çalışma, 6–12 yaş aralığındaki çocuklara uygulanan kan alma veya damar yolu açma gibi invaziv girişimler sırasında sanal gerçeklik gözlüğü ve dikkat dağıtma kartlarının, çocukların ağrı, anksiyete ve korku düzeylerine etkisini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya toplam 93 çocuk dâhil edilmiş ve katılımcılar üç gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna yalnızca standart tıbbi girişim uygulanırken, iki ayrı müdahale grubuna farklı dikkat dağıtma yöntemleri uygulanmıştır. Birinci müdahale grubundaki çocuklara sanal gerçeklik gözlüğü takılarak macera temalı videolar izletilmiş; ikinci gruptaki çocuklarla ise dikkat dağıtma kartlarında yer alan görseller üzerine sorular sorularak etkileşim sağlanmıştır. Her iki uygulama, işlemin başlangıcından sonuna kadar sürdürülmüştür. Bulgular, her iki dikkat dağıtma yönteminin de çocukların ağrı, korku ve anksiyete düzeylerini azaltmada etkili olduğunu ortaya koymuştur (Özdemir, 2020).



Görsel 5. Sanal Gerçeklik Gözlüğü (Özdemir,2020)



Görsel 6. Dikkat Dağıtma Kartları (Canbulut Şahiner ve Türkmen,2019)

Ali ve ark. (2021) tarafından yürütülen çalışmada, intravenöz girişim sırasında çocukların dikkatini dağıtmak amacıyla insansı robot kullanımı incelenmiş ve bu yöntemin ağrı düzeyine etkisi değerlendirilmiştir. Araştırma, 6–11 yaş aralığında toplam 86 çocukla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, insansı robotla gerçekleştirilen dikkat dağıtma uygulamasının, çocuklarda işlem sırasında hissedilen ağrıyı azaltmada etkili olduğunu göstermiştir.



Görsel 7. İnsansı Robot (Ali ve ark. , 2021)

Chen ve ark. (2020), 7–12 yaş aralığındaki 132 çocukla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, intravenöz enjeksiyon sırasında sanal gerçeklik gözlüğü kullanımının çocukların ağrı ve korku düzeyleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırma bulguları, sanal gerçeklik gözlüğünün hem ağrıyı hem de korkuyu anlamlı düzeyde azalttığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Tüfekçi ve arkadaşları (2009) tarafından damar yolu açılan 7–11 yaşlarındaki 206 çocukla yürütülen çalışmada, dikkat dağıtma aracı olarak kullanılan kaleydoskopun ağrı düzeyini düşürdüğü saptanmıştır. Karakaya ve Gözen (2014) tarafından gerçekleştirilen bir diğer araştırmada da damar yolu açma işlemi sırasında kaleydoskop kullanımının çocuklarda ağrı azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir.



Görsel 8. Kaleydoskop

Bu çalışmada, sütur atma işlemi sırasında kaleydoskop kullanımının çocukların ağrı ve korku düzeyleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Araştırma, 4–12 yaş aralığında yer alan toplam 112 çocukla gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubundaki çocuklara standart sütur girişimi uygulanırken, deney grubundaki çocukların işlemleri sırasında ebeveynlerinin yanında bulunmasına izin verilmiş ve çocuklardan kaleydoskopa bakarak gördüklerini ifade etmeleri istenmiştir. Böylece dikkatlerinin işlemden uzaklaştırılması hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlar, sütur işlemi esnasında kaleydoskop kullanımının çocukların hem ağrı hem de korku düzeylerini azaltmada etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur (Taşpınar, 2023).

4. SONUÇ

Çocuk acil birimlerinde yürütülen çalışmalar incelendiğinde, odak noktasının çoğunlukla ağrı kontrolü olduğu görülmektedir. İntramüsküler enjeksiyon, kan alma, damar yolu açma ve sütur atma gibi ağrılı girişimlerde; buzzy cihazı, soğuk sprey, ShotBlocker, kaleydoskop, balon üfleme, yumuşak top sıkma, parmak kukla, çizgi film izletme, sanal gerçeklik gözlüğü ve dikkat dağıtma kartları gibi çeşitli nonfarmakolojik dikkat dağıtıcı yöntemlerin yaygın şekilde kullanıldığı saptanmıştır. Bu uygulamaların yalnızca çocuk acil hemşireliğinde değil, pediatri alanının genelinde benzer şekilde tercih edildiği anlaşılmaktadır. Pediatrik acil hemşireliğinde kanıta dayalı nonfarmakolojik müdahalelerin benimsenmesi; çocukların yaşadığı ağrı, korku ve anksiyete düzeylerini azaltmakta etkili olurken, aynı zamanda çocuk dostu bir sağlık hizmeti sunulmasına da katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, uygulamaların bilimsel veriler ışığında standardize edilmesi ve sağlık personelinin bu konuda düzenli olarak eğitilmesi, klinik sonuçların iyileştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.Gelecekte yapılacak kapsamlı ve kontrollü araştırmalar ile eğitim programlarının geliştirilmesi; pediatrik acil hemşireliğinde etkinliği kanıtlanmış yöntemlerin yaygınlaştırılmasına olanak sağlayacak, böylece hemşirelik uygulamalarının niteliği artacak ve çocuk hastaların daha konforlu bir sağlık deneyimi yaşaması mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

Akgün, T., (2019). Çocuk Acil Serviste Pediatrik Ağrı Değerlendirme Protokolü Kullanımının Hemşirelerin Bilgi ve Tutumlarına ve Ağrı Yönetimine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Celebi Üniversitesi Sağlık Bilmleri Enstitüsü,* İzmir.

Ali, S., Manaloor, R., Ma, K., Sivakumar, M., Beran, T., Scott, S. D., Vandermeer, B., Beirnes, N., Graham, T. A. D., Curtis, S., Jou, H., ve Hartling, L., (2021). A Randomized Trial of Robot-Based Distraction to Reduce Children's Distress and Pain During Intravenous Insertion in the Emergency Department. *CJEM*, *23*(1), 85–93.

Bağrıyanık, B. Ç., Yıldız, D., Fidancı, B. E., Pekyiğit, A., Bağrıyanık, T., ve Asarkaya, M., (2022). Çocuk Hastanesinde Çalışan Hemşirelerin Kanıta Dayalı Uygulamalara İlişkin

Tutumlarının Belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, *6*(2), 202-215.

Baran, G. K., Atasoy, S., ve Şahin, S., (2020). Hemşirelerin Kanıta Dayalı Hemşirelik Uygulamalarına Yönelik Farkındalık ve Tutumlarının Değerlendirilmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *7*(3), 352-359.

Bayraktar, A. K., ve Karaca Sivrikaya, S., (2018). Acil Servis Hemşirelik Hizmetlerinde Etik. *Journal of Education and Research in Nursing, 15*(1), 57–62.

Bülbül, F., ve Özdemir, S., (2022). Çocuklarda Kas İçi Enjeksiyon Sırasında Ağrı Tedavisinde Top Sıkma ve Çizgi Film İzlemenin Karşılaştırmalı Etkileri: Randomize Kontrol Çalışması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *10* (3), 134-145.

Canbulat Şahiner, N., ve Türkmen, A. S., (2019). TheEffect Of Distraction Cards on Reducing Pain and Anxiety During Intramuscular Injection in Children. *Worldviews on Evidence-Basednursing*, *16*(3), 230–235.

Ceylan, M., (2023). Venöz Kan Alma İşlemi Sırasında Parmak Kuklası ile Uygulanan Dikkati Başka Yöne Çekme Yönteminin Çocukların Ağrı Düzeyi ve Emosyonel Göstergelerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Biruni Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.

Chen, Y. J., Cheng, S. F., Lee, P. C., Lai, C. H., Hou, I. C., ve Chen, C. W., (2020). Distraction Using Virtual Reality For Children During İntravenous İnjections İn An Emergency Department: A Randomised Trial. *Journal of Clinical Nursing*, *29*(3-4), 503–510.

Cho, Y. H., Chiang, Y. C., Chu, T. L., Chang, C. W., Chang, C. C., ve Tsai, H. M., (2022). The Effectiveness of the Buzzy Device for Pain Relief in Children During Intravenous Injection: Quasir and omized Study. *JMIR Pediatrics and Parenting*, *5*(2), e15757.

Drago, L. A., Singh, S. B., Douglass-Bright, A., Yiadom, M. Y., ve Baumann, B. M. (2009). Efficacy of Shotblocker in Reducing Pediatric Pain Associated with Intramuscular Injections. *The Americanjournal of Emergency Medicine*, *27*(5), 536-543.

García-Aracil, N., Ramos-Pichardo, J. D., Castejón-de la Encina, M. E., José-Alcaide, L., Juliá-Sanchís, R., ve Sanjuan-Quiles, Á., (2018). Effectiveness of Non-Pharmacological Measures For Reducing Pain and Fear in Children during Venipuncture in the Emergency Department: A Vibrating Cold Devices Versus Distraction. *Emergencias: Revista de la Sociedad Espanola de Medicina de Emergencias*, *30*(3), 182–185.

İnal, S., ve Canbulat, N., (2015). Çocuklarda İşlemsel Ağrı Yönetiminde Dikkati Başka Yöne Çekme Yöntemlerinin Kullanımı. *Güncel Pediatri*, *13*(2), 116-121.

Karabulut, O., (2022)., Çocuklarda İntramusküler Enjeksiyon Uygulanırken Oluşan Ağrıyı Azaltmada Buzzy Yönteminin Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,* Gaziantep.

Karakaya, A., ve Gözen, D. (2014). Okul çocuklarında kan alma sırasında dikkatin başka yöne çekilmesinin hissedilen ağrı düzeyine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Koç, S., (2023). Periferik Damar Yolu Açılması Sırasında Kullanılan Müzikli Oyuncağın Çocukların Ağrısı, Korkusu ve Ebeveynlerinin Memnuniyetine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,* Ordu.

Macana, S. (2019). *Pediatric emergency nursing: Concepts and practices*. New York: Springer Publishing.

Moadad, N., Kozman, K., Shahine, R., Ohanian, S., ve Badr, L. K., (2016). Distraction using the BUZZY for Children during an IV Insertion. *Journal of Pediatric Nursing*, *31*(1), 64–72.

Oluç, N., (2021). Çocuklardan Kan Alma İşlemi Sırasında Oluşan Ağrı ve Korkuyu Azaltmada İki Farklı Uygulamanın Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

Özdemir, A., (2020). 6-12 Yaş Çocuklarda İnvaziv İşlemler (Kan Alma/Damaryolu Açma) Sırasında Dikkati Başka Yöne Çekme Tekniklerinin Anksiyete, Korku ve Ağrı Yönetimine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Zonguldak.

Özveren, H., (2011). Ağrı Kontrolünde Farmakolojik Olmayan Yöntemler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 18*(1), 83-92.

Semercı, R., Kocaaslan, E. N., Akgün Kostak, M., ve Akın, N., (2020). Çocuklarda Damar Yolu Açma İşlemi Sırasında Oluşan Ağrıyı Azaltma: Buzzy Uygulaması. *Agri/Journal of the Turkish Society of Algology*, *32*(4), 177-185.

Taşpınar, F., (2023). Çocuklarda Sütur Atma İşlemi Sırasında Oluşan Ağrı Ve Korkuya Kaleydoskop Kullanmanın Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Karaman.

Tok Aydın, Ş., ve Güven, Ş. D., (2019). İntramüsküler Enjeksiyonu Shotblocker İle Uygulamanın Ağrı Şiddetine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Nevşehir.

Tüfekci, F. G., Celebioğlu, A., ve Küçükoğlu, S., (2009). Turkish Children Loved Distraction: Using Kaleidoscope to Reduce Perceived Pain During Venipuncture. *Journal of Clinical Nursing*, *18*(15), 2180–2186.

HANGİ ANNELER ÇOCUKLARINI DAHA KIRILGAN ALGILIYOR?

Yüksek Lisans Öğrencisi Ceren CİNPOLAT[1], Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN[2]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
cerenc.271903@gmail.com-0009-0000-8613-8796

[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
asonayturkmen@kmu.edu.tr-0000-0002-3716-3255

ÖZET

Kırılgan Çocuk Sendromu, ilk kez Green ve Solnit tarafından 1964 yılında tanımlanmıştır. Bu sendrom, çocuğun tıbbi açıdan iyileşmesine veya sağlığının düzelmesine rağmen, ebeveynlerin çocuklarını halen ciddi bir hastalık veya yaralanmaya karşı aşırı duyarlı ve savunmasız algıladıkları klinik bir durumdur. Yapılan çalışmalarda bu sendromun görülme sıklığı farklı popülasyonlarda incelenmiştir. Buna göre; görülme oranının hasta çocuklarda %10-27 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çocuk yaşı düştükçe görülme sıklığının arttığı da bilinmektedir. Örneğin sendromun yenidoğan yoğun bakım ünitesinde tedavi gören term bebeklerin ebeveynlerinde görülme oranı %25 iken, preterm bebeğin ebeveyninde %60'a kadar çıkabilmektedir. Ebeveynlerin çocuklarını kırılgan olarak algılamalarının temelinde, genellikle çocuğun geçmişte yaşadığı ciddi sağlık sorunları, travmatik doğum deneyimleri, erken dönem hastalıkları gibi etkenler yer almaktadır. Bunun yanı sıra, ebeveynlerin daha önce düşük yapmış olması, infertilite öyküsü, erken doğum ya da düşük doğum ağırlıklı bebek sahibi olma gibi zorlu deneyimler de bu algının oluşmasında önemli rol oynar. Ayrıca çocuğun metabolik hastalık gibi fizyolojik sorunlarla doğmuş olması veya ebeveynlerin anksiyete gibi psikolojik durumlar yaşaması, çocuğun olağandan daha korunmaya muhtaç bir birey olarak algılanmasına neden olabilir. Bu tür algılar, çocuğun gelişimini doğrudan etkileyebilecek nitelikte olduğundan, ebeveynlerin yaşadıkları deneyimlerin ve bu deneyimlerin çocuk üzerindeki yansımalarının farkında olmaları büyük önem taşır. Ebeveynlerin, özellikle annelerin çocuklarını aşırı kırılgan algılaması, çocukların normal gelişimini engelleyebilir, aşırı koruyucu ebeveynlik tutumlarını besleyebilir ve çocuğun sosyal-duygusal gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle ebeveynlerin çocuklarıyla ilgili kırılganlık algılarının belirlenmesi ve etkileyen faktörlerin ortaya çıkarılması, çocuk sağlığı ve pediatrik bakım kalitesi açısından kritik öneme sahiptir. Çocuğun sağlık durumu hakkındaki aşırı endişe, gereksiz tıbbi müdahalelere, sağlık hizmetlerinin gereğinden fazla kullanılmasına ve hatalı ebeveynlik yaklaşımlarına neden olabilir. Bu durum, ebeveyn-çocuk ilişkisini zayıflatırken çocuğun sağlıklı gelişimini de olumsuz yönde etkileyebilir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk; kırılgan çocuk sendromu; riskler

1. GİRİŞ

Kırılgan Çocuk Sendromu, ilk kez Green ve Solnit (1964) tarafından tanımlanmış olup, çocuğun sağlık durumu tamamen iyileşmiş olsa dahi ebeveynlerin onu hâlâ fiziksel ya da psikolojik açıdan savunmasız ve risk altında algıladıkları bir durumu ifade etmektedir. Bu algı genellikle çocuğun yaşamı tehdit eden bir hastalık geçirmesi, prematüre doğması, yoğun bakım süreci yaşaması veya ciddi travmatik bir olay atlatması sonrasında ortaya çıkmaktadır. Ancak yalnızca tıbbi öyküyle sınırlı kalmayıp, ebeveynin ruh sağlığına yönelik destek ihtiyacının karşılanmadığı durumlarda da gelişebilir (Thomasgard ve Metz, 1993). Bu sendromun ortaya çıkması, çoğunlukla ebeveynin yaşadığı travmatik deneyimi psikolojik olarak işleyememesi ve çocuğun hâlen tehlikede olduğuna dair bilişsel bir yanılgı geliştirmesiyle ilişkilidir. Sonuç olarak, ebeveynlerde aşırı koruyucu tutumlar görülmekte, bu da çocuğun bağımsızlık kazanmasını ve sosyal becerilerini geliştirmesini engelleyebilmektedir. Kırılgan çocuk olarak algılanan bireylerde sosyal etkileşimlerde yetersizlik, davranış problemleri, okul uyum güçlükleri ve sağlıkla ilgili endişelerin abartılması gibi sorunlara daha sık rastlanmaktadır (Forsyth ve ark., 1996). Literatür incelendiğinde, kırılgan çocuk sendromuna yönelik araştırmaların sınırlı sayıda olduğu dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda yürütülen bu literatür derlemesi, alandaki mevcut bilgi eksikliklerini gidermeye yönelik önemli bir adım niteliğinde olup, çocuk sağlığı hemşireliği uygulamalarına bilimsel düzeyde katkı sunması beklenmektedir.

2. KIRILGAN ÇOCUK SENDROMU

Kırılgan Çocuk Sendromu, ilk kez Green ve Solnit tarafından 1964 yılında tanımlanmıştır. Bu sendrom, çocuğun tıbbi açıdan iyileşmesine veya sağlığının düzelmesine rağmen, ebeveynlerin çocuklarını halen ciddi bir hastalık veya yaralanmaya karşı aşırı duyarlı ve savunmasız algıladıkları klinik bir durumdur (Green ve Solnit, 1964). Kırılganlık sendromu, ilk olarak yaklaşık 55 yıl önce Green ve Solnit tarafından tanımlanmış olup, çocuklarının ciddi bir sağlık sorununu atlatmasının ardından ebeveynlerde gelişen yoğun kaygı ve aşırı koruyucu tutumları ifade eder. Çocuğun tıbben tamamen iyileşmiş olmasına rağmen, ebeveynler yaşanan travmatik sürecin etkisinden kurtulamaz ve çocuklarını hâlâ tehdit altında görmeye devam ederler. Bu durum, ebeveynlerin çocuklarına yönelik sağlıkla ilgili abartılı ve gerçekçi olmayan korkular geliştirmelerine neden olur. Sonuç olarak, çocuk, fiziksel olarak sağlıklı olmasına karşın, ebeveynler tarafından hastalıklara veya yaralanmalara karşı aşırı derecede savunmasız bir birey olarak algılanır. Bu sendromun temelinde, ebeveynlerin yaşadıkları psikolojik travmayı işleyememeleri ve duygusal olarak iyileşememeleri yatmaktadır (Çelik ve Çiğdem, 2020; Shaw ve ark., 2023). Green ve Solnit (1964), Kırılgan Çocuk Sendromu'nu tanımlarken, sendromun başlıca belirtileri arasında ebeveyn ile çocuk arasında ayrılma konusunda yaşanan güçlükler, aşırı koruyucu ebeveyn tutumları, çocuğun sağlık durumu ile ilgili orantısız kaygılar ve çocuğun akademik performansında düşüş gibi klinik bulgulara dikkat çekmiştir (Green, 1986). Literatürde yer alan diğer çalışmalar da bu bulguları desteklemektedir. Örneğin Levy (1943), erken çocukluk döneminde ciddi sağlık sorunları yaşamış çocukların annelerinde aşırı koruma eğilimlerinin geliştiğini ve bu durumun çocuklarda psikolojik sorunlara zemin hazırladığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Gibson (1965) tarafından yapılan bir çalışmada, yenidoğan döneminde özofagus atrezisi, pilor stenozu veya imperfore anüs gibi sağlık sorunları nedeniyle

cerrahi müdahale geçiren çocuklarda gözlenen psikolojik sorunların, cerrahinin kendisinden çok, ebeveynlerin ameliyat sonrası gösterdiği duygusal tepkilerle ilişkili olduğu belirlenmiştir (Costanza, 1968).

"Kırılgan çocuk" terimi, çeşitli sağlık sorunlarına karşı olağan dışı hassasiyet taşıyan çocukları tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu çocuklar, yalnızca tıbbi değil; aynı zamanda psikolojik, sosyal ve ekonomik faktörlerin etkisiyle de risk altında olabilirler. Ayrıca, hem fiziksel hem de zihinsel sağlık sorunlarına karşı biyolojik bir yatkınlık gösterebilirler (Stein ve ark., 2013; Van der Lee ve ark., 2007). Kırılgan Çocuk Sendromu, çocuğun gerçek sağlık durumu ya da gelişim düzeyinden bağımsız olarak, ebeveynler tarafından aşırı risk altında algılanması durumunu ifade eder. Bu sendrom, çoğunlukla çocuğun geçmişte ağır bir hastalık geçirmesi, yaşamı tehdit eden bir durumla karşılaşması ya da kronik bir sağlık sorununa sahip olması sonrasında ortaya çıkabilmektedir. Ancak yalnızca tıbbi öyküye bağlı kalmadan, ebeveynin ruhsal gereksinimlerinin karşılanmadığı, özellikle kaygı ve travma temelli duygularla baş edemediği durumlarda da gelişebilir. Bu durum zamanla aile içinde işlevsel olmayan ilişki örüntülerine ve çocuğun gelişimini olumsuz etkileyen aşırı koruyucu ebeveynlik tarzına neden olabilir (Schmitz, 2019). Ebeveynler, çocuklarının sağlık açısından tamamen iyileşmiş olmasına rağmen, onları hâlâ kırılgan, savunmasız ve risk altında olarak algılamaya devam edebilirler. Bu algı, zamanla aşırı koruyucu ebeveynlik tutumlarının sürdürülmesine neden olur. Söz konusu tutum, çocuğun psiko-sosyal gelişimini olumsuz etkileyerek sosyal becerilerde yetersizlik, davranışsal sorunlar ve sağlıkla ilgili kaygıların gereksiz yere büyütülmesi gibi sonuçlar doğurabilir. Bununla birlikte, bu çocuklarda okul uyum problemleri, sağlık kurumlarına aşırı başvuru eğilimi ve çeşitli psikolojik sorunların görülme riski de artmaktadır (Shaw ve ark., 2023). Yapılan çalışmalarda bu sendromun görülme sıklığı farklı popülasyonlarda incelenmiştir. Buna göre; görülme oranının hasta çocuklarda %10-27 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çocuk yaşı düştükçe görülme sıklığının arttığı da bilinmektedir. Örneğin sendromun yenidoğan yoğun bakım ünitesinde tedavi gören term bebeklerin ebeveynlerinde görülme oranı %25 iken, preterm bebeğin ebeveyninde %60'a kadar çıkabilmektedir (Çelik ve Çiğdem, 2022). Ebeveynlerin çocuklarını kırılgan olarak algılamalarının temelinde genellikle çocuğun geçmişte yaşadığı ciddi sağlık problemleri, travmatik doğum deneyimleri ve erken dönem hastalıkları gibi etkenler yer almaktadır. Bununla birlikte, düşük yapma öyküsü, infertilite tedavileri, prematüre doğum veya düşük doğum ağırlıklı bebek sahibi olma gibi zorlu üreme deneyimleri de bu algının oluşmasında belirleyici rol oynayabilir (Verbeek ve ark., 2021; Pehlivan, 2022). Ayrıca, çocuğun metabolik hastalık gibi fizyolojik rahatsızlıklarla doğmuş olması ya da ebeveynin anksiyete gibi psikolojik sorunlar yaşaması, çocuğun olağandan daha savunmasız bir birey olarak değerlendirilmesine neden olabilmektedir (Tallandini, 2015). Bu tür algılar, çocuğun fiziksel, duygusal ve sosyal gelişimini doğrudan etkileyebilecek nitelikte olup, ebeveynlerin yaşadıkları deneyimlerin çocuk üzerindeki yansımalarının farkında olmaları büyük önem taşımaktadır. Özellikle annelerin çocuklarını aşırı kırılgan olarak algılaması, aşırı koruyucu ebeveynlik tutumlarını teşvik edebilir ve çocuğun normal gelişim sürecini sekteye uğratabilir (Schmitz, 2019). Çocuğun sağlık durumu hakkında duyulan aşırı endişe; gereksiz tıbbi müdahalelere başvurmaya, sağlık hizmetlerinin aşırı kullanımına ve hatalı ebeveynlik uygulamalarına yol açabilir. Bu durum hem ebeveyn-çocuk bağını zayıflatmakta hem de çocuğun sağlıklı bir şekilde bağımsızlaşmasını engellemektedir (Shaw ve ark., 2023). Patel ve

arkadaşlarının (2024) gerçekleştirdiği sistematik derleme ise, yenidoğan yoğun bakım ünitesinde tedavi gören bebeklerin ebeveynlerinin, çocuklarını uzun süre kırılgan olarak algılamaya devam ettiklerini ortaya koymuştur. Bu algının, çocuğun psiko-sosyal gelişimini olumsuz etkileyebileceği ve aşırı koruyucu ebeveynlik davranışlarını artırabileceği belirtilmiştir. Ayrıca, çalışmada bu algının azaltılmasında travma odaklı bilişsel davranışçı terapilerin etkili olabileceği vurgulanmaktadır.

3. SONUÇ

Kırılgan Çocuk Sendromu, ebeveynlerin çocuklarını normale kıyasla daha savunmasız ve risk altında görmeleriyle ortaya çıkan, çocuk sağlığı ve gelişimi üzerinde ciddi etkileri olan bir psikososyal durumdur. Bu sendrom, ebeveynin yaşadığı travmatik deneyimi yeterince işleyememesi ve çocuğunun hâlâ tehdit altında olduğuna inanmasıyla ilişkili olarak gelişmektedir. Ebeveynin bu algısı, çocuğun özerkliğini ve sosyal-duygusal gelişimini olumsuz yönde etkileyebilecek aşırı koruyucu tutumlara zemin hazırlayabilir. Bu nedenle pediatri hemşirelerinin, çocuk ve ebeveynle doğrudan iletişimde bulunan profesyoneller olarak, kırılganlık algısını erken dönemde tanıması, ebeveynleri doğru ve empatik bir şekilde bilgilendirmesi büyük önem taşımaktadır. Literatürde bu konuyla ilgili çalışmaların sınırlı sayıda olması, bu alanda daha fazla araştırmaya duyulan gereksinimi ortaya koymaktadır. Elde edilecek bilimsel veriler, çocuk sağlığı hemşireliği uygulamalarında kırılganlık algısına yönelik daha etkin müdahale stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Costanza, M., Lipsitch, I., ve Charney, E., (1968). The Vulnerable Children Revisited. *Clinical Pediatrics,* 7(11), 680–683.

Çelik, M. Y., ve Ciğdem, Z., (2020). Orjinal Makale Kırılgan Bebek Algısı Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Psikiyatri Hemşireliği Dergisi*, 11(3), 188-194.

Forsyth, B. W., Horwitz, S. M., Leventhal, J. M., Bruger, J., and Leaf, P. J., (1996). The Child Vulnerability Scale: An İnstrument To Measure Parental Perceptions of Child Vulnerability. *Journal of Pediatric Psychology*, 21(1), 89-101.

Gibson, R., (1965). Trauma in Early İnfancy and Later Personality Development. *Psychosomatic Med*. 27, 229.

Green M., (1986). Vulnerable Child Syndrome and Its Variants. *Pediatrics in Review*, 8(3), 75–80.

Green, M., ve Solnit, A. J., (1964). Reactions To The Threatened Loss of A Child: A Vulnerable Child Syndrome. *Pediatrics*, 34(1), 58–66.

Levy, D. C., (1943). *Maternal Over-Protection*. New York, Columbia University Press.

Patel, S., Clark, C. A. C., ve Buss, C. ,(2024). Parental Perception of Child Vulnerability after Neonatal Intensive Care: A Systematic Review. *Pediatric Research*. Advance Online Publication.

Schmitz K., (2019). Vulnerable Child Syndrome. *Pediatrics in Review*, 40(6), 313–315.

Shaw, R. J., Givrad, S., Poe, C., Loi, E. C., Hoge, M. K., ve Scala, M., (2023). Neurodevelopmental, Mental Health, and Parenting Issues in Preterm Infants. *Children (Basel, Switzerland)*, 10(9), 1565.

Stein, R. E. K., Siegel, M. J., ve Bauman, L. J., (2013). Double jeopardy: What social risk adds to biomedical risk in understanding child health and health care utilization. *Academic Pediatrics*, 10(2), 104-109

Thomasgard, M., ve Metz, W. P., (1993). Parental Overprotection Revisited. *Child Psychiatry and Human Development*, 24(2), 67–80.

Van der Lee, J. H., Mokkink, L. B., Grootenhuis, M. A., Heymans, H. S., ve Offringa, M., (2007). Definitions and measurement of chronic health conditions in childhood: A systematic review. *JAMA*, 297(24), 2741–2751

Verbeek, I. N. E., Van Onzenoort-Bokken, L., and Zegers, S. H. J., (2021). Vulnerable Child Syndrome in Everyday Paediatric Practice: A Condition Deserving Attention and New Perspectives. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, *110*(2), 397–399.

Pehlivan, Ç., (2022). Çocuğu Karaciğer Transplantasyonu Olan Annelerin Kırılganlık Algısı, Bakım Yükü ve Etkileyen Faktörler. *Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü,* Trakya.

Talladini, M. A., Morsan, V., Gronchi, G., ve Macagno, F., (2015). Systematic and Metaanalytic Review: Triggering Agents of Parental Perception of Child's Vulnerability İn Instances of Preterm Birth. *Journal of Pediatric Psychology*, 40(6), 545-553.

HEMŞİRELİK GİRİŞİMLERİNDE AĞRI VE ANKSİYETENİN GİDERİLMESİNDE SANAL GERÇEKLİK GÖZLÜĞÜ

Yüksek Lisans Öğrencisi Nazmiye TEZ[1], Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN[2]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
nazmiye.tez.70@gmail.com-0009-0008-4912-5943

[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
asonayturkmen@kmu.edu.tr-0000-0002-3716-3255

ÖZET

Hemşirelik girişimlerinde ağrı ve anksiyete pediatrik popülasyonda en sık karşılaşılan semptomdur. Ağrı ve anksiyete pediatrik hastalarda endişe ve korkuyu artıran, tedavinin başarısını engelleyen, hastanede kalış süresini artıran ve sağlık personelleri için zorluk oluşturan bir durumdur. Tıbbi prosedürlerden kaynaklanan ağrı ve anksiyetenin yönetilmesinde kullanılan ilaç dışı yöntemlerden dikkati başka yöne çekme yönteminden biri de sanal gerçeklik gözlüğüdür.

Hemşirelik girişimlerine bağlı oluşan ağrı ve anksiyetenin giderilmesinde sanal gerçeklik gözlüğü uygulamalarının etkinliğini değerlendirmek için pediatrik popülasyonda yapılmış olan İngilizce ve Türkçe, 2020-2024 yılları arasında yayınlanan çalışmalar incelenmiştir.

Yapılan veri tabanı taraması ile konu ile ilgili 763 çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmada başlık ve özete göre bir ön değerlendirme yapılmış ve 738 çalışma çıkarılmıştır. Yayınlanma tarihi 2020-2024 yılları arasında olan ve pediatrik hastaların örneklem grubunu oluşturduğu toplam 25 çalışma incelenmiştir. Sanal gerçeklik gözlüğünün sağlık alanına girmesiyle birlikte hemşirelik girişimlerine bağlı ağrı ve anksiyete yönetimine yönelik başlangıçta kan alma, damar yolu açılması gibi işlemlerde kullanılsa da yapılan araştırmalarda farklı hemşirelik girişimleri sırasında değerlendirilmiştir. Hemşirelik girişimlerinden kan alma, yanık pansumanı, sütur işlemi, intramüsküler enjeksiyon, aşılama, ortopedik işlemler, port katater iğnesi yerleştirilmesi işlemlerini kapsayan invaziv girişimlerde kullanıldığı görülmüştür. Ele alınan tüm konularda ağrı ve korku kontrolünde sanal gerçeklik uygulamalarının yararlı olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak; sanal gerçeklik gözlüğü, çocuklar için ilgi çekici ve keyifli bir deneyim sağlaması, ebeveyn memnuniyetini artırması, sağlık personellerinin tıbbi prosedür işlem süresini kısaltması, ucuz maliyetli ve klinikte uygulanmasının kolay, birçok girişimsel işlemde etkili bir yöntemdir.

Anahtar kelimeler: Ağrı yönetimi; anksiyete yönetimi; hemşirelik girişimleri; sanal gerçeklik; sanal gerçeklik gözlüğü

1.GİRİŞ

Ağrı, pediatrik popülasyonda %65-84 arasında değişen bir oranda en sık karşılaşılan ve tıbbi prosedürlerin kaçınılmaz bir parçası olarak ortaya çıkan yaygın bir semptomdur. Ağrı

sadece duyusal bir deneyim olmayıp aynı zamanda duygusal ve bilişsel bir deneyim olduğundan anksiyete de genellikle ağrıya eşlik eden bir deneyimdir (Aktura ve ark., 2022). Tıbbi prosedürlerin hoş olmayan bir deneyim olduğu hakkında geniş bir fikir birliği vardır. Özellikle pediatrik popülasyonda tıbbi prosedürlerden olan intravenöz ve intramüsküler enjeksiyonlar oldukça ağrılı ve stresli girişimlerdir. Pediatrik hastalarda yaygın olarak rastlanan bu akut ağrı hissi çocukta endişe ve korkuyu artıran, tedavinin başarısını engelleyen, hastanede kalış süresini artıran, hastane ve sağlık personelleri için zorluk oluşturan bir durumdur. İşlem kaynaklı yaşanan ağrının ve yukarıda belirtilen olumsuzlukların azaltılması veya önlenmesi çocuğun ileri yaşamını etkileyebilecek olumsuz deneyimleri de azaltacaktır. Pediatrik hastalarda akut ağrıya maruziyetin artmasına bağlı kronik hastalıklar, anksiyete bozuklukları ve depresyon gibi tıbbi sorunlar görülebilir. Yaşanan akut ağrı deneyimini önlemek ya da en aza indirmek için ise etkili bir ağrı ve anksiyete yönetimi gerekli olmaktadır (Bayraktar ve Kaleli, 2007).

Tıbbi prosedürler sırasında meydana gelen ağrı, anksiyete ve korkunun yönetilmesinde birçok farmakolojik ve farmakolojik olmayan yöntemler kullanılmaktadır (Camacho-Cruz ve ark., 2023). Pediatride yaygın kullanılan farmakolojik analjeziklerin %30-50'sinin bulantı, kusma, kanama, bağımlılık gibi yan etkilere neden olduğu tahmin edilmektedir (Hartling ve ark., 2016). Analjeziklerin istenmeyen yan etkileri riskine karşı farmakolojik olmayan yöntemlerin kullanımı önem kazanmaktadır. Çocuklarda ağrı ve anksiyetenin azaltılmasında en etkili farmakolojik olmayan yöntemin dikkati başka yöne çekme yöntemi olduğu bildirilmektedir (Birnie ve ark., 2014). Dikkati başka yöne çekme yöntemi çizgi film izletme, balon şişirme, müzik dinletme, kaleydoskop kullanımı, sanal gerçeklik gözlükleri gibi uygulamaları içermektedir (İnal ve Canbulat, 2015). Bu yöntemlerden en yaygını ise sanal gerçeklik gözlükleridir.

2. SANAL GERÇEKLİK GÖZLÜĞÜ

Sanal gerçeklik gözlüğü, eğlence, eğitim, üretim, sağlık gibi alanlarda çok boyutlu düşünebilme, yaratıcılığı artırma, bireyi destekleme, olumsuz durumlarda dikkati başka yöne çekme gibi amaçları karşılayan, üç boyutlu sanal ortamın gözlük, kulaklık ve eldiven gibi donanımlarla görüntülenerek bireyin deneyimlemesi şeklinde uygulanan bir yöntemdir (Kelly, 2023). Sanal gerçeklik gözlüğü; sürükleyici olmayan, yarı sürükleyici ve tam sürükleyici olmak üzere üç kategoriye ayrılmakta olup tıp alanına girmesiyle birlikte hastalarda ağrı ve anksiyete yönetiminde kullanılan bir seçenek haline gelmiştir (Huang ve ark., 2022). Sanal gerçeklik gözlüğü, kullanıcının görsel alanın tümünü kapsayan sanal görüntüler ve sanal ortam sesleri ile etkileşerek kendini sanal ortamda hissetmesini ve dikkatini hastanede bulunmanın getirdiği hoş olmayan duygulardan sanal ortama vermesini sağlayarak ağrı ve anksiyeteyi kontrol eden bir teknolojidir (Piskorz ve Czub, 2018). Sanal gerçeklik gözlüğü, çocuklar için tasarlanan görüntü, video ve oyunlarla daha ilgi çekici ve etkileşimli olmasıyla birlikte kan alma, intravenöz kateter açma, aşı uygulamaları, yanık tedavisi, sütur atma, intravenöz ve intramüsküler enjeksiyonlar gibi invaziv işlemlerde kullanımının ağrı ve anksiyete yönetiminde yüksek oranda ilgi çekici ve etkili olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Camacho-Cruz, 2023).

Sanal gerçeklik gözlüğü, eğlenceli ve ilgi çekici olmasıyla çocuklarda da kullanımı ağrı ve anksiyetenin azaltılması için umut vericidir. Çocuklarda sanal gerçeklik gözlüğünün olası

faydaları arasında ağrıdan uzaklaşmayı sağlaması, hayal gücünü teşvik etmesi, içsel sağlık kontrol odağı duygusunu teşvik etmesi yer almaktadır. Olası yan etkilerinde ise görsel kaynaklı baş dönmesi, mide bulantısı, yakınındaki nesnelere çarpma riski, diğer medya araçlarının etkisi gibi sosyal izolasyon riski ve küçük çocuklarda olası yanlış anı potansiyeli yer alabilir (Won ve ark., 2017).

Sanal gerçeklik gözlüğü ile özellikle küçük çocuklar için sanal ortamın aşırı gerçekçi görülebilmesi ve sanal deneyimlere gerçekmiş gibi inanma riski göz önüne alındığında, sanal ortam görüntülerinin dikkatli seçilmesi gerekmektedir. Çocuğun sanal deneyimine ilişkin anılarını gerçek hayattan değil, bilgisayardan yapılmış olarak yorumlayabilmesi sağlanmalıdır. Sanal gerçeklik gözlüğü uygulamasında yetişkinler ve çocuklar yüksek düzeyde etkileşim sağladığında ağrıyı azaltma etkinliği artmakla beraber bulantı hissi ve çevredeki nesnelere çarpma riskini de artırabilir. Düşme veya çevrede bulunan nesnelere çarpma riskini azaltmak için güvenli bir alan oluşturulması gerekmektedir. Çocuklarda sanal gerçeklik gözlüğü oturur pozisyonda uygulansa bile sağlık personeli tarafından izlenmesi önerilmektedir (Won ve ark., 2017).

2.1. Sanal Gerçeklik Gözlüğünün Pediatri Hemşireliğinde Kullanım Alanları

Ağrı yaralanma, hastalık veya tıbbi tanı ve tedaviden temel alan birey için hoş olmayan ve zararlı uyaranlara verilen bir tepkidir ve kapı kontrol teorisine göre ağrının varlığı ve şiddeti, omurilikte bulunan nosiseptif mekanizmalar tarafından kontrol edilmektedir (Arane ve ark., 2017; Eroğlu ve Arslan, 2018). Nonfarmakolojik yöntemlerden biri olan ve kapı kontrol mekanizmasının uyarılmasını sağlayan dikkati başka yöne çekme uygulamalarından sanal gerçeklik gözlüğü kullanımı ağrı kontrolü sağlayabilen bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Ferraz-Torres ve ark., 2022). Sanal gerçeklik gözlüğü uygulaması, opioid analjezikler gibi C liflerileyle taşınan ağrı sinyallerini bloke etmez aksine dikkat, konsantrasyon, hafıza, duygu ve diğer duyular aracılığıyla ağrı algısı ve uyarısı üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak regüle edici etki gösterir (Ang ve ark., 2021). Sanal gerçeklik gözlüğü uygulamasının, ağrı kontrolündeki etkisi ile bireyin dikkat kapasitesi ve dikkatini yönlendirebilmesi birbiriyle doğru orantılıdır. Çünkü birey sanal gerçeklik gözlüğü ile yeterli ve yüksek düzeyde etkileşime girerek dikkatinin bir kısmını sanal ortama yönlendirebilirse, gelen ağrı uyaranlarına daha yavaş tepki verecektir (Arane ve ark., 2017).

Benzer şekilde uygulanacak olan tıbbi işlemlere ilişkin bilgi eksikliği ve belirsizlikler, tıbbi girişimler sırasında yaşanabilecek ağrı ve özellikle çocuklarda invaziv girişimler anksiyete ve korkuya neden olabilmektedir (Yılmaz, 2021). Anksiyetenin tedavisinde anksiyolitikler, uzun dönemde antidepresanlar gibi farmakolojik yöntemler kullanılmaktadır. Fakat anksiyolitiklerin istenmeyen yan etkileri nedeniyle her hasta için ve özellikle de çocuklar için kullanımı uygun olmayabilir (Bandelow ve ark., 2017). Dolayısıyla anksiyete yönetiminde de sanal gerçeklik gözlüğü kullanımı gereklilik kazanmıştır. Sanal gerçeklik gözlüğü ile hasta, anksiyeteye neden olabilecek çevresel etkenlerden izole edilerek sanal ortamın içine girmesini ve gerçek gibi hissetmesini sağlayarak olumlu bir ortam yaratılmaktadır. Böylece hasta dikkatini sanal ortamdaki görüntüye odaklar ve amigdalada anksiyeteye ilişkin gelen uyarının işlenme sürecini yavaşlatır. Sanal gerçeklik gözlüğü kullanımında dikkat, anksiyeteden başka

yöne çekilerek bireyin anksiyete ve ağrı algılama düzeyini azaltarak etki göstermektedir (Yılmaz, 2021).

Ağrı ve anksiyete yönetiminde sanal gerçeklik gözlüğü kullanılmasındaki amaç, hastaların izledikleri sanal ortama dahil olması ve ortamın içinde bulunduğunu gerçekçi bir şekilde hissetmesini sağlamaktır. Hastanın sanal ortam görüntülerine dahil olması, hastane uyaranlarından uzaklaşıp olumsuz durumların azalması ile doğru orantılıdır. Bu yöntemle birlikte hastalar dikkatini içinde bulunduğu sanal ortam görüntülerine odaklayarak ağrı ve anksiyetenin daha az algılanması sağlanmaktadır (Yılmaz, 2021).

2.2. Sanal Gerçeklik Gözlüğü ile Yapılan Çalışmalar

Araştırmanın yazarı, yılı, tipi	Araştırmanın amacı	Araştırmanın yeri/örneklemi	Veri toplama araçları	Girişim	Sonuçları
Akarsu ve ark., 2023 Randomize kontrollü deneysel araştırma	İki farklı sanal gerçeklik videosunun çocuklarda venöz kan alma işlemi sırasında oluşan ağrı, korku ve anksiyete düzeyine olan etkisini değerlendirmişlerdir.	Bir eğitim ve araştırma hastanesinin çocuk kan alma biriminde Haziran-Temmuz 2022 tarihleri arasında başvuru yapan 7-12 yaş arasındaki 153 çocuk ve ebeveynler	Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği Çocuk Korku Ölçeği Çocuk Anksiyete Skalası-Durumluluk Ölçeği Bilgi Formu	Deney grubu 1 VR- su kayağı, deney grup 2 VR-doğada yürüyüş uygulaması izletilerek kan alma işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sırasında anket ve ölçekler uygulanmıştır.	Deney grubu 1 ve 2'de yer alan çocuklarda kontrol grubuna kıyasla ağrı, anksiyete, korku düzeyini azaltmada etkili olduğu fakat iki farklı sanal video grubunda ağrı, anksiyete, korku düzeylerinde anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur.
Yılmaz ve Canbulat Şahiner, 2022 Prospektif randomize kontrollü bir klinik çalışma	Venöz flebotomi sırasında çocuklarda prosedürel ağrı ve anksiyetenin giderilmesi üzerine Buzzy ve sanal gerçeklik yöntemi etkilerini değerlendirmişlerdir.	Bandırma devlet hastanesi flebetomi biriminde 1 Kasım 2017-31 Ağustos 2018 tarihleri arasında 7-12 yaşları arasında toplam 119 çocuk	Bilgi formu Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği Çocuk Korku Ölçeği	Grup 1 Buzzy, grup 2 VR grubu ve grup 3 kontrol grubudur. VR ve Buzzy uygulaması işlem sonlanana kadar toplam 3 dakika uygulanmıştır.	Kontrol grubuna kıyasla ağrı ve anksiyete seviyesi VR ve Buzzy grubunda daha düşük bulunmakla birlikte en az düzey VR grubunda olduğu bulunmuştur.
Kanand ve ark., 2024 Randomize kontrollü çalışma	Hematoloji ve onkoloji polikliniğindeki pediatrik hastalarda kan alma işlemi sırasında sanal gerçekliğin ağrı, korku ve duygusal görünüm üzerine etkisini değerlendirmişlerdir.	4-12 yaşları arasında toplam 69 çocuk	Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği Çocukların Duygusal Tezahürleri Ölçeği Çocuk Korku Ölçeği	Deney grubundaki çocuklara Epic Rollar Coasters uygulaması işlemden 2 dakika önce başlatılmış ve işlem tamamlanana kadar sürdürülmüştür.	VR grubundaki çocukların ağrı, korku ve duygusal davranış puanlarının daha düşük ve anlamlı bulunmuştur.

Koç ve polat, 2020 Randomize kontrollü bir çalışma	Çocuklarda ven ponksiyonu sırasında sanal gerçeklik gözlüğü ve kaleydoskopun ağrı algısı ve anksiyete üzerindeki etkisini incelemişlerdir.	4-10 yaşları arasında toplam 135 çocuk	Wong-Baker Yüzler Ağrı Ölçeği Görsel Analog Ölçeği Çocuk Korku Ölçeği	Sanal gerçeklik gözlüğü grubunda çocuklardan işlem sırasında izlemesi için bir video seçmeleri istenmiştir. Kaleydoskop grubunda ise çocuklara işlem başlangıcından sonlanana kadar bakmaları için bir kaleydoskop verilmiştir	Kontrol grubuna kıyasla ağrı ve anksiyete skorları sanal gerçeklik gözlüğü ve kaleydoskop grubunda anlamlı derecede daha düşük bulunmakla birlikte en düşük skor sanal gerçeklik gözlüğü bulunmuştur.
Zavlanou ve ark., 2024 Randomize kontrollü bir çalışma	Pediatrik popülasyonda damardan kan alma işlemi sırasındaki ağrı ve anksiyetenin yönetilmesinde tablet ve etkileşimli sanal gerçekliğin karşılaştırmalı etkinliğini araştırmışlardır	Yaşları 5 ile 12 arasında değişen toplam 50 çocukla çalışılmıştır	Yüzler Ağrı Ölçeği Derecelendirme-grafik derecelendirme ölçeği	Hem sanal gerçeklik gözlüğünde hem de tablette kullanılabilecek, kan alma prosedürleri ile senkronize bir oyun geliştirmişlerdir. Her iki gruptaki çocuklar aynı oyunu oynamışlardır.	Tablet ve sanal gerçeklik gözlüğü grupları arasında hissedilen en kötü ağrı, ağrıyı düşünmek için harcanılan süre, işlemden rahatsızlık duyma ve çocuğun kendi kendini değerlendirdiği kaygı skorlarında düşüş vardır ama aralarında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
Wong ve Choi,2023 Randomize kontrollü klinik bir çalışma	Damar yolu açılma işlemi sırasında pediatrik hastaların deneyimlediği ağrı, anksiyete ve stresin azaltılmasında sürükleyici sanal gerçekliğin etkilerini incelemişlerdir.	Yaşları 4 ile 12 arasında değişiklik gösteren toplam 149 pediatrik hasta ile çalışılmıştır	Gözden Geçirilmiş Yüz Ağrı Ölçeği Görsel Analog Skalası	Deney grubuna sürükleyici sanal gerçeklik uygulanmıştır. Damar yolu müdahalesinden 5 dakika önce video başlatılmış ve işlem sonlanana kadar devam etmiştir.	Sanal gerçeklik grubundaki hastaların ağrı, anksiyete skoru anlamlı derecede daha düşük, kalp atış hızı ve tükürük kortizol seviyesinde azalma görülmüş fakat anlamlı bulunmamıştır.
Merino-Lobato ve ark., 2023 Sistematik inceleme ve bir meta analiz çalışması	Pediyatrik popülasyonda damar yolu açılma işleminin sebep olduğu ağrı ve anksiyetenin yönetiminde kullanılan dikkat dağıtma yöntemlerinden sanal gerçeklik ve buzzy uygulamasını karşılaştırmışlar ve etkinliğini değerlendirmişlerdir.	İspanyolca veya İngilizce, 2017-2022 yılları arasında yayımlanmış çalışmalar taranmıştır. Araştırmaya toplam 21 çalışma dahil edilmiş ve 10 tanesi meta-analiz kriterlerini karşılamıştır.			Çalışmalar değerlendirildiğinde sanal gerçeklik ve Buzzy uygulamasının ağrıyı ve anksiyeteyi azaltmadaki etkinliği, standart bakım uygulanan kontrol grubuna göre etkili bulunduğu belirlenmiştir. Fakat sanal gerçeklik ve buzzy uygulaması karşılaştırıldığında, her iki yöntem

					arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.
Gold ve ark., 2024 Randomize kontrollü bir çalışma	Pediatrik hastalarda intravenöz kateter yerleştirmede ortaya çıkan ağrı ve anksiyeteyi yönetmek için sanal gerçeklik gözlüğünün etkinliğinde, benzersiz hasta özelliklerinin ve sanal gerçekliğe dalma düzeyinin etkisini araştırmışlardır.	Yaşları 10 ile 21 arasında değişiklik gösteren toplam 252 pediatrik hasta ile gerçekleştirilmiştir.	Yüzler Ağrı Ölçeği-Revize Görsel Analog Ölçek Çocuklar Kaygı Duyarlılığı İndeksi Gold-Rizzo Dalma ve Varlık Envanteri	Sanal gerçeklik grubundaki pediatrik hastalar, BearBlast adı verilen sanal gerçeklik oyununu oynamışlardır.	Sanal gerçeklik gözlüğü müdahalesinde, oyuna dalma seviyesinin yüksek olmasının işlem sonrası ağrı ve anksiyeteyi azalttığı belirtilmiştir. Dalma seviyesi, yüksek anksiyete duyarlılığı bildiren hastalar için daha güçlü bulunmuştur.
Şen, 2022 Randomize kontrollü bir çalışma	Pediatrik hastalarda intravenöz kateter yerleştirme işlemi sırasında kullanılan sanal gerçeklik gözlüğünün çocuğun duygusal yanıtlarına etkisini araştırmıştır.	Yaşları 7 ile 12 arasında değişiklik gösteren toplam 102 pediatrik hasta ile çalışmıştır.	Çocuklar İçin Tanıtıcı Veri Formu Çocuklar İçin Duygusal Görünüm Ölçeği	Tıbbi prosedür başlangıcı olan turnike bağlama işlemiyle çocuğun seçtiği video sanal gerçeklik gözlüğü ile çocuğa izletilmeye başlamıştır. İşlem tamamlandığında video sonlandırılmıştır.	Deney grubundaki çocukların Duygusal Görünüm Ölçeği puanları anlamlı düzeyde daha düşük bulunmuştur. 7-8 yaş grubunda olan çocuklar için duygusal görünüm ölçeği puanları, 11-12 yaş grubunda olanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur.
Kaya ve Kahraman Özlü, 2023 Randomize kontrollü bir çalışma	Sanal gerçeklik uygulamasının çocuklarda yanık pansumanı sırasında ağrı, anksiyete ve korku üzerine etkisini incelemişlerdir.	Yaşları 7 ve 12 arasında değişen toplam 65 çocukla çalışılmıştır.	Wong-Baker FACES Ağrı Derecelendirme Ölçeği Çocuk Korku Ölçeği Çocuklar İçin Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri	Deney grubuna "Merry Snowballs VR" uygulaması işlem sonuna kadar izletilmiştir. Ayrıca çalışmada, işlem öncesi ve sonrası oksijen satürasyonu ve kalp atış hızı ölçümleri kaydedilmiştir.	VR grubunda ağrı, korku ve anksiyete şiddeti daha az bulunmuştur. VR grubunda kalp atış hızı anlamlı derecede daha düşük bulunurken oksijen satürasyonunda anlamlı bir fark bulunmamıştır.
Jain ve ark.,2024 Randomize kontrollü bir çalışma	Pediyatrik hastalarda yanık pansumanı sırasında ağrının azaltılmasında sanal gerçeklik gözlüğünün etkinliğini incelemişlerdir.	Yaşları 6 ve 17 arasında değişen toplam 90 çocuk üzerinde çalışmışlardır.	Araştırmacıların kendi geliştirdikleri VR-PAT (VR Pain Alleviation Therapeutics)	Aktif sanal gerçeklik, pasif sanal gerçeklik ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Pasif sanal gerçeklik grubu aktif sanal gerçeklik grubuyla aynı sanal ortama dalmışlardır fakat sanal gerçeklik oyunuyla etkileşime girmemişlerdir.	Sanal gerçeklik oyununun etkileşim, gerçeklik, eğlence, katılım özelliklerinden sadece etkileşim özelliğinin ağrı üzerinde doğrudan ve anlamlı bir etki ettiği görülmüştür

Hoffman ve ark., 2020 Randomize kontrollü bir çalışma	Büyük ve ciddi yanık yaraları olan çocuklarda yanık yarası debridmanı sırasında sanal gerçekliğin ve standart analjezik ağrı kesici ilaçların etkisini karşılaştırmışlardır.	Yaşları 6 ile 17 arasında değişen toplam 50 çocukla çalışılmıştır.	Grafik Derecelendirme Ölçekleri	Sanal gerçeklik grubuna ağrı kesici ilaç ve sanal gerçeklik (SnowWorld görüntüleri) uygulanırken kontrol grubuna sadece ağrı kesici ilaçlar (opioid veya oral benzodiazepinle kombine edilmiş opioidler) uygulanmıştır.	Ciddi yanıkları olan pediyatrik hastalarda sanal gerçekliğin yara bakımı sırasında en kötü ağrı oranlarını önemli ölçüde azalttığı ve bu zorlu hasta popülasyonunda sanal gerçekliğin yan etkisi olmadan kullanılmasının mümkün olduğu söylenebilmektedir
Ali ve ark., 2022 Randomize kontrollü bir çalışma	Yanık yaralanması olan çocuklarda fiziksel rehabilitasyon programına sanal gerçeklik eklemenin çocuklarda ağrı ve hareket açıklığı (ROM) üzerine anlık etkisini incelemişlerdir.	Yaşları 9 ile 16 arasında değişmekte olan, 2. Derece derin kısmi kalınlıkta TBSA yanığı olan toplam 22 çocuk üzerine çalışılmıştır.	Görsel analog ölçeği Etkilenen eklemlerin hareket açıklığının değerlendirilmesi için ise elektronik dijital gonyometre	Her hastaya farmakolojik protokol uygulanmakla birlikte deney grubuna seans boyunca 20 dakika boyunca aynı egzersiz programına ek olarak sanal gerçeklik Oculus uygulanmıştır.	Deney grubunda ağrı yoğunluğu anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur. Benzer şekilde hareket açıklığı müdahale grubunda, kontrol grubuna göre anlamlı bir fark bulunmuştur.
Nemetski ve ark., 2022 Kör olmayan, gözlemsel, pilot bir çalışma	Pediyatrik acil serviste yırtık onarımı sırasında anksiyoliz olarak sanal gerçeklik kullanımının etkisini incelemişlerdir.	Yaşları 5 ve 13 arasında değişiklik gösteren toplam 43 örneklem grubuyla çalışılmıştır.	Görsel analog skala Yale Ameliyat Öncesi Anksiyete Ölçeği	Deney grubu sütur işlemi sırasında KindVR (Alameda, CA) platformunu kullanarak sürükleyici bir sanal gerçeklik oyunu oynamışlardır.	Hastaların %80'inin kayıt ile ilk dikiş arasında anksiyete skorları azalmış ve işlem boyunca anksiyete skorlarında benzer düşüş eğilimleri kaydedilmiştir.
Goldman ve Behboudi,2021 Prospektif randomize kontrollü bir çalışma	Pediyatrik acil servislerde laserasyon onarımında ağrı ve anksiyete yönetiminde standart bakım ile sanal gerçekliği karşılaştırmışlardır.	Yaşları 6 ile 16 arasında değişiklik gösteren toplam 62 çocukla çalışılmıştır.	Wong Baker Yüz Ağrısı Derecelendirme Ölçeği Venham Durumsal Anksiyete	Deney grubuna işlem başlamadan lokal anestezi başlamasından hastayla daha fazla temasın gerektirmediği zamana kadar geçen süre içinde sanal gerçeklik gözlüğü verilmiş ve Roller Coaster uygulaması sağlanmıştır. Kontrol grubuna ise standart bakım, müzik dinlemek, tablet veya akıllı telefon gibi dikkat dağıtıcı araçlar uygulanmıştır.	Gruplar arasında İşlem sonrası ağrı ve anksiyete skorları çok düşük ve benzer bulunmuştur. Çocuklar sanal gerçeklik deneyimini standart bakıma göre daha keyifli bulmuşlardır.
Chiu ve ark.,2023 randomize kontrollü bir çalışma	ALL tedavisinde kullanılan intramüsküler yolla L-asparaginaz tedavisi gören çocuklarda ağrıyı	Yaşları 6 ile 18 arasında değişiklik gösteren toplam 14 çocukla çalışılmıştır.	Sayısal derecelendirme Ölçeği	Deney grubuna işlem boyunca sanal bir manzara gezisi yapmışlardır.	Deney grubundaki çocukların ağrı skorunda anlamlı bir düşüklük olduğu ve ağrılarının şiddetlenmediği,

	azaltmada sanal gerçekliğin etkisini araştırmışlar.				tedavi süresinin kısaldığı, tedaviye uyumu kolaylaştırdığı görülmüştür.
Chang ve ark., 2022 Pilot rastgele kontrollü bir çalışma	Birinci basamaktaki çocuklarda aşılama sırasında sanal gerçeklik gözlüğü kullanımının fizibilitesini değerlendirmişlerdir. İkincil amaç olarak ise sanal gerçekliğin, çocuklar arasında ağrı ve kaygıyı hafifletmede, ebeveynlerin ve aşılama sırasında hemşirelerin kaygısının azaltılmasında, standart bakıma kıyasla etkinliğini belirlemek istemişlerdir.	Yaşları 4 ve 10 arasında değişiklik gösteren toplam 30 çocukla çalışılmıştır.	Gözden Geçirilmiş Yüzler Ağrı Ölçeği Çocukların Korku Ölçeği Ebeveynler ve hemşirelerin kaygı düzeyi ise Görsel Analog Skala	Deney grubuna çocuklara aşı odasına girdikten sonra sanal gerçeklik gözlüğü takılarak animasyon izletilmiştir. Kontrol grubuna ise standart bakım uygulanmıştır.	Deney ve kontrol grubunda ağrı skorlarında anlamlı bir fark saptanmamıştır fakat korku skorlarında önemli oranda azalma görülmüştür. Ebeveynlerin kaygı düzeyi deney grubunda anlamlı bir düzeyde azalma görülmüştür. Hemşirelerin kaygı düzeyinde ise iki grup arasında anlamlı bir fark görülmemiştir.
Althumairi ve ark., 2021 Kesitsel bir çalışma	Çocuklarda aşılama sırasında ağrı ve korkuyu azaltmada sanal gerçeklik gözlüğü kullanımının etkinliğini değerlendirmişlerdir.	Yaşları 4 ve 6 arasında değişen toplam 104 çocukla çalışılmıştır.	Wong – Baker FACES Ağrı Ölçeği Çocuk Korku Ölçeği	Deney grubuna iki dakikalık animasyonlu, tıbbi müdahalelerle senkronize macera hikayesi izletilmiştir.	Deney grubunda, kontrol grubuna kıyasla ağrı ve korku skorları anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur.
Ellorton ve ark., 2023 Randomize kontrolü bir çalışma	Rutin dört yaş aşısı olan çocuklarda aşılamada iğne kaynaklı ağrı ve sıkıntıyı azaltmada sanal gerçeklik ve standart bakımı karşılaştırmışlardır.	Yaşları dört olan toplam 87 çocukla çalışılmıştır.	Gözden Geçirilmiş Yüz Ağrı Ölçeği Görsel analog ölçek	Deney grubu standart bakıma ek olarak sanal gereklik uygulaması alırken, kontrol grubu sadece standart bakım almıştır.	İki grup arasında çocuğun kendi kendine değerlendirdiği ağrı skorlarında bir fark görülmemiştir.
Jivraj ve ark., 2020 Randomize kontrollü bir çalışma	Yaygın ortopedik ayakta tedavi prosedürlerine maruz kalan pediatrik hastalarda ağrı, anksiyete ve korkunun azaltılmasında sanal gerçeklik gözlüğünün etkinliğini incelemişlerdir.	Yaşları 4 ile 18 arasında değişiklik gösteren toplam 90 çocukla çalışılmıştır. Çocukların yaşlara göre psikososyal gelişimleri farklılık gösterdiği için çocuklar 4-7 yaş, 8-12 yaş ve 13-18 yaş olmak üzere sınıflandırılmıştır.	Çocukların Duygusal Tezahür Ölçeği Kısa Durum Kaygı Envanteri Ölçeği	Deney grubuna standart bakıma ek olarak sanal gerçeklik gözlüğü ile Snowthrow oyunu oynatılmıştır.	İşlem sonrası ve işlem içi anksiyete VR grubunda daha düşük bulunmuştur.
Desai ve ark., 2024	Ortopedik tıbbi prosedürlere maruz kalan pediatrik	Yaşları 5 ile 17 arasında değişiklik gösteren toplam 95	Wong Baker Yüzler Ağrı Ölçeği	Çalışmada alçı çıkarma, alçı uygulaması, perkütan	Hem toplam örneklemde hem de alçı çıkarılma

Randomize prospektif bir çalışma	hastalarda ağrı ve anksiyetenin azaltılmasında kullanılan dikkat dağıtıcı yöntemlerden sanal gerçeklik gözlüğünün etkisini değerlendirmişlerdir.	hastayla çalışılmıştır.	Görsel Analog Skala	kemik pini çıkarma ve kırık redüksiyonu uygulanmıştır. Deney grubuna işlem boyunca sanal gerçeklik gözlüğü uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise standart bakım uygulanmıştır.	örnekleminde sanal gerçeklik gözlüğü uygulanan müdahale grubunda, kontrol grubuna kıyasla algılanan ağrı anksiyete skorları anlamlı olmasa daha düşük bulunmuştur.
Richey ve ark., 2022 Randomize kontrollü bir çalışma	Pediyatrik popülasyonda ortopedik ayakta tedavi prosedürleri ile ilişkili ağrı, anksiyete ve korkunun azaltılmasında sanal gerçeklik gözlüğünün etkinliğinin değerlendirmişlerdir .	Toplam 129 hasta ile çalışılmıştır.	Sayısal Değerlendirme Ölçeği Çocuk Anksiyete Skalası-Durumluluk Çocuk Korku Ölçeği	Deney grubuna işlem boyunca sanal gerçeklik gözlüğü uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise standart bakım uygulanmıştır.	Deney grubunda, kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde daha düşük ağrı, anksiyete ve korku skorlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çocuklar ve ebeveynler yüksek memnuiyet skorları bildirmişlerdir.
Rygh ve ark., 2023 Karma yöntemli, ön-son test yaklaşımının kullanıldığı bir pilot etkinlik çalışması	Pediatrik onkolojik popülasyonda port erişim prosedürleri geçiren çocuklarda sanal gerçeklik uygulamasının kullanılabilirliğini değerlendirmişlerdir.	Yaşları 4 ile 17 arasında değişiklik gösteren toplam 24 pediatrik hasta ile çalışılmıştır.	Yüzler Ağrı Ölçeği-Revize Görsel Analog Skala Yarı yapılandırılmış görüşme	Deney grubuna sanal gerçeklik gözlüğü uygulamasında yaşlarına uygun olarak bir oyun seçme imkânı ve istedikleri zaman sanal gerçeklik gözlüğünü çıkarmalarına izin verilmiştir.	Küçük çocukların ağrı skorlarında anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Benzer şekilde çocuk ve ebeveynlerin anksiyete skorlarında anlamlı bir azalma görülmüştür.
Savaş ve ark., 2024 Randomize kontrollü bir çalışma	Pediatrik onkoloji hastalarında port kateter iğnesi yerleştirilmesi sırasında biyofeedback tabanlı sanal gerçeklik oyununun ağrı, korku ve anksiyete düzeylerine etkisini araştırmışlardır.	Yaşları 6 ile 12 arasında değişiklik gösteren toplam 62 pediatrik hasta ile çalışılmıştır.	Wong-Baker Yüzler Ağrı Değerlendirme Ölçeği Çocuk Korku Ölçeği Çocuk Anksiyete Ölçeği, Durumluluk ADXL354 Sensörü ve Memnuniyet Puanlaması Görsel Analog Ölçeği	Deney grubunaprosedür başlangıcından iki dakika önce sanal gerçeklik gözlüğü ve solunum sensörü yerleştirilmiş ve işlem tamamlanana kadar devam etmiştir. Sanal gerçeklik gözlüğü grubunda pediatrik popülasyon için geliştirilen biofeedback tabanlı sanal gerçeklik oyunu BioVirtualPed kullanılmıştır.	Deney ve kontrol grubunda korku ve anksiyete skorları müdahale grubunda daha düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca deney grubunda ortalama solunum hızı daha düşük ve memnuniyet skorları daha yüksek bulunmuştur.
Gerçeker ve ark., 2018 Randomize kontrollü deneysel çalışma	Flebotomi sırasında 7-12 yaş arası çocuklarda VR ve haricî soğuk ve vibrasyon yöntemlerinin ağrı skorları üzerindeki	7-12 yaş arası pediatrik hasta ile çalışılmıştır.	Demografik form Wong-Baker Yüzler Ağrı Değerlendirme Ölçeği	VR grubuna kendi seçtikleri çizgi film VR gözlük aracılığıyla izletilmiştir. Dış soğuk ve titreşim grubuna kan alma işleminden hemen önce Buzzy uygulaması alanın 5	VR ve Buzzy grubunda ağrı skorları kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Fakat VR ve Buzzy grupları arasında

	etkilerini değerlendirmektir.			cm yukarısına uygulanmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmamıştır.	anlamlı bir fark bulunmamıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Pediyatrik popülasyonda en sık akut ağrı ve anksiyete nedeni tıbbi prosedürler olduğu bilinmektedir. Özellikle enjeksiyon ile ilişkili hemşirelik girişimleri çocuklar için oldukça ağrılı ve stresli bir deneyim olmaktadır. Son yıllarda gelişen teknoloji ile, dikkati başka yöne çekme tekniklerinden biri olan sanal gerçeklik gözlüğünün ağrı ve anksiyete yönetiminde kullanımı popülerlik kazanmıştır. Sağlık alanında eğitim ve öğretimin dışında ağrı ve anksiyete yönetimine yönelik başlangıçta kan alma, damar yolu açılması gibi işlemlerde kullanılsa da bu çalışmada yer verilen araştırmalar doğrultusunda farklı hemşirelik girişimlerinde kullanımı görülmüştür. Bu çalışmada yer verilen araştırmalardan yol çıkarak hemşirelik girişiminde sanal gerçeklik gözlüğünün ağrı, anksiyete ve korkunun azaltılmasında etkili ve yan etki oranının çok düşük olması sebebiyle güvenli bir yöntem olduğu söylenebilir. Sanal gerçeklik gözlüğü çocuklar için oldukça ilgi çekici ve keyifli bir deneyim kazandırdığı ve aynı zamanda ebeveynlerin memnun olduğu görülmüştür. Benzer şekilde hemşirelerin, sanal gerçeklik gözlüğü kullanımının işlem süresini azaltması, işlemin daha kolay uygulanması, ucuz maliyetli, klinikte uygulanması kolay olması gibi pozitif nedenlerle desteklediklerini görülmektedir.

KAYNAKÇA

Akarsu, Ö., Us, M. C., Semerci, R., Bayrak, Ö., Damar, D., Mecihan, D., (2023). The Effect of Two Different Virtual Reality Videos on Pain, Fear, And Anxiety During a Venous Blood Draw in Children: A Randomized Controlled Study. Pediatric Practice and Research, 11(3), 164-170.

Aktura, S. Ç., Sarıtaş, S. Ç., Sarıtaş, S., (2022). Ağrı ve Anksiyete Yönetiminde Sanal Gerçeklik. Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(2), 301-312.

Ali, R. R., Selim, A. O., Ghafar, M. A. A., Abdelraouf, O. R., Ali, O. I., (2022). Virtual Reality As A Pain Distractor During Physical Rehabilitation İn Pediatric Burns. Burns, 48(2), 303-308.

Althumairi, A., Sahwan, M., Alsaleh, S., Alabduljobar, Z., Aljabri, D., (2021). Virtual Reality: Is It Helping Children Cope with Fear and Pain During Vaccination?. Journal Of Multidisciplinary Healthcare, 14, 2625–2632.

Ang, S. P., Montuori, M., Trimba, Y., Maldari, N., Patel, D., Chen, Q. C., (2021). Recent Applications of Virtual Reality for The Management of Pain in Burn and Pediatric Patients. Current Pain and Headache Reports, 25, 1-8.

Arane, K., Behboudi, A., Goldman, R. D., (2017). Virtual Reality For Pain And Anxiety Management in Children. Canadian Family Physician, 63(12), 932-934.

Bandelow B, Michaelis S, Wedekind D., (2017). Treatment Of Anxiety Disorders. Dialogues İn Clinical Neuroscience, 19(2), 93.

Bayraktar, E., Kaleli, F., (2007). Sanal Gerçeklik ve Uygulama Alanları. Akademik Bilişim, 1(6).

Birnie, K. A., Noel, M., Parker, J. A., et al, (2014). Systematic Review And Meta-Analysis Of Distraction And Hypnosis For Needle-Related Pain And Distress İn Children And Adolescents. J Pediatr Psychol, 39, 783–808.

Camacho-Cruz, J., Palacios-Ariza, M. A., Orrego-Celestino, L., Valbuena-Velandia, N., Paez-Castellanos, L., Bolaños, J. M., Pradilla, I., (2023). Effectiveness Of Non-İmmersive Virtual Reality İn The Management Of Procedure-Related Pain İn Preschool Children: A Randomized Clinical Trial. European Journal Of Pediatrics, 182(9), 4103–4112.

Chang, Z. Y., Kang, G. C., Koh, E. Y. L., Fong, R. J. K., Tang, J., Goh, C. K., Tan, N. C., (2022). Immersive Virtual Reality in Alleviating Pain and Anxiety in Children During Immunization in Primary Care: A Pilot Randomized Controlled Trial. Frontiers İn Pediatrics, 10, 847257.

Chiu, C. C., Lin, Y. T., Wang, Y., Chang, T. Y., Wen, Y. C., Hsiao, Y. W., Chen, S. H., Jaing, T. H., (2023). Immersive Virtual Reality to Distract From Pain in Children Treated With L-asparaginase by Intramuscular Injection. Cureus, 15(1), e34317.

Desai, B., Newcomb, N., Plost, B., Waldron, S., Sarkar, K., Haber, L., (2024). Virtual Reality Use İn Pediatric Patients For Orthopedic Clinical Procedures: A Randomized Prospective Trial Of Efficacy. Journal of Children's Orthopaedics, 18632521241254707.

Ellerton, K., Tharmarajah, H., Puleio, D., Medres, R., Brown, L., Ringelblum, D., Vogel, K., Dolphin, A., McKellar, S., Bridson, F., Paul, E., John-White, M., Craig, S., (2023). Virtual Reality for Immunisation (VRIMM) Pain İn Young Children: Results Of A Randomised Controlled Trial İn General Practice. Australian Journal Of General Practice, 52(10), 704–710.

Eroğlu, A., Arslan, S., (2018). Yenidoğanda Ağrının Algılanması, Değerlendirilmesi ve Yönetimi. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1), 52-60.

Ferraz-Torres, M., San Martín-Rodríguez, L., García-Vivar, C., Soto-Ruiz, N., Escalada-Hernández, P., (2022). Passive or Interactive Virtual Reality? The Effectiveness for Pain and Anxiety Reduction in Pediatric Patients. Virtual Reality, 26(4), 1307-1316.

Gerçeker, G. Ö., Binay, Ş., Bilsin, E., Kahraman, A., Yılmaz, H. B., (2018). Effects of Virtual Reality and External Cold and Vibration on Pain in 7- to 12-Year-Old Children During Phlebotomy: A Randomized Controlled Trial. Journal of perianesthesia nursing : official journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses, 33(6), 981–989. https://doi.org/10.1016/j.jopan.2017.12.010

Gold, J. I., Akbar, K. M., Avila, S., Ngo, N. H., Klein, M. J., (2024). Exploring Relations Between Unique Patient Characteristics and Virtual Reality Immersion Level on Anxiety and Pain in Patients Undergoing Venipuncture: Secondary Analysis of a Randomized Control Trial. Journal Of Medical Internet Research, 26, e53196.

Goldman, R. D., Behboudi, A., (2021). Pilot Randomized Controlled Trial of Virtual Reality vs. Standard-of-Care During Pediatric Laceration Repair. Journal Of Child & Adolescent Trauma, 14(2), 295–298.

Hartling, L., Ali, S., Dryden, D.M., et al, (2016). How Safe Are Common Analgesics For The Treatment Of Acute Pain For Children? A Systematic Review. Pain Res Manag, 5346819.

Hoffman, H. G., Patterson, D. R., Rodriguez, R. A., Peña, R., Beck, W., & Meyer, W. J., (2020). Virtual Reality Analgesia For Children With Large Severe Burn Wounds During Burn Wound Debridement. Frontiers İn Virtual Reality, 1, 602299.

Huang, Q., Lin, J., Han, R., Peng, C., Huang, A., (2022). Using Virtual Reality Exposure Therapy in Pain Management: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Value İn Health : The Journal Of The International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research, 25(2), 288–301.

İnal, S., Canbulat, N., (2015). Çocuklarda İşlemsel Ağrı Yönetiminde Dikkati Başka Yöne Çekme Yöntemlerinin Kullanımı. Güncel Pediatri, 13(2), 116-121.

Jain, S., Armstrong, M., Luna, J., Thakkar, R. K., Fabia, R., Groner, J. I., ... & Xiang, H., (2024). Features Of Virtual Reality İmpact Effectiveness Of Vr Pain Alleviation Therapeutics İn Pediatric Burn Patients: A Randomized Clinical Trial. PLOS Digital Health, 3(1), e0000440.

Jivraj, B. A., Schaeffer, E., Bone, J. N., Stunden, C., Habib, E., Jacob, J., Mulpuri, K., (2020). The Use Of Virtual Reality İn Reducing Anxiety During Cast Removal: A Randomized Controlled Trial. Journal of Children's Orthopaedics, 14(6), 574-580.

Kanad, N., Gerçeker, G. Ö., Eker, İ., Susam, H. Ş., (2024). The Effect Of Virtual Reality On Pain, Fear And Emotional Appearance During Blood Draw İn Pediatric Patients At The Hematology-Oncology Outpatient Clinic: A Randomized Controlled Study. European Journal of Oncology Nursing, 68, 102495.

Kaya, M., Özlü, Z. K., (2023). The Effect Of Virtual Reality On Pain, Anxiety, And Fear During Burn Dressing İn Children: A Randomized Controlled Study. Burns, 49(4), 788-796.

Kelly, J. W., (2023). Distance Perception in Virtual Reality: A Meta-Analysis of the Effect of Head-Mounted Display Characteristics. IEEE Transactions On Visualization And Computer Graphics, 29(12), 4978–4989.

Merino-Lobato, C., Rodríguez-Gallego, I., Pabón-Carrasco, M., Romero-Castillo, R., Jiménez-Picón, N., (2023). Virtual reality vs. Buzzy®. Efficacy in pain and anxiety management during pediatric venipuncture. Systematic review and meta-analysis. Journal of pediatric nursing, 73, 22–33.

Nemetski, S. M., Berman, D. I., Khine, H., Fein, D. M., (2022). Virtual Reality as Anxiolysis During Laceration Repair in the Pediatric Emergency Department. The Journal Of Emergency Medicine, 63(1), 72–82. https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2022.01.025

Özkan, T. K., Polat, F., (2020). The Effect Of Virtual Reality And Kaleidoscope On Pain And Anxiety Levels During Venipuncture İn Children. Journal of PeriAnesthesia Nursing, 35(2), 206-211.

Piskorz, J., Czub, M., (2018). Efectiveness Of A Virtual Reality İntervention To Minimize Pediatric Stress And Pain İntensity During Venipuncture. J Spec Pediatr Nurs, 23, e12201.

Richey, A. E., Hastings, K. G., Karius, A., Segovia, N. A., Caruso, T. J., Frick, S., Rodriguez, S., (2022). Virtual Reality Reduces Fear And Anxiety During Pediatric Orthopaedic Cast Room Procedures: A Randomized Controlled Trial. Journal of Pediatric Orthopaedics, 42(10), 600-607.

Rygh, L., Johal, S., Johnson, H., Karlson, C. W., (2023). Virtual Reality for Pediatric Oncology Port-A-Cath Access: A Pilot Effectiveness Study. Journal of Pediatric Hematology/Oncology Nursing, 40(6), 379-385.

Savaş, E. H., Semerci, R., Bayram, C., (2024). The Effect Of A Biofeedback-Based Virtual Reality Game On Pain, Fear And Anxiety Levels During Port Catheter Needle İnsertion İn Pediatric Oncology Patients: A Randomized Controlled Study. European Journal Of Oncology Nursing : The Official Journal Of European Oncology Nursing Society, 70, 102621.

Şen, T., (2022). İntravenöz kateter uygulaması sırasında kullanılan sanal gerçeklik gözlüğünün çocuğun duygusal yanıtlarına etkisi. Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Won, A. S., Bailey, J., Bailenson, J., Tataru, C., Yoon, I. A., Golianu, B., (2017). Immersive Virtual Reality for Pediatric Pain. Children, 4(7), 52.

Wong, C. L., Choi, K. C., (2023). Effects Of An İmmersive Virtual Reality İntervention On Pain And Anxiety Among Pediatric Patients Undergoing Venipuncture: A Randomized Clinical Trial. JAMA Network Open, 6(2), e230001-e230001.

Yılmaz, E., (2021). Sanal Gerçeklik Gözlüğünün Kolonoskopi Yapılan Hastalarda Yaşamsal Bulgular ve Anksiyete Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yilmaz, D., Canbulat Sahiner, N., (2023). The Effects Of Virtual Reality Glasses And External Cold And Vibration On Procedural Pain And Anxiety İn Children During Venous Phlebotomy: Randomized Controlled Trial. Virtual Reality, 27(4), 3393-3401.

Zavlanou, C., Savary, V., Mermet, S., Sander, D., Corradi-Dell'Acqua, C., Rudrauf, D., ... & Sahyoun, C., (2024). Virtual reality vs. Tablet for procedural comfort using an identical game in children undergoing venipuncture: A Randomized Clinical Trial. Frontiers in Pediatrics, 12, 1378459.

ASPİRASYON İŞLEMİNDE PEDİATRİ HEMŞİRESİNİN SORUMLULUKLARI

Yüksek Lisans Öğrencisi Nazmiye TEZ[1], Prof. Dr. Ayşe Sonay TÜRKMEN[2]

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
nazmiye.tez.70@gmail.com- 0009-0008-4912-5943

[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
asonayturkmen@kmu.edu.tr-0000-0002-3716-3255

ÖZET

Pediatrik hastaların acil servislere başvuru nedenleri arasında yer alan ve tüm başvuruların %10'unda görülen sorun akut solunum yetmezliğidir. Kuru hava, astım, viral ya da bakteriyel kökenli alerjiler, üst ve alt solunum yolu enfeksiyonları gibi etkenlerin yol açtığı burun tıkanıklığı akut solunum yetmezliğine neden olan etkenlerden biridir. Solunum yetmezliği sonucu satürasyon düzeyinin düşmesi ve solunum sayısının artması gibi ciddi bulgular ortaya çıkabilir. Benzer şekilde yoğun bakımlarda mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda solunum yolundaki tıkanıklıklar akut solunum yetmezliği oluşturmaktadır. Bu nedenle mekanik ventilasyon desteği alan çocuk hastalarda satürasyon düzeyinin normal sınırlarda tutulabilmesi için en çok uygulanan hemşirelik girişimi aspirasyon işlemidir.

Aspirasyon işlemi hava yolu açıklığının sağlanmasının yönetiminde uygulanan temel bileşenlerden birisidir. Aspirasyon uygulaması hemşirelik bakımları arasından invaziv bir işlem olması nedeniyle kanama gibi komplikasyon riskleri olan bir uygulamadır. Oksijenizasyon sağlayan aspirasyon işlemi hastalarda tedavinin başarısını önemli derecede etkileyen bir faktördür. Dolayısıyla hemşirelerin aspirasyon işleminde bilgisini ve becerisini doğru şekilde kullanması önemlidir. Doğru şekilde yapılan aspirasyon işlemi hastaların rahat nefes almasını sağlamakta, solunum sayısını normal sınırlarda tutmakta, satürasyon düzeyini yükseltmekte ve dolayısıyla hastanede kalış süresini azaltmaktadır. Bunun yanında retraksiyonları azaltmakta, öksürük mekanizmasını uyarmakta, mekanik ventilasyonda kalma süresini azaltmakta ve hastalarda tedavi başarısını artırmaktadır. Doğru uygulanan aspirasyonun tüm bu yararlılıklarının yanında özellikle orofaringeal kolonizasyon varlığının yok edilmesinin sağlanmasıyla ventilatör ilişkili pnömoninin gelişimini önlediği de bilinmektedir. Aynı zamanda doğru teknikle yapılan uygulama ile öğürme, kusma, kanama gibi olumsuz durumların da engellenmesi sağlanmaktadır. Literatür incelendiğinde aspirasyon işlemi ile ilgili az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Tüm bu değerlendirmeler sonucunda pediatri hemşirelerine aspirasyon konusunda düzenli aralıklara eğitim verilmesi ve eğitimin uygulamaya etkisinin değerlendirilmesi, aspirasyonda yapılan hataları, eksik uygulamaları en aza indirmek amacıyla uygulamaya yönelik protokol çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Aspirasyon; bilgi düzeyi; pediatri hemşiresi; uygulama düzeyi

1.GİRİŞ

Çocuklarda servis ve yoğun bakımlarda genel amaç solunum ve hava yolunun açıklığının sağlanmasıdır. Hastaneye başvuru sebeplerinin geniş bir kısmını akut solunum yetmezliğinin karşıladığı bilinmektedir. (Fidancı ve Derinöz, 2021). Bunun fizyolojik nedeni

yetişkin ve çocuk solunum sistemi farklılıklarıdır. Bebek ve çocuklarda tüm organlar ve sistemler sadece hacim ve boyutsal olarak değil aynı zamanda yapı, fonksiyon, konum ve nörolojik olarak da değişikler içeren ve devamlı bir gelişme ve olgunlaşma süreci içermektedir (Di Cicco ve ark., 2021). Bu anatomik ve fizyolojik farklılıklara ek olarak kuru hava, astım, viral ya da bakteriyel kökenli alerjiler, üst ve alt solunum yolu enfeksiyonlarına maruz kalma çocuklarda burun akıntısı ve tıkanıklığına yol açmaktadır (Chirico ve ark., 2014). Burun tıkanıklığı akut solunum yetmezliğine neden olan etkenlerden birisidir. Burun tıkanıklığı burundaki hava akışının azalması şeklinde basitçe tanımlanabilmektedir. Burundaki tıkanıklıkla birlikte artan burun salgıları, çocukta ödeme ve ardından mukozal inflamasyona neden olabilmektedir (Naclerio ve ark., 2010). Burun tıkanıklığı nefes almada zorlanmayla birlikte çocuklarda, emme, yemek yeme, hareket etme, oyun oynama, uyuma gibi günlük yaşam aktivitelerini olumsuz etkileyen hoş olmayan bir durumdur (Albasser ve ark., 2023).

Bebek ve çocuklar kendi kendine burun temizliği yapamamasına sekonder konjesyon varlığında hava geçişinin engellenmesi nedeniyle yaşam bulguları olumsuz etkilenmektedir. Özellikle satürasyon düzeyi düşüklüğü ve solunum sayısının artması gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır. Bu belirtiler de aspirasyon işlemi endikasyonları arasında yer almaktadır. Bu bağlamda çocuklarda sık karşılaşılan sorunun solunum desteği olduğu ortaya çıkmaktadır. Solunum desteği ve hava yolu açıklığı sağlanamayan çocuklarda atelektaziye varan solunum sıkıntıları meydana gelmektedir. Bu nedenle solunum sisteminde anatomik ve fizyolojik açıdan solunum yetmezliğine risk oluşturan pediatrik hastalarda hava yolunun açıklığının sağlanması için aspirasyon işlemi gerekli olmaktadır (Vagas ve Akgül, 2012).

2.ASPİRASYON

Aspirasyon işlemi nazal, nazofarengeal ve orofarengeal olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Nazal aspirasyon, nazal kavitede konjesyona neden olan mukus gibi sekresyonların negatif basınç uygulanarak nazal kavite ve proksimal hava yolunun açıklığını sağlamak amacıyla salgı ve sekresyonların yüzeysel temizlendiği bir hemşirelik girişimidir (Nascimento ve ark., 2021). Nazal aspirasyon diğer aspirasyon türlerine göre daha minimal bir invaziv girişimdir (Ringer ve ark., 2020).

Nazofarengeal aspirasyon, hastanede kalış süresinin uzamasına sekonder nazal aspirasyona yanıt vermeyen aşırı sekresyona sahip olan hastalarda tercih edilen yöntemdir (Ringer ve ark., 2020). Nazofarengeal aspirasyon endikasyonları hırıltıya sebep olan işitilebilir sekresyonlar, genellikle tutulan sekresyonlar nedeniyle oksijen satürasyon düzeyinde azalma, zayıf öksürük, göğüste azalmış hareket ve nefes sesleri, retraksiyonlar, solunum hızında artış, bradikardi ve renk değişikliğidir (Moore, 2003; AARC, 2004). Nazofarengeal aspirasyon kontrendikasyonları, açıklanamayan hemoptizi, laringospazm, bronkospazm, pnömotoraks, yakın zamanda geçirilmiş özofagus veya trakeal anastomozlar, diğer trakeobronşiyal travmalar, tıkalı burun kanalları, açıklanamayan burun kanaması, şiddetli hipoksemi ya da hipoksi, yükselmiş kafa içi basıncı ve akut hipotansiyon veya hipertansiyondur (Anonim, 2023b). Nazofarengeal aspirasyon işleminde öğürme, kusma, bradikardi, burun veya ağızda kanama yani hava yolu travması, yükselmiş kafa içi basınç, akut hipotansiyon veya hipertansiyon,

bronkospazm, ödem, atelektazi gibi akciğer mekaniğinde bozulma açısından daha fazla risk taşımaktadır (Ringer ve ark., 2020).

Orofarengeal aspirasyon ise etkili öksürme olmasına rağmen sekresyon atamayan hastalarda veya etkili öksürmenin uyarılması için öğürme uyaranı verilmesi sağlanarak sekresyonların temizlenmesi işlemidir (Canbulat Şahiner ve ark., 2014). Orofarengeal aspirasyon endikasyonları hırıltıya sebep olan işitilebilir sekresyonlar, genellikle tutulan sekresyonlar nedeniyle oksijen satürasyon düzeyinde azalma, zayıf öksürük, göğüste azalmış hareket ve nefes sesleri, retraksiyonlar, solunum hızında artış, bradikardi ve renk değişikliğidir. (Moore, 2003; AARC, 2004). Ayrıca çocuklarda sekresyonlarını kendi kendine temizleyemediği durumlarda veya sekresyonların nazal bölgeden daha aşağıda lokalize olduğu durumlarda da endikedir. Orofarengeal aspirasyon yapılmadan önce gevşek dişler, yakın zamanda geçirilmiş ağız ameliyatları, ısırma refleksi, beslenme zamanına dikkat edilmelidir. Beslenmeden 1 saat sonrasında aspirasyon işlemi yapılması gerekmektedir (Anonim, 2023). Orofarengeal aspirasyon, ağızdan uygun kateter ve emiş gücü ayarlanarak girilerek farenkste son bulacak şekilde yapılan aspirasyon işlemidir. Aynı zamanda yüz bölgesinde travma, anomali veya operasyonlar varsa tercih edilen bir aspirasyon yöntemidir (Canbulat Şahiner ve ark., 2014).

2.1. Aspirasyon İşlem Basamakları

2.1.1.Aspirasyon Endikasyonları

Nazal, nazofarengeal ve orofarengeal aspirasyon hava yolu hijyeninin sağlanması için nazal kaviteden farenkse kadar ilerleyen yolun konjesyonuna neden olan sekresyonların çıkarılması işlemidir. Yapay hava yolu olmayan hastalarda nazal, nazofarengeal ve orofarengeal aspirasyon yeterli havalandırmayı sağlamak amacıyla uygulanmaktadır (Chang ve ark., 2023). Ayrıca aspirasyon endikasyonlarından biri de balgam numunesi almaktır (Blakeman ve ark., 2022). Yüksek akışlı oksijen tedavisi ve yüksen basınçlı oksijen tedavisi alan hastalarda, hasta doğal sekresyon atılımını gerçekleştiremiyorsa sekresyon miktarında bir artış görülmektedir (Eid ve ark., 2024). Artmış olan sekresyonlar birikerek hastanın hava yolunun tıkanmasına neden olur. Tıkanan hava yolu nedeniyle hastada oksijen satürasyon düşüklüğü, kan gazı değerlerinde bozulma, sekresyonların görünür hale gelmesi, hipoksemi, hiperkapni, takipne, hiperventilasyon ve retraksiyonlar görülebilmekte ve aspirasyon işlemi için endikasyon oluşturmaktadır (Yang ve ark., 2023).

2.1.2.Aspirasyon Gereksinimleri

Pediatri hemşirelerinin, hastaların oksijenizasyonu, burun kanadı solunumu, yardımcı kasların solunuma katılması, retraksiyon, hırıltı gibi solunum fonksiyonlarını düzenli aralıklarla takip etmesi ve değerlendirmesi oldukça önemlidir (Söngüt, 2023). Bu bağlamda oksijen satürasyon düşüklüğü, öksürük, sekresyon varlığı, hırıltılı ve gürültülü solunum, burun kanadı solunum, siyanoz, takipne, hiperventilasyon, taşikardi, ritim bozuklukları, arteriyel kan basıncında artma, kan gazı değerlerinde bozulma, gözlenebilir sekresyon, hastada huzursuzluk, terleme ve hastanın kendi ifadesi hemşirenin aspirasyonu uygulaması için endike durumlardandır (Söngüt, 2023; Yang ve ark., 2023).

Aspirasyon endikasyonlarının pediatri hemşireleri tarafında doğru değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Aspirasyon işleminin invaziv bir girişim olmasıyla birlikte doğru değerlendirilmeyen endikasyon durumları çeşitli komplikasyonlara neden olabilmektedir (Yılmaz ve ark., 2023).

Bebeklerde bronşiolitin yönetimine ilişkin 2022 İtalyan yönergelerinde bronşiolitli bebeklerde oksijen satürasyonu ölçümü ve değerlendirmesinin burun aspirasyonu sonrasında yapılmasının aşırı hipoksemi tanısını önlenmesinde kanıt A düzeyinde önerilmiştir. Benzer şekilde oksijen satürasyonu ölçümünde pediatrik probların kullanılması, çocukların ekstremitelerini hareket ettirdiği veya ağladığı durumlarda periferik vazokonstrüksiyona bağlı taşikardi ve takipnesinin artacağı pediatri hemşiresi tarafından bilinmesi ölçümün ertelenmesi önerilmiştir (Manti ve ark., 2023).

2.1.3.Aspirasyon Hijyeni

Bütün invaziv işlemlerde olduğu gibi aspirasyon uygulamasında da hemşire hem kendini hem de hastanın kontaminasyonunu önlemek için koruyucu önlemler almalıdır (Eid ve ark., 2024). Nazal, nazofarengeal ve orofarengeal aspirasyon uygulamasında temiz veya steril teknik kullanımı ile ilgili kanıt düzeyinde bir çalışmaya rastlanmamıştır. Nazal, nazofarengeal ve orofarengeal aspirasyon uygulamasında Ayayder Mesleki Beceri Uygulama Rehberi'ne göre işlem öncesi eller yıkanır, hastanın vücut sıvıları ile temas riski bulunduğundan gözlük, maske ve eldiven gibi kişisel koruyucu ekipmanlar giyilir, tüberküloz tanılı veya tüberkülozla uyumlu belirti ve bulgulara sahip hastalarda ise gözlük ve eldivenlere el olarak N-95 veya HEPA filtreli maske takılır, kullanılacak aspirasyon sondası aspirasyon hortumuna bağlanır ve uygulama başlayana kadar paketinden çıkarılmaz, nazal aspirasyon uygulanacaksa aspirasyon sondasının ucu steril su bazlı kayganlaştırıcı jel ile kayganlaştırılır ve işlem sonrasında tıbbi atık kutusuna atılır ve eller yıkanır (Anonim, 2021).

2.1.4.Aspirasyon Kateter Boyutu ve Basınç Ayarı

Nazal, nazofarengeal ve orofarengeal aspirasyonda uygun aspirasyon kateter boyutu bebekler için 5-8 French, çocuklar için 8-10 French, adolesanlar için 12 French seçilir. Nazal ve nazofarengeal aspirasyonda aspirasyon emiş gücü 0-1 yaş için 60-75 mmHg, 0-3 yaş için 75-90 mmHg, 3-13 yaş için 90-150 mmHg ve 13 yaş ve üzeri için 150 mmHg olmalıdır. Orofarengeal aspirasyonda emiş gücü ise Emiş gücü ise 0-1 yaş için 60-80 mmHg, 0-3 yaş için 75-90 mmHg, 3-13 yaş için 90-150 mmHg ve 13 yaş üzeri için 100-150 mmHg olmalıdır (Anonim, 2023).

Pediatri hemşirelerinin aspirasyon uygulamasında hastanın yaşı ve boyutlarına uygun aspirasyon kateteri seçmesi önemlidir. Çünkü uygun olmayan kateter seçiminde olumsuz durumlar meydana gelmekle birlikte hastada ağrı ve stresin artmasına, tedavi gidişatının olumsuz etkilenmesine ve hastanede kalış süresinin uzaması gibi birçok problemlere neden olabilmektedir (Yılmaz ve ark., 2023). Javadi ve arkadaşları, farklı aspirasyon kateter boyutlarının kalp hızı, kan basıncı, ağrı ve sekresyon miktarı üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucuna göre daha büyük boyutta kateter kullanımının kalp hızında, sistolik kan basıncında, ağrı ve sekresyon miktarında artışa neden olduğunu

bildirmişlerdir (Javadi ve ark., 2017). Wang ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada ise aspirasyon uygulaması sırasında yüksek emiş gücü kullanımının aspire edilen sekresyon miktarını artırdığı fakat oksijen satürasyonunu azalttığı ve hava yolunda mukozal hasar bıraktığını ifade etmişlerdir (Wang ve ark., 2016). Bu bağlamda nazal ve nazofarengeal aspirasyonda büyük boyutta aspirasyon kateteri seçimi nazal kavitede mukozal tahriş ve travmaya yol açarken, küçük boyutta bir kateter seçimi ise sekresyonların temizlenmesinde yetersiz kalacaktır (Campos ve ark., 2005). Benzer şekilde aspirasyon emiş gücünün fazla olması kanama ve ülserasyon gibi hava yolu travmasına, emiş gücünün az olması ise sekresyonların yeterince temizlenmemesine neden olabilir.

Literatür tarandığında pediatrik popülasyonda farklı kateter boyutları ve emiş gücünün karşılaştırıldığı ve etkinliğinin değerlendirildiği araştırmalar nadir olmakla birlikte genellikle endotrakeal aspirasyona yönelik olduğuna rastlanılmıştır.

2.1.5. Aspirasyonda İşlem Öncesi ve Sonrası Hiperoksijenizasyon

Nazal, nazofarengeal ve orofarengeal aspirasyon işlemlerinde nazal kanül, hood gibi invaziv olmayan oksijen tedavisi alan çocuklarda aspirasyon uygulaması sırasında oksijen akışının kısa süreli kesilmesinden kaynaklanan hipoksiye karşı yüzde yüz oksijen ile hiperoksijenizasyon sağlanması hemşireler tarafından kullanılmaktadır (Sinha ve ark., 2017). Endotrakeal hava yolu olmayan, etkin öksürük oluşturma gücüne sahip ve aspirasyon işlemini tolere edebilecek vital kapasiteye sahip hastalarda hiperoksijenizasyon uygulaması gerekli olmayabilir. Fakat solunum fonksiyon bozukluğu olan pediatrik hastalar, aspirasyon sırasında oksijen satürasyonu düşüklüğü tespit edilen, aspirasyon işlemi sırasında kardiyak fonksiyonlarda bozukluk gelişen ve sürekli oksijen tedavisi alan hastalarda hiperoksijenizasyon uygulaması gerekli olabilir. Bu noktada hemşire hastanın aspirasyon işlem öncesi ve sonrasında hiperoksijenizasyon gerekliliğini değerlendirebilecek yeterlilikte olması ve uygulaması önemlidir. Hiperoksijenizasyon, hastalarda aspirasyon işlem öncesi 30-60 saniye ve aspirasyon işlem sonrası bir dakika olmak üzere yüzde yüz oksijen verilmesi şeklinde yapılan bir uygulamadır. Yüzde yüz oksijen mekanik ventilatör cihazıyla verilebildiği gibi manuel olarak ambu ile de verilebilmektedir. Fakat 2010 AARC kılavuzunda yetişkin ve pediatrik hastalar için aspirasyon işlem öncesi hiperoksijenizasyon için manuel ventilasyonu önermemiştir (Blakeman ve ark., 2022). Hiperoksijenizasyon uygulaması için 2020 AARC kılavuzunda yetişkin ve pediatrik hastalarda fio2 1.0'a yükseltmek yerine fio2 0.2'nin üzerinde bir fio2 ile preoksijenasyon yeterli olabilse de bu önerilerin uygun olduğuna dair şu anda mevcut kanıtlar bulunmaktadır. Yenidoğan popülasyonunda preoksijenasyon ile ilgili herhangi bir kanıt mevcut değildir (Blakeman ve ark., 2022). Benzer şekilde Ayayder Beceri Uygulama Rehberi'nde de aspirasyon uygulamasına sekonder akciğer rezidüel hava hacminin azalmasına bağlı ani şekilde oksijen satürasyon düşüklüğü görülebileceği ifade edilmiştir. Dolayısıyla aspirasyon sırasında nabız ve oksijen değerlerinin hemşire tarafından takip edilmesi ve bradikardi, oksijen desatürasyon durumunda aspirasyon kateterinin çıkarılıp en az 30 saniye olmak üzere yüzde yüz oksijen verilmesi önerilmiştir (Anonim, 2021).

2.1.6. Aspirasyon İşleminde %0,9 Sodyum Klorür Kullanımı

Aspirasyon işlemi öncesinde hava yoluna 3-10 ml serum fizyolojik verilmesi hemşireler tarafından sık kullanılan bir uygulamadır. Nazal aspirasyonda çalışmalarda bebekler ve çocuklarda burun tıkanıklığını giderilmesi, mukozal ödemin azaltılması ve siliyer fonksiyonların sürdürülmesi için nazal kaviteye serum fizyolojik verme ve ardından aspire edilmesinin etkili bir yöntem olduğu bilinmekteyken nazofarengeal ve orofarengeal aspirasyonda serum fizyolojik kullanılmamaktadır (Chirico ve Beccagutti, 2010). Ayayder'in yayınladığı Orofarengeal/nazofarengeal Aspirasyon Uygulama Basamakları'nda serum fizyolojik kullanımı yer almadığı görülmektedir (Anonim, 2021).

Nazal aspirasyon için serum fizyolojik kullanılmasının nedeni intranazal mukozal ödemi azaltmada ve solunum sistemindeki salgıların temizliğini yapan siliyaların aktivitesini artırmada etkili olduğu içindir. Aslında bu etkileri sağlamada hipertonik solüsyonun daha etkili olduğu bilinmektedir. Fakat hipertonik solüsyonun, izotonik solüsyona göre daha üstün sonuçlara yol açmaması ve ağrı ve rahatsızlık gibi daha fazla yan etkileri sebep olması nedeniyle uygulamalarda serum fizyolojik tercih edilmektedir (Succar ve ark., 2019). Nazal ve nazofarengeal aspirasyon işleminde hava yoluna serum fizyolojik verilmesindeki amaç yoğun sekresyonların dilüe edilerek yumuşamasını sağlamak, sekresyon hacmini artırmak ve öksürük mekanizmasını uyarılmasıdır (Chang ve ark., 2023). Kurumuş burun salgılarının yumuşaması için %0,9 izotonik sodyum klorür çocuğun her iki burun deliğine uygulanır, izotonik uygulaması sekresyonların nazofarenkste geriye doğru itilmesinin engellenmesi için kateter burna yerleştirilmeden hemen önce uygulanması sağlanır ve her iki burun deliğine aspirasyon işlemi uygulanır. (Canbulat Şahiner ve ark., 2014).

Literatürde endotrakeal aspirasyon uygulamasında serum fizyolojik verilmesinin oksijen satürasyonunda azalma, arteriyel pH'da azalma, ventilatörler ilişkili pnömoni insidansında azalma, kalp atış hoızında artış ve sistolik kan basıncında artış ile ilgili etkilerinin olduğu çalışmalara rastlanmıştır (Chang ve ark., 2023). AARC 2010 kılavuzunda aspirasyon işleminde serum fizyolojik kullanımının rutin kullanıma karşı öneride bulunmuştur. Fakat 2022 yılında yayınlanan kılavuzda ise serum fizyolojik solüsyonunun rutin kullanımının gereksiz olduğu kanıt B düzeyinde önerilmiştir (Blakeman ve ark., 2022).

2.1.7. Aspirasyon Süresi

Aspirasyon işlem süresi, işlemin başarısı ve potansiyel komplikasyonlar kapsamında işlemi uygulayan hemşire tarafından bilgi, beceri ve deneyimleriyle beraber değerlendirilip karar verilen bir zaman sınırlamasıdır. Aspirasyon işlem süresi, net olarak bilinmemekle birlikte sadece aspirasyonun uygulandığı süre veya aspirasyon kateterinin hava yoluna yerleştirildiği süreyi kapsayabilmektedir (Blakeman ve ark., 2022). Literatürde pediatrik popülasyonda aspirasyon işlemi uygulama süresindeki farklılıkların hasta üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Kelleher ve Andrews (2008), yetişkin popülasyonda aspirasyon işlemi uygulama süresinin 10-15 saniye olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde Hahn (2010) yetişkin popülasyon için aspirasyon işlemi uygulama süresinin 10-15 saniye, bebekler ve küçük çocuklar için 5 saniye ve daha az olduğunu ifade etmiştir (Kelleher ve Andrews, 2008). Ayayder Beceri Uygulama Kılavuzu'nda aspirasyon işlem süresinin yetişkinlerde bir seferde 15

saniyeden fazla; bebeklerde ve çocuklarda ise 10 saniyeden fazla yapılmaması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca solunum yolu tıkanıklığı söz konusu ise solunum yolu açılana kadar işlemin sürdürülebileceği belirtilmiştir (Anonim, 2021). AARC 2022 kılavuzunda ise çoğu çalışmanın işlem süresini 15 saniyeden fazla olmaması gerektiği şeklinde sınırlandırdığı belirtilmiştir. Dolayısıyla her bir aspirasyon işlem süresinin 15 saniyeden az olması ve mümkün olduğunca kısa tutulması kanıt C düzeyinde önerilmiştir (Blakeman ve ark., 2022).

2.1.8. Aspirasyon Sıklığı

Hava yolu aspirasyonunun ne sıklıkta uygulanması gerektiği net olarak belirtilmemektedir. Yapılan çalışmalar aspirasyon sıklığının daha çok hastanın durumuna göre uygulanmasına yönelik tutum sergilemektedir.

Pediatrik popülasyonda rutin aspirasyon ve gerektiğinde aspirasyon uygulaması hakkında literatürde çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Lema-Zuluaga ve arkadaşları, pediatrik popülasyonda her 2 saatte bir aspirasyon ve sadece gerektiğinde aspirasyon uygulamasını karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda iki grup arasında ventilatörle ilişkili pnömoni, mekanik ventilasyonda kalma süresi, hastanede kalış süresi ve mortalite açısından anlamlı bir fark görülmemiştir (Lema-Zuluaga ve ark., 2018). Benzer şekilde çalışmalarda çoğunlukla, gerektiğinde aspirasyon işleminin rutin aspirasyon işlemine kıyasla hasta üzerindeki etkisinin benzer oranlarda olduğu, mortalite ve morbitideyi artırmadığı görülmüştür. AARC 2022 kılavuzunda hava yolu aspirasyon işleminin sadece ihtiyaç halinde uygulanması kanıt B düzeyinde önerilmiştir (Blakeman ve ark., 2022).

2.1.9. Sığ ve Derin Aspirasyon

Aspirasyon uygulama tekniklerinden biri olan sığ ve derin aspirasyon işlemi hava yolundaki sekresyonların azaltılmasını sağlayarak solunumu rahatlatan bir işlemdir.

Irajpour ve arkadaşlarının sığ ve derin aspirasyon işlemini karşılaştırdıkları çalışmasında kalp hızı, kan basıncı, ortalama arter basıncı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Her iki işlemde karşılaştırılan parametrelerdeki değişkenlikler benzer bulunmakla birlikte derin aspirasyon işleminde kalp hızı ve kan basıncı değerlerinde hafif artış görüldüğünü belirtmişlerdir (Irajpour ve ark., 2014).

Hedland ve arkadaşları bronşioliti olan çocuklarda sığ ve derin aspirasyonun solunum sıkıntısı, oksijen satürasyonu, hava yolu açıklığı, hastanede kalış süresi ve ayakta tedavi sonuçları üzerinde etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucuna göre sığ ve derin aspirasyon uygulamasının solunum skoru, oksijen satürasyonu, hava yolu ek takviyesi, hastanede kalış süresi veya ayakta tedavi sonuçları üzerinde bir etkisi bulunmamıştır. Ayrıca araştırmada bronşiolit tanılı yatan bebeklerde derin aspirasyon işleminin uygulanabileceği, bronşiolitin hafif semptomları olan ve taburculuğu planlanan bebeklerde derin aspirasyondan kaçınabileceği desteklenmiştir. Çünkü derin aspirasyona bağlı mukozal travma, hastada rahatsızlık hissi gibi potansiyel olumsuzlukların hastanede kalış süresinin artmasına neden olabileceği düşünülmüştür (Hedland ve ark., 2024).

Li ve arkadaşları, etkili öksürük tepkisi olmayan hastalarda farklı aspirasyon derinliklerinin etkisini incelemişlerdir. Çalışmada etkili öksüremeyen mekanik ventilatöre bağlı 114 hasta sığ ve derin aspirasyon grubu olmak üzere randomize edilmiştir. Çalışmada kalp hızı, solunum, kan basıncı, analjezi ve sedasyon skoru, artık balgam hacmi, emme sıklığı, balgam hacmi, balgam sesinde iyileşme, hava yolu kanaması ve müdahaleden önce ve sonra oksijen gözlenmiştir. Çalışma bulgularına göre derin aspirasyon grubunda vital değerlerde dalgalanma sığ aspirasyona göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Fakat oksijen satürasyonu değerleri her iki grup içinde benzer bulunmuştur. Emilen balgam hacmi derin aspirasyon grubunda sığ aspirasyona kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Balgam seslerindeki iyileşme skoru derin aspirasyon işleminde sığ aspirasyona kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde kan gazı analizlerine göre derin aspirasyon işlemi sığ aspirasyona kıyasla daha anlamlı bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında derin aspirasyon işleminin hasta üzerindeki vital bulgularda ciddi önemde olmasa da bir etkisinin olduğu görülmüştür. Etkili öksürme reaksiyonunun olmadığı hastalarda sığ aspirasyonun hava yolundaki sekresyonları temizlemede etkisiz kaldığı dolayısıyla derin aspirasyon işleminin uygulanmasının gerektiği düşünülmüştür (Li ve ark., 2021).

Yukarıda bahsedilen çalışmalar incelendiğinde sığ ve derin aspirasyonda çıkarılan balgam hacminde değişiklik olsa da diğer parametreler üzerinde ciddi bir etkisinin olmadığı, benzer etkiler oluşturduğu gözlenmiştir. Sığ ve derin aspirasyon işleminin yan etkileri açısından karşılaştırıldığında derin aspirasyon işleminin hava yolunda mukozal travmaya yol açması potansiyel bir zarardır. Dolayısıyla AARC 2022 rehberinde potansiyel hava yolu mukozal travmayı önlemek için sığ aspirasyon tekniğinin rutinde kullanılması kanıt B düzeyince önerilmiştir. Sığ aspirasyonun etkili öksürme yanıtı olmayan hastalar gibi yetersiz kaldığı durumlarda derin aspirasyon tekniğinin dikkatli bir şekilde uygulanabileceği ifade edilmiştir (Blakeman ve ark., 2022).

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Aspirasyon işlemi, hava yolu açıklığı sağlanmasının yönetiminde temel bileşenlerden birisidir. Aspirasyon işlemi, aspirasyon sondası ile negatif veya pozitif basınç uygulanarak solunum yollarındaki sekresyonların temizlenmesi işlemidir. Oksijenizasyon sağlayan aspirasyon işlemi hastalarda tedavinin başarısını önemli derecede etkileyen bir faktördür. Benzer şekilde non invaziv mekanik ventilasyon desteği alan hastalarda solunum yollarındaki sekresyonların aspirasyonu özellikle orofaringeal kolonizasyon varlığının yok edilmesinin sağlanmasıyla ventilatör ilişkili pnömoninin gelişiminin önlenmesinde önemli bir noktadır. Bu bağlamda doğru ve kanıta dayalı uygulanan aspirasyon işlemi hastanın iyileşme sürecini hızlandırmaktadır. Ancak yanlış yapılan aspirasyon uygulaması tedaviyi olumsuz etkileyebileceğinden hastanede kalış süresini uzatmakta ve hava yolu travmasına neden olmaktadır. Ayrıca çocuk için olumsuz bir hastaneye deneyimi oluşturmaktadır. Pediatri hemşireleri tarafından sıklıkla uygulanan invaziv bir girişim olan aspirasyon uygulamasının doğru ve kanıta dayalı bilgi ve beceriyle uygulanması oldukça önemlidir. Dolayısıyla pediatri hemşirelerine aspirasyon uygulaması konusunda düzenli aralıklara eğitim verilmesi ve eğitimin uygulamaya etkisinin değerlendirilmesi, aspirasyonda yapılan hataları, eksik uygulamaları en aza indirmek amacıyla uygulamaya yönelik protokol çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Albasser, M. M., Sanchez, E. B., Fernandes, M., Patel, N., Novak, P., ve Hagen, M., (2023). Safety and Performance of Narhinel 0.9% Sodium Chloride Monodose and Otrisal 0.74% Sodium Chloride Monodose Nasal Saline Solutions and Nasal Aspirators in Real-World Settings: Postmarket Clinical Follow-up Study Results. Current Therapeutic Research, Clinical and Experimental, 99, 100725, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.curtheres.2023.100725

Anonim, (2004). AARC Clinical Practice Guideline Nasotracheal Suctioning, Respiratory Care, 49(9), 1080-84.

Anonim, (2021). Mesleki Beceri Uygulaması 15: Orofarengeal/nazofarengeal Aspirasyon Uygulaması. https://ayayder.org/Beceri15.pdf (erişim tarihi: 19.04.2025).

Anonim, (2023a). Guidance for Oropharyngeal Suction of a Child or Young Adult. https://apcp.csp.org.uk/publications/guidance-oropharyngeal-suction-child-or-young-adult (erişim tarihi:21.02.2025).

Blakeman, T. C., Scott, J. B., Yoder, M. A., Capellari, E., Strickland, S. L., (2022). AARC Clinical Practice Guidelines: Artificial Airway Suctioning. Respiratory Care, 67(2), 258-271.

Campos SL, Soares FC, Deus JRB, Andrade RM, Pinotti M. Suction Pressure Behavior İn Function Of The Holes İn The Suction Devices Of Lung Secretions. In 18th İnternational Congress Of Mechanical Engineering (COBEM), Ouro PretoBrazil (2005).

Canbulat Şahiner, N., Açıkgöz, A., ve Demirgöz Bal, M., (2014). Kardiyorespiratuar Bakım. Anne ve Çocuk Hemşireliği Klinik Uygulama Becerileri Kitabı. Nobel Akademik Yayıncılık, 264, Ankara, Türkiye.

Chang, W. P., Chen, H. M., Wu, J. R., Tsai, H. T., Ho, C. F., & Lin, Y. H., (2023). Adverse Effects Of Non-İntubated Airway Suctioning: A Clinical Data-Based Study. Journal of Clinical Nursing, 32(5-6), 726-735.

Chirico, G., Beccagutti, F., (2010). Nasal obstruction in neonates and infants. Minerva pediatrica, 62(5), 499–505.

Chirico, G., Quartarone, G., ve Mallefet, P., (2014). Nasal Congestion in Infants and Children: A Literature Review on Efficacy and Safety of Non-Pharmacological Treatments. Minerva Pediatrica, 66(6), 549–557.

Di Cicco, M., Kantar, A., Masini, B., Nuzzi, G., Ragazzo, V., Peroni, D., (2021). Structural And Functional Development İn Airways Throughout Childhood: Children Are Not Small Adults. Pediatric Pulmonology, 56(1), 240-251.

Eid, M. H., Hambridge, K., Schofield, P., Latour, J. M., (2024). A Scoping Review To Map The İmplications Of Reusing Single-Use Endotracheal Suctioning Catheter Practices İn

Mechanically Ventilated Patients. Intensive and Critical Care Nursing, 87, 103-848. https://doi.org/10.1016/j.iccn.2024.103848.

Fidancı, İ., ve Derinöz, G.O., (2021). Solunum Yetmezliği ve Tedavisi. Çocuk Acilde Kritik Hasta ve Yönetimi, Tuygun, N (Eds). 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, Ankara, Türkiye, 17-22.

Hedland, J. L., Chang, T. P., Schmidt, A. R., Festekjian, A., (2024). Suctioning İn The Management Of Bronchiolitis: A Prospective Observational Study. The American Journal of Emergency Medicine, 82, 57-62.

Irajpour, A., Abbasinia, M., Hoseini, A., Kashefi, P., (2014). Effects Of Shallow And Deep Endotracheal Tube Suctioning On Cardiovascular İndices İn Patients İn İntensive Care Units. Iran J Nurs Midwifery Res., 19(4), 366-370.

Javadi, M., Hejr, H., Zolad, M., Khalili, A., & Paymard, A., (2017). Comparing The Effect Of Endotracheal Tube Suction Using Open Method With Two Different Size Catheters 12 And 14 On Discharge Secretion, Pain, Heart Rate, Blood Pressure, And Arterial Oxygen Saturation Of Patients İn The İntensive Care Unit: A Randomized Clinical Trial. Ann Trop Med Public Health, 10(5), 1312-1317.

Kelleher, S., Andrews, T., (2008). An Observational Study On The Open-System Endotracheal Suctioning Practices Of Critical Care Nurses. Journal Of Clinical Nursing, 17(3), 360-369.

Lema-Zuluaga, G. L., Fernandez-Laverde, M., Correa-Varela, A. M., Zuleta-Tobón, J.J., (2018). As-Needed Endotracheal Suctioning Protocol Vs A Routine Endotracheal Suctioning İn Pediatric İntensive Care Unit: A Randomized Controlled Trial. Colombia Medica (Cali), 49(2), 148-153.

Li, X., Chai, X., Xu, S., Xu, Y., (2021). Effect of different depth of aspiration on patients without effective cough response. American journal of translational research, 13(9), 10685–10693.

Moore, T., (2003). Suctioning Techniques For The Removal of Respiratory Secretions. Nursing Standard, 18(9), 47-55.

Naclerio, R. M., Bachert, C., ve Baraniuk, J. N., (2010). Pathophysiology of Nasal Congestion. International Journal of General Medicine, 3, 47–57. https://doi.org/10.2147/ijgm.s8088

Nascimento, T. S., de Souza Neto, V. L., de Barros, A. L. B. L., Lopes, C. T., de Lima Lopes, J., (2021). Development And Validation Of An Educational Video On Nasopharyngeal And Oropharyngeal Suctioning. Nurse Education in Practice, 56, 103217.

Ringer, C. N., Engberg, R. J., Carlin, K. E., Smallwood, C. D., & DiBlasi, R. M., (2020). Physiologic Effects Of Nasal Aspiration And Nasopharyngeal Suctioning On İnfants With Viral Bronchiolitis. Respiratory Care, 65(7), 984-993.

Sinha, V., Semien, G., Fitzgerald, B. M., (2017). Surgical airway suctioning. [Updated 2023 Feb 19]. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448077/ (erişim tarihi: 25.04.2025).

Söngüt, S., (2023). Neonatal Pnömonide Hemşirelik Bakımı. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, (21), 1286-1303.

Succar, E. F., Turner, J. H., Chandra, R. K., (2019, May). Nasal Saline İrrigation: A Clinical Update. In International Forum Of Allergy & Rhinology, 9(1), 4-8.

Vagar, E., ve Akgül, A. G., (2012). Solunum Sistemi Fizyolojisi ve Çocuklardaki Farklar. https://toraks.org.tr/site/sf/books/pre_migration/ec68fb3d9df5d038c311ed98902976a90d535c1f08d04963cfb00a31c7186293.pdf (erişim tarihi: 19.08.2024).

Wang, R. X., Shen, J. L., Liu, D. S., & Li, C. M. (2016). The Effect And İnjury To The Airways Of Different Sputum Aspiration Pressure İn A Rat Model Of Mucus Hypersecretion. Zhonghua jie he he hu xi za zhi= Zhonghua Jiehe he Huxi Zazhi= Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 39(7), 534-538.

Yang, K. , Zhang, Y. , Duan, M. , Liang, Q. , Zhang, J. , Kong, P. , Duan, M. and Chen, X., (2023) Comparison of the Effectiveness of Marked Suction Tubes vs. Plain Suction Tubes in Pediatric Mechanically Ventilated Patients. Open Journal of Pediatrics, 13, 774-784. doi: 10.4236/ojped.2023.136085.

Yılmaz, İ., Özden, D., Arslan, G. G., (2023). Yoğun Bakımda Uygulanan Endotrakeal Aspirasyon İşlem Basamaklarının Aspirasyon Komplikasyonlarına Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 8(1), 117-117.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

YENİDOĞANDA SIK KULLANILAN AĞRI ÖLÇEKLERİ

Doç. Dr. Özlem DOĞU[1], Yüksek Lisans Öğrencisi, Kevser DUYAROĞLU[2]
[1]Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, ozlemdogu@sakarya.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003-1257-2551

[2]Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, kevser.duyaroglu1@ogr.sakarya.edu.tr
ORCID ID: 0009-0001-8299-8489

ÖZET

Yenidoğanlar için ağrı travma, hastalık, tanı veya tedavi amacıyla uygulanan birçok ağrılı işlem (topuktan veya damardan kan alma, venöz veya arteriyel kateterizasyon, göğüs tüpü yerleştirilmesi, entübasyon veya aspirasyon, lomber ponksiyon, subkütan veya intramüsküler injeksiyon, cerrahi girişimler, mekanik ventilasyon tedavisi gibi) nedeni ile kaçınılmazdır. Ağrı, fizyolojik, davranışsal, hormonal, metabolik ve sinir sisteminin gelişiminde değişikliklere sebep olabilen bir deneyimdir. Literatürde ağrıyı değerlendirmek için fizyolojik, davranışsal ve hormonal değişkenleri göz önünde bulunduran tek boyutlu (tek parametre) ve çok boyutlu (fizyolojik, davranışsal veya diğer parametreler) çok sayıda değerlendirme aracı bulunmaktadır. Bu araçlarda kalp hızı, solunum şekli, kan basıncı veya oksijen satürasyonundaki değişiklikler, uyku durumu, yüz ifadelerinde ve vücut hareketlerinde değişiklikler, gebelik yaşı gibi farklı sayıda maddeler yer almaktadır. Yenidoğanda ağrı değerlendirmede kullanılan ölçeklerden bazıları EVENDOL (Değerlendirme Enfant Douleur), NFCS (Yenidoğan Yüz Kodlama Sistemi), ALPS-neo (Astrid Lindgren ve Lund Çocuk Hastaneleri Prematüre ve Hasta Yenidoğan Bebekler İçin Ağrı ve Stres Değerlendirme Ölçeği), CHIPPS (Çocuklar ve Bebekler Ameliyat Sonrası Ağrı Ölçeği), EDIN (Yenidoğan Ağrı Rahatsızlık Ölçeği), NIPS (Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeği), N-PASS (Yenidoğan Ağrı Ajitasyon ve Sedasyon Ölçeği), PAT (Ağrı Değerlendirme Aracı), PIPP (Prematüre Bebek Ağrı Profili), NIAPAS (Yenidoğan Bebek Akut Ağrı Değerlendirme Ölçeği), BPSN (Yenidoğanlar İçin Bernese Ağrı Ölçeği), CRIES (Neonatal Postoperatif Ağrı Ölçüm Skorlaması) ölçeğidir. Araştırmalarda en çok kullanılan ağrı değerlendirme ölçekleri ise NFCS, NIPS ve PIPP ölçeğidir. Yenidoğanların sözel ifade yeteneklerinin olmaması nedeni ile zor ve karmaşık olan ağrı değerlendirme sürecinde bu ölçeklerin kullanımı önemli bir yere sahiptir. Bu doğrultuda derlemede yenidoğanda ağrı değerlendirmede sık kullanılan ölçekler incelenerek kullanıcılara rehber olmak için planlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenidoğan, ağrı, ölçek, tanılama

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

COMMONLY USED PAIN SCALES IN NEWBORN

ABSTRACT

Pain is inevitable for newborns due to trauma, disease, many painful procedures performed for diagnosis or treatment (such as heel prick or venipuncture, venous or arterial catheterization, chest tube placement, intubation or aspiration, lumbar puncture, subcutaneous or intramuscular injection, surgical interventions, mechanical ventilation treatment). Pain is an experience that can cause changes in the physiological, behavioral, hormonal, metabolic and nervous system development. In the literature, there are many assessment tools that take into account physiological, behavioral and hormonal variables to assess pain, both unidimensional (single parameter) and multidimensional (physiological, behavioral or other parameters). These tools include different numbers of items such as changes in heart rate, respiratory pattern, blood pressure or oxygen saturation, sleep status, changes in facial expressions and body movements, and gestational age. Some of the scales used in the assessment of pain in the newborn are EVENDOL (Evaluation Enfant Douleur), NFCS (Neonatal Facial Coding System), ALPS-neo (Astrid Lindgren and Lund Children's Hospitals Pain and Stress Rating Scale for Premature and Sick Newborn Infants), CHIPPS (Postoperative Pain Scale for Children and Infants), EDIN (Neonatal Pain Bothersomeness Scale), NIPS (Neonatal Infant Pain Scale), N-PASS (Neonatal Pain Agitation and Sedation Scale), PAT (Pain Assessment Tool), PIPP (Premature Infant Pain Profile), NIAPAS (Neonatal Infant Acute Pain Rating Scale), BPSN (Bernese Pain Scale for Newborns), CRIES (Neonatal Postoperative Pain Measurement Scoring). The most commonly used pain assessment scales in studies are the NFCS, NIPS, and PIPP scales. The use of these scales has an important place in the difficult and complex pain assessment process due to the lack of verbal expression skills of newborns. In this context, the frequently used scales in newborn pain assessment were examined in this compilation and planned to guide users.

Keywords: Newborn, pain, scale, diagnosis

1.YENİDOĞANDA AĞRININ TANIMI

Ağrı bireyi fiziksel, duygusal ve sosyal yönden etkileyen çok boyutlu ve evrensel bir deneyimdir (Eroğlu ve Arslan, 2018; Sezer vd., 2021; Akcan ve Polat,2017). Yenidoğanda bireyler travma, hastalık ve tanı veya tedavi amacı ile uygulanan birçok işleme bağlı ağrı yaşamaktadırlar **(**Eroğlu ve Arslan 2018; Özçevik, Ocakçı,2019). Yenidoğanların 1980'li yıllara kadar ağrı duymayıp hatırlamadıkları kabul edilmekteydi. Bu durumun gerekçesi olarak ise sinir sistemleri yeterince gelişmediği ve myelinizasyonun tamamlanmadığı gösterilmiştir (İnanç Yılmaz ve Kanan, 2021). Fakat zaman içinde yapılan çalışmalar sonucunda yenidoğanların erken embriyonik dönemden itibaren ağrıyı çok iyi algıladıkları ve hatırladıkları kanıtlanmıştır (Göl ve Onarıcı, 2015; Eroğlu ve Arslan, 2018). Yenidoğan ünitesine yatan bebekler günlük ortalama 5 ila 15 arasında birçok ağrılı işleme maruz kalmaktadırlar (Aliefendioğlu,2015). Bu ağrılı işlemler fizyolojik, davranışsal, hormonal, metabolik ve sinir sisteminin gelişiminde değişiklikler gibi pek çok değişikliğe sebep olmaktadır (Eroğlu ve Arslan, 2018; Sposito vd.,2017). Bu değişikliklerin yorumlanması ile ağrının derecesi ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Eroğlu ve Arslan, 2018).

2.YENİDOĞANDA AĞRIYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yenidoğan ünitesinde uygulana birçok girişim ağrı kaynağı olabilmektedir. Doğum sonrası ışık kaynakları ilk ağrı deneyimi olup, ağrı hafızasının temelini oluşturmaktadır. Ağrıyı etkileyen birçok faktör olmakta, bu faktörlerin bilinmesi ağrıyı tahmin etmekte, tanılamakta hemşireye yardımcı olacaktır. Bu faktörlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

1. Gebelik yaşı
2. Yenidoğan yaşı
3. Cinsiyet
4. Yenidoğan bebeğin genel sağlık durumu
5. Kilosu
6. Geçmiş deneyimleri
7. Hastanede kalış süresi
8. Doğum şekli
9. Uyanıklık durumu,
10. Ağrılı uyaranların tipi, süresi (Çağlayan ve Balcı,2014; Cignacco vd.,2017)

3.AĞRININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ağrıya yönelik ağrıyı hafifletme ve rahatlığı sağlama hedeflerini yerine getirebilmek için ağrı değerlendirilmeli, önlenmeli, azaltılmalı veya bu durumların sağlanamadığı şartlarda yenidoğanın ağrı ile baş etmesine yardım edilmelidir. Ağrı başta her ağrılı işlemden sonra olmak üzere günde en az 4-6 saatte bir değerlendirilmelidir. Değerlendirme için yenidoğana uygun, geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmış ölçeklerin seçilmesine özen gösterilmelidir (Ceylan ve Bolışık, 2017). Yenidoğanların sözel ifade yeteneklerinin olmaması nedeni ile ağrı değerlendirme süreci zor ve karmaşıktır (Akcan ve Polat,2017; Ceylan ve Bolışık, 2017). Bu

süreci kolaylaştırmak için güvenilir ve hızlı araçlar kullanılmalıdır. Ağrıyı değerlendirmek için tek boyutlu ve çok boyutlu ölçüm araçları bulunmaktadır ayrıca davranışsal ve fizyolojik göstergelere sahip çok boyutlu ölçüm araçlarının ağrının karmaşık yapısı için daha uygun olduğu varsayılmaktadır (Akcan ve Yiğit,2015; Cignacco vd.,2017; Ceylan ve Bolışık, 2017).

4.YENİDOĞANDA KULLANILAN AĞRI ÖLÇEKLERİ

Çizelge 1.

Tek boyutlu ağrı ölçekleri	**Çok boyutlu ağrı ölçekleri**
EVENDOL- Değerlendirme Enfant Douleur	NIPS- Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeği
NFCS- Yenidoğan Yüz Kodlama Sistemi	N-PASS- Yenidoğan Ağrı Ajitasyon ve Sedasyon Ölçeği
ALPS-neo- Astrid Lindgren ve Lund Çocuk Hastaneleri Prematüre ve Hasta Yenidoğan Bebekler İçin Ağrı ve Stres Değerlendirme Ölçeği	PAT- Ağrı Değerlendirme Aracı
CHIPPS- Çocuklar ve Bebekler Ameliyat Sonrası Ağrı Ölçeği	PIPP- Prematüre Bebek Ağrı Profili
EDIN- Yenidoğan Ağrı Rahatsızlık Ölçeği	NIAPAS- Yenidoğan Bebek Akut Ağrı Değerlendirme Ölçeği
	BPSN- Yenidoğanlar İçin Bernese Ağrı Ölçeği
	CRIES- Neonatal Postoperatif Ağrı Ölçüm Skorlaması

(Glenzel vd.,2023)

4.1 Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeği (NIPS)

Yenidoğan bebek ağrı ölçeği (NIPS), 1993 yılında Lawrence ve arkadaşları tarafından yenidoğanda ağrıyı değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Yüz ifadesi, ağlama, solunum kalıpları, kol hareketleri, bacak hareketleri ve uyarılma durumu olmak üzere toplam 6 madde içerir (Xie vd.,2021**).** NIPS' de her madde 2 veya 3 puanlık (0,1 veya 0,1,2) puanlama sistemi ile değerlendirilmekte olup toplam puan 0-7 arasında değişmektedir. Ölçek puanının 3'ün üzerinde olması ağrının varlığını göstermektedir (Özçevik ve Ocakçı,2019). 1999 yılında Akdovan ve arkadaşları tarafından Türkçe' ye uyarlanması yapılmıştır **(**Ceylan ve Bolışık,2017).

Çizelge 2. Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeği (NIPS) (Aliefendioğlu,2015)

Kategori	Puan		
	0	1	2
Yüz	Sakin	Yüz kasları gergin, alın ve çene kırışık	-
Ağlama	Yok	Sızlanma	Sürekli, kuvvetli ağlama
Solunum şekli	Sakin	Değişken, düzensiz	-
Kollar	Rahat	Fleksiyon/ekstansiyon	-
Bacaklar	Rahat	Fleksiyon/ekstansiyon	-
Uyku durumu	Uyuyor/sakin-uyanık	Huysuz, sakinleştirilemeyen	-

4.2 Prematüre Bebek Ağrı Profili (PIPP)

Prematüre bebek ağrı profili (PIPP), 1996 yılında Stevens ve arkadaşları tarafından prematüre ve yenidoğanlarda ağrıyı değerlendirmek amacı ile geliştirilmiştir (Zengin vd.,2021). Gebelik yaşı, davranışsal durum, maksimum kalp atım hızı, minimum oksijen saturasyonu, alnını kırıştırma, gözlerini kısma, burun kanatlarında genişleme olmak üzere toplam 7 maddeden oluşmaktadır (Özçevik ve Ocakçı,2019). Her madde 4 puanlık (0,1,2,3) puanlama sistemi ile değerlendirilmektedir. Toplam puan 0-21 değişmekte olup 6 puan ve altı ağrının olmadığını, 7-12 arası puan orta şiddetteki ağrıyı, 13 puan ve üstü şiddetli ağrının varlığını göstermektedir. 2015 yılında Akcan ve Yiğit tarafından ölçeğin Türkçe güvenilirlik ve geçerlilik çalışması yapılmıştır (Zengin vd.,2021).

Çizelge 3. Prematüre Bebek Ağrı Profili (PIPP) (Özçevik ve Ocakçı,2019)

Kategoriler	Puan			
	0	1	2	3
Gebelik Yaşı	≥36 hafta	32 hafta-35 hafta +6 günlük	28 hafta-31 hafta +6 günlük	<28 hafta
Davranışsal Durum	Aktif/uyanık, gözler açık, yüz hareketleri var	Sakin/uyanık, gözler açık, yüz hareketleri yok	Aktif/uyuyor, gözler kapalı, yüz hareketleri var	Sakin/uyuyor, gözler kapalı, yüz hareketleri yok
Maksimum Kalp Atım Hızı	Dakikada 0-4 atım artış	Dakikada 5-14 atım artış	Dakikada 15-24 atım artış	Dakikadaki atım 25 ve üzeri atım artış
Minimum Oksijen Saturasyonu (%)	0-2.4 ⬇	2.5-4.9 ⬇	5-7.4 ⬇	≥7.5 ⬇
Alnını Kırıştırma	Yok	Hafif	Orta	En çok
Gözlerini Kısma	Yok	Hafif	Orta	En çok
Burun Kanatlarında Genişleme	Yok	Hafif	Orta	En çok

4.3 Yenidoğan Ağrı ve Stres Değerlendirme Ölçeği (ALPS-Neo)

Yenidoğan Ağrı ve Stres Değerlendirme Ölçeği (ALPS-Neo),2014 yılında Lundqvist ve ark. tarafından geliştirilmiştir. ALPS-Neo ölçeği yüz ifadesi, solunum şekli, ekstremitelerin tonüsü, el ve ayak aktiviteleri ve aktivite düzeyi olmak üzere toplam 5 maddeden oluşmaktadır. Her madde 3 puanlık (0,1,2) puanlama sistemine göre değerlendirilmektedir **(**Ceylan ve Bolışık,2017). Toplam puan 0-10 arasında değişmekte olup 3-5 puan hafif düzeyde ağrı ve stres, 5 puan üzeri ciddi düzeyde ağrı ve stres olarak değerlendirilmektedir (Vederhus vd.,2023; Ceylan ve Bolışık,2017). Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Ceylan ve Bolışık tarafından 2017 yılında yapılmıştır **(**Ceylan ve Bolışık,2017).

4.4 Yenidoğan Bebek Akut Ağrı Değerlendirme Ölçeği (NIAPAS)

Yenidoğan bebek akut ağrı değerlendirme ölçeği (NIAPAS), 2023 yılında Pölkki ve arkadaşları tarafından yenidoğanlarda akut ağrıyı değerlendirmek amacı ile geliştirilmiştir (Kanbur vd.,2021). Ölçek 8 maddeden oluşmaktadır. Maddelerden uyanıklık, yüz ifadesi, ağlama, kas tonusu, dokunmaya tepki olmak üzere 5 tanesi davranışsal; solunum, nabız , SaO2 olmak üzere 3 tanesi fizyolojiktir (Zengin vd.,2021). Her madde 2 (0,1), 3 (0,1,2) veya 4 puanlık (0,1,2,3) puanlama sistemine göre değerlendirilmekte olup toplam puan 0-18 arasında değişmektedir. Ölçeğe göre 0-5 arası puan hafif derece ağrı, 6-9 arası puan orta derece ağrı, 10-18 arasındaki puanlar ise şiddetli derecede ağrının varlığını göstermektedir (Kanbur vd.,2021). Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır (Zengin vd.,2021).

4.5 Yenidoğan Ağrı Rahatsızlık Ölçeği (EDİN)

Yenidoğan Ağrı Rahatsızlık Ölçeği (EDİN), 2001 yılında Debillion ve ark. tarafından kronik ağrıyı değerlendirmek amacı ile geliştirilmiştir (ERTÜRK ve Geçkil,2023). Ölçek yüz aktivitesi, vücut hareketleri, uyku kalitesi, hemşirelerle temas kalitesi ve teselli edilebilirlik olmak üzere toplam 5 davranışsal maddeden oluşmaktadır. Her madde 4 puanlık (0,1,2,3) puanlama sistemine göre değerlendirilmekte olup toplam puan 0-15 arasında değişmektedir. Ölçeğin puanlama sistemine göre 6 puanın üstü ağrının varlığını göstermektedir (Buyuktiryaki vd.,2017). Ölçeğin güvenilirlik ve geçerlilik çalışması Bayraktar tarafından 2012 yılında yapılmıştır (Ertürk ve Geçkil,2023).

4.6 Prematüre Bebeklerde Konfor Ölçeği

Ölçek, Monique ve arkadaşları tarafından 2007 yılında konfor skalasından uyarlanmıştır. Uyanıklık, sakinlik\ajitasyon, solunum durumu (sadece mekanik ventilasyon desteğinin olduğu durumlarda) veya ağlama (sadece spontan solunumu olan çocuklarda), fiziksel hareketi, kas tonusu, yüz hareketleri ve ortalama kalp atım hızı olmak üzere toplam 7 maddeden oluşmaktadır. Her madde 5 puanlık (1,2,3,4,5) puanlama sistemine göre değerlendirilmektedir.

Bu sisteme göre 35 en düşük, 7 ise en yüksek konfor seviyesini anlamına gelmektedir yani puan arttıkça konfor seviyesinin azaldığı anlamına gelmektedir. Ölçek puanı 17 ve üzeri olduğu zaman bu durum ağrıyı azaltıcı bir müdahalenin gerektiği anlamına gelmektedir. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır (Alemdar ve Tüfekçi,2015).

4.7 Yenidoğan Ağrı Ajitasyon ve Sedasyon Ölçeği (N-PASS)

Yenidoğan Ağrı Ajitasyon ve Sedasyon Ölçeği (N-PASS), Hummel- Puchalski tarafından 2000 yılında geliştirilmiştir (Eroğlu ve Arslan,2018). Ölçek sedasyon derecesi ve ağrı olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Her bölüm, ağlama ve huzursuzluk, davranışsal durum, yüz ifadesi, vücut gerginliği ve vital bulgular olmak üzere 5 maddeden oluşmaktadır. Ağrı bölümü için her madde 3 puanlık (0,1,2) puanlama sistemine göre değerlendirilmektedir (Açıkgöz vd.,2017). Değerlendirme puanına prematüre yenidoğanlarda davranışsal yanıtların sınırlı olmasını telafi etmek için <28 GH için +3, 28-31 GH için +2 ve 32-35 GH için +1 puan eklenmektedir (Yiğit vd., 2021). Toplam puan 0-10 arasında değişmekte olup 4-6 arası puan hafif, 5 ve üzeri puan orta ve şiddetli ağrı olarak değerlendirilmektedir (Eroğlu ve Arslan,2018). Açıkgöz ve ark. tarafında 2017 yılında ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır (Açıkgöz vd.,2017).

Çizelge 4.Yenidoğan Ağrı Ajitasyon ve Sedasyon Ölçeği (N-PASS) (Yiğit vd., 2021)

Kategoriler	Sedasyon		Normal Sedasyon/Ağrı	Ağrı/Ajitasyon	
	-2	-1	0	1	2
Ağlama/irritabilite Huzursuzluk	Ağrılı uyaran ile ağlama yok	Ağrılı uyaran ile minimum ağlama ya da inleme	Sedasyon ve ağrı belirtileri yok	Huzursuzluk ya da aralıklı ağlama, avutulabilir	Tiz ya da sessiz kesintisiz ağlama (entübe ise sessiz ağlayabilir).Avutulamaz
Davranış durumu	Uyarana yanıt ve spontan hareket yok	Uyarana minimal yanıt, az miktar-da spontan hareket	Sedasyon ve ağrı belirtileri yok	Huzursuz, kıpırdanıyor Sık sık uyanıyor	Gerilme, tekmeleme Sürekli uyanık veya sedasyon olmaksızın minimal uyanma-hareketsizlik
Yüz ifadesi	Ağız gevşek, yüz ifadesinde duygulanım yok	Uyarana yüz ifadesinde çok az yanıt	Sedasyon ve ağrı belirtileri yok	Aralıklı olarak ağrılı yüz ifadesi	Sürekli ağrılı yüz ifadesi

El – ayaklar Beden gerginliği (tonus)	Yakalama refleksi yok, tonus gevşek	Zayıf yakalama refleksi, kas tonusu azalmış	Sedasyon ve ağrı belirtileri yok	Aralıklı olarak (<30sn) el ve/veya ayakların sıkılması veya parmakları n açılması Vücut gergin değil	Sürekli (>30sn) el ve/veya ayakların sıkılması veya parmakların açılması Vücut gergin
Yaşam bulguları KH (kalp hızı) SS (solunum sayısı) SpO2 (oksijen saturasyonu)	Uyarana karşı yaşamsal bulgularda değişiklik yok. Hipoventilasy on ya da apne var (ventilatördeki bebekte spontan solunum çabası yok)	Uyarana karşı yaşamsal bulgulard a %10 altında değişim	Sedasyon ve ağrı belirtileri yok	Uyarana karşı yaşamsal bulgularda %10-20 değişim. SpO2 %76-85 arasına düşüyor ve hızla (<2 dk) yükseliyor	Uyarana karşı yaşamsal bulgularda > %20 değişim. SpO2 %75 ve altına düşüyor ve yavaş (>2 dk) yükseliyor. Ventilatör ile uyumsuz, mücadele ediyor

4.8 EVENDOL Ölçeği

EVENDOL ölçeği, bir Fransız çocuk doktorları ve hemşireler ekibi tarafından, 0 ila 7 yaş arası çocuklarda ağrıyı değerlendirme için geliştirmiştir (Beltramini vd.,2019; Tristão vd.,2021). Sözlü/sesli ifade, yüz ifadesi, hareketler, duruşlar ve çevreyle ilişki olmak üzere 5 maddeden oluşmaktadır. Her madde 4 puanlık (0,1,2,3) puanlama sistemine göre değerlendirilmektedir (Beltramini vd.,2019). Toplam puan 0-15 arasında değişmekte olup 4 puan ve üstü ağrı olarak değerlendirilmektedir (Tristão vd.,2021).

4.9 Yenidoğanlar İçin Bernese Ağrı Ölçeği (BPSN)

Bernese Ağrı Ölçeği (BPSN), 1996'da Bern Üniversitesi hastanesi hemşireleri tarafından yenidoğanlarda ağrıyı değerlendirmek için geliştirilmiştir. Ölçek uyanıklık, ağlama, teselli, ten rengi, yüz ifadesi, duruş, solunum hızı, kalp atış hızı, oksijen satürasyonu değişiklikleri olmak üzere 9 maddeden oluşmaktadır. Her madde 4 puanlık (0,1,2,3) puanlama sistemine göre değerlendirilmektedir. Ölçeğe göre 11 puan ve üzeri ağrının varlığını göstermektedir (Cignacco vd.,2017).

4.10 Yenidoğan Yüz Kodlama Sistemi (NFCS ve NFCS-R)

Neonatal Yüz Kodlama Sistemi (NFCS), 1987 yılında Grunau ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Ferreira vd.,2023). Ölçek 10 maddeden 5 maddeye indirilerek NFCS-R versiyonu oluşturulmuştur. Kaş çıkıntısı (kaşların çatılması ile ortaya çıkan çizgi), göz sıkma, nazolabial çizgi, yatay ağız gerilmesi, gergin dil bu 5 maddeyi oluşturmaktadır. Bu yüz hareketlerinin görülmesi durumu 1 puan, görülmeme durumu ise 0 puan olarak değerlendirilmektedir. Toplam puan 0-5 arasında değişmektedir (Kappesser vd.,2019).

4.11 Neonatal Postoperatif Ağrı Ölçüm Skorlaması (CRIES)

Neonatal Postoperatif Ağrı Ölçüm Skorlaması (CRIES), 1995 yılında Krechel ve Bildner tarafından gestasyonel yaşı 32 haftanın üzerinde olan postoperatif dönemdeki yenidoğanlarda ağrıyı değerlendirmek amacı ile geliştirilmiştir. Ağlama, O2 gereksinimi, yaşam bulgularında artış, görünüm, uykusuzluk olmak üzere 5 maddeden oluşmaktadır. Her madde 3 puanlık (0,1,2) puanlama sistemine göre değerlendirilmektedir (Özçevik ve Ocakçı,2019). Toplam puan 0-10 arasında değişmekte olup 3-4 puan orta derecede ağrı varlığını, 5 puan ve üzeri ise şiddetli ağrı varlığını göstermektedir (Eroğlu, Arslan ,2018; Özçevik veOcakçı,2019).

Çizelge 5. Neonatal Postoperatif Ağrı Ölçüm Skorlaması (CRIES) (Aliefendioğlu,2015)

Kategoriler	Puan		
	0	1	2
Ağlama	Yok	Yükses sesle ağlama	Sakinleştirilemeyen, sürekli ağlama
SpO2 > 95	%21	%21-30	>%30
Kalp hızı ve/ veya kan basıncı	Artış yok	<%20	≥%20
Yüz ifadesi	Rahat	Yüz buruşturma	Yüz kasları sürekli kasılı, inleme olabilir
Uyku durumu	Normal	Kısa aralıklı uyuyor, sık uyanıyor	Sürekli uyanık

4.12 Ağrı Değerlendirme Aracı (PAT ve mPAT)

Ağrı Değerlendirme Aracı (PAT),1995 yılında Hodgkinson ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (Eroğlu ve Arslan, 2018). Ölçeğe ek tanımlayıcılar eklenerek mPAT (değiştirilmiş ağrı değerlendirme aracı) versiyonu oluşturulmuştur. Ölçek davranışsal ve fizyolojik maddeler olmak üzere toplam 10 maddeden oluşmaktadır. Bu maddeler duruş/ton, ağlamak, uyku düzeni, ifade, renk, solunumlar, kalp atış hızı, oksijen doygunluğu, kan basıncı, hemşirenin algısı olarak sıralanmaktadır. Her madde 3 puanlık (0,1,2) puanlama sistemine göre puanlanmaktadır. Toplam puan 0-20 arasında değişmekte olup 5 puan ve üzeri orta derecede

ağrı varlığını, 10 puan ve üzeri şiddetli derecede ağrı varlığını göstermektedir (Murray vd.,2025).

Çizelge 6. Değiştirilmiş ağrı değerlendirme aracı (mPAT) (Murray vd.,2025)

Kategoriler	Puan		
	0	1	2
Duruş/Ton	Normal, biraz esneme	Gövde sert, uzuvlar uzatılmış, omuzlar yataktan kaldırıldı	Yumruklar sıkılmış, gövde korundu, uzuvlar orta hatta çekilmiş, baş ve omuzlar duruşa direniyor
Ağlamak	HAYIR	Teselli edilebilir	Rahatsız edildiğinde, elleçlemeden sonra çökelmez, yüksek sesle, sızlanma
Uyku Düzeni	Rahatlamış	Kolayca uyanır	Tedirgin veya içine kapanık, şaşkınlıkla uyanır, huzursuz, kıvranma, net bir uyku/uyanıklık düzeni yok
İfade	Rahatlamış, normal	Kaşlarını çatmak, sığ karıklar, gözler hafifçe kapalı	Yüz buruşturma, derin oluklar, gözler sıkıca kapalı, göz bebekleri genişledi
Renk	Pembe iyi perfüze edilmiş	Bazen benekli veya soluk	Soluk/esmer/kızarmış, avuç içi terlemesi
Solunumlar	Normal başlangıç oranı	Taşipne-dinlenme halinde	Apne-dinlenme sırasında veya elle tutulurken
Kalp Atış Hızı	Normal başlangıç oranı	Taşikardi—dinlenme halinde	Dalgalanma-kendiliğinden veya dinlenme halinde
Oksijen Doygunluğu	Normal	Geçici doygunluk azalması	Elleçlemeli veya elleçlemesiz desatürasyon
Kan Basıncı	Normal		Dinlenme halinde hipo/hipertansiyon
Hemşirenin Algısı	"Hiçbir acı algılanmadı"	"Bebeğin sadece elle tutulurken acı çektiğini düşünüyorum"	"Sanırım bebek acı çekiyor"

SONUÇ

Yenidoğanlarda sözel ifade yeteneğinin olmaması nedeni ile ağrı değerlendirmesinde ölçek kullanımı önemli bir yere sahiptir (Akcan ve Polat,2017). Tek ve çok boyutlu farklı alt boyutlara sahip birçok yenidoğan ağrı ölçeği bulunmaktadır. Tek boyutlu bazı yenidoğan ağrı ölçekleri EVENDOL (Değerlendirme Enfant Douleur), NFCS (Yenidoğan Yüz Kodlama Sistemi), ALPS-neo (Astrid Lindgren ve Lund Çocuk Hastaneleri Prematüre ve Hasta Yenidoğan Bebekler İçin Ağrı ve Stres Değerlendirme Ölçeği), CHIPPS (Çocuklar ve Bebekler Ameliyat Sonrası Ağrı Ölçeği), EDIN (Yenidoğan Ağrı Rahatsızlık Ölçeği) ölçeğidir. Çok boyutlu bazı yenidoğan ağrı ölçekleri ise NIPS (Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeği), N-PASS (Yenidoğan Ağrı Ajitasyon ve Sedasyon Ölçeği), PAT (Ağrı Değerlendirme Aracı), PIPP (Prematüre Bebek Ağrı Profili), NIAPAS (Yenidoğan Bebek Akut Ağrı Değerlendirme Ölçeği), BPSN (Yenidoğanlar İçin Bernese Ağrı Ölçeği), CRIES (Neonatal Postoperatif Ağrı Ölçüm Skorlaması) ölçeğidir (Glenzel vd.,2023). Her ölçeğin kendine özgü alt boyutları olup fizyolojik, davranışsal ve hormonal tepkileri içermektedir. Birçok ağrı ölçeği geliştirilmiş olsa da yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde çoğunlukla PIPP (Prematüre Bebek Ağrı Profili), NIPS (Yenidoğan Bebek Ağrı Ölçeği) ve CRIES (Neonatal Postoperatif Ağrı Ölçüm Skorlaması) ölçekleri kullanılmaktadır. Hemşireler, yenidoğanda ağrı yönetimi için fizyolojik, davranışsal ve hormonal alanlarda meydana gelen normalden sapmaları belirlemeli, gerekli hemşirelik bakımını uygulamalı ve normalden sapmalar ortadan kalkana kadar düzenli aralıklarla takip etmelidir (Özçevik, Ocakçı,2019).

Hemşirelik bakımının etkinliği doğru tanılama ve tanı konulması ile mümkündür. Doğru tanılama ve tanı konulması için ise tanılamada bireye özgü doğru araçların kullanılması gerekmektedir. Tüm ekip üyelerinin ağrı derecesini doğru seviyede belirleyebilmek, yenidoğanın özelliklerine göre doğru ölçeği seçebilmek için ölçekler hakkında kapsamlı bilgiye sahip olmaları sağlanmalıdır. Yenidoğanda ağrı tedavisinin etkinliği için yenidoğana uygun ölçek kullanabilme yeteneği yaygınlaştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Acikgoz, A., Cigdem, Z., Yildiz, S., Demirustu, C. vd. (2017). A Turkısh Adaptatıon Of The Neonatal Pain/Agıtatıon, Sedatıon Scale (N-PASS) And Its Valıdıty And Relıabılıty. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 7 (2) https://www.researchgate.net/ (Erişim tarihi:27.04.2025)
2. Akcan, E. ve Polat, S. (2017). Yenidoğanlarda Ağrı ve Ağrı Yönetiminde Hemşirenin Rolü. ACU Sağlık Bilimleri Dergisi, (2) https://dergipark.org.tr/ (Erişim tarihi:08.05.2025)
3. Akcan, E. ve Yiğit, R. (2015). Prematüre Bebek Ağrı Profili: Türkçe Geçerlilik ve Güvenirliliği. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi, 29 (3) https://scholar.google.com/ (Erişim tarihi:11.04.2025)
4. Küçük-Alemdar, D. ve Güdücü-Tüfeci, F. (2015). Prematüre Bebek Konfor Ölçeği'nin Türkçe Geçerlilik ve Güvenilirliği. Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi, 12 (2) https://scholar.google.com/ (Erişim tarihi:17.03.2025)

5. Aliefendioğlu, D. (2015). Yenidoğanda ağrı. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 58(1) https://scholar.google.com/ (Erişim tarihi:11.04.2025)
6. Beltramini, A., Galinski, M., Chabernaud, J. L., Ruiz -Almenar, R. vd. (2019). Pain Assessment in Children Younger Than 8 Years in Out-of-Hospital Emergency Medicine: Reliability and Validity of EVENDOL Score. Pediartric emergency care, 35(2) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:26.04.2025)
7. Buyuktiryaki, M., Uras, N., Okur, N., Oncel, M. vd. (2017) Evaluation of prolonged pain in preterm infants with pneumothorax using heart rate variability analysis and EDIN (Échelle Douleur Inconfort Nouveau-Né, neonatal pain and discomfort scale) scores. Korean J Pediatr, 61(10) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:25.04.2025)
8. Ceylan, S.S. ve Bolışık, B. (2017) Yenidoğan bebeklerde ALPS-Neo ağrı ve stres değerlendirme ölçeğinin geçerlik ve güvenirliği. Pamukkale Tıp Dergisi, (1) https://scholar.google.com/ (Erişim tarihi:25.04.2025)
9. Cignacco, E., Schenk, K., Stevens, B., Stoffel, L. vd. (2017). Individual contextual factors in the validation of the Bernese pain scale for neonates: protocol for a prospective observational study. BMC pediatrics, 17(1) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:23.04.2025)
10. Çağlayan, N. ve Balcı, S. (2014). Preterm Yenidoğanlarda Ağrının Azaltılmasında Etkili Bir Yöntem: Cenin Pozisyonu. F.N. Hemşirelik Dergisi, 22(1) https://scholar.google.com/ (Erişim tarihi:01.05.2025)
11. Eroğlu, A. ve Arslan, S. (2018). Yenidoğanda Ağrının Algılanması, Değerlendirilmesi ve Yönetimi. Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8 (1) https://dergipark.org.tr/ (Erişim tarihi:05.04.2025)
12. Ertürk, F. ve Geçkil, E. (2023). İnvaziv ve Noninvaziv Mekanik Ventilasyondaki Prematüre Bebeklerde Kronik Ağrının Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 10(2) https://dergipark.org.tr/ (Erişim tarihi:25.04.2025)
13. Ferreira, E.A.L., Valete, C.O.S., Nassif, D.S., de Barros, G. A. M. (2023). Type of delivery and pain response in full-term newborns after vitamin K administration: assessment using the COMFORT Behavior and Neonatal Facial Coding System scales. Brazilian journal of anesthesiology,73(2) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:28.04.2025)
14. Glenzel, L., do Nascimento Oliveira, P., Marchi, B. S., Ceccon, R. F. vd. (2023). Validity and reliability of pain and behavioral scales for preterm infants: a systematic review. Pain Management Nursing, 24(5) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:24.04.2025)

15. Göl, İ. ve Onarıcı, M. (2015). Hemşirelerin Çocuklarda Ağrı ve Ağrı Kontrolüne İlişkin Bilgi ve Uygulamaları. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi,2(3) https://dergipark.org.tr/ (Erişim tarihi:05.04.2025)
16. İnanç-Yılmaz, B. ve Kanan, N. (2021). Yenidoğanda ağrı yönetimi ve hemşirelerin rolleri. Genel Sağlık Bilimleri Dergisi, 3(3) https://dergipark.org.tr/ (Erişim tarihi:08.05.2025)
17. Kanbur, B. N., Mutlu, B., Salihoğlu, Ö. (2021). Validity and reliability of the Neonatal Infant Acute Pain Assessment Scale (NIAPAS) in Turkish: prospective study. Sao Paulo Medical Journal, 139(4) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:29.03.2025)
18. Kappesser, J., de Laffolie, J., Faas, D., Ehrhardt, H. vd. (2019). Comparison of two neonatal pain assessment tools (Children and Infant's Postoperative Pain Scale and the Neonatal Facial Coding System—Revised) and their relations to clinicians' intuitive pain estimates. European Journal of Pain, 23(4) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:28.04.2025)
19. Murray, J., Lam, J., Jyoti, J., Popat, H. vd. (2025). The Influence of Postmenstrual Age and Neurological Impairments on the Modified Pain Assessment Tool Score in Infants Admitted to Neonatal Intensive Care: A Retrospective Medical Record Review. Paediatric and Neonatal Pain, 7(1) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:29.04.2025)
20. Özçevik, D. ve Ocakçı, A. F. (2019). Yenidoğanda ağrı: değerlendirme, yönetim ve hemşirenin rolü. Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 18(1) https://dergipark.org.tr/ (Erişim tarihi:08.05.2025)
21. Sezer, T. A., Esenay, F. I., Korkmaz, G. (2021). Okul öncesi çocuklarda ameliyat sonrası ağrı ölçeği: Türkçe geçerlilik ve güvenirliliği. Güncel Pediatri, 19(1) https://dergipark.org.tr/ (Erişim tarihi:05.04.2025)
22. Sposito, N. P. B., Rossato, L. M., Bueno, M., Kimura, A. F. vd. (2017). Assessment and management of pain in newborns hospitalized in a Neonatal Intensive Care Unit: a cross-sectional study. Revista latino-americana de enfermagem, 25 https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:19.04.2025)
23. Tristão, R. M., Vilela, L. R., Marques, L. A., Neiva, E. R. vd. (2021). Adaptation and validation of the EVENDOL scale to assess pain in neonates in Portuguese language. Early Human Development, 152 https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:26.04.2025)
24. Vederhus, B. J., Olsen, M. S., Eide, G. E., Storm, H. vd. (2023). ALPS-Neo pain and stress assessment scale for neonates—A measure for procedural pain. Acta Paediatrica, 112(6) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:25.04.2025)

25. Xie, W., Wang, X., Huang, R., Chen, Y. vd. (2021). Assessment of four pain scales for evaluating procedural pain in premature infants undergoing heel blood collection. Pediatric Research, 89(7) https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:16.03.2025)
26. Yiğit, Ş., Ecevit, A. Köroğlu, Ö.A. Yenidoğan Döneminde Ağrı ve Tedavisi Rehberi 2021 Güncellemesi.2021 https://neonatology.org.tr/ (Erişim tarihi:27.04.2025)
27. Zengin, D., Ardahan-Sevgili, S., Yardimci, F., Çalkavur, Ş. vd. (2021). Psychometric properties of the Turkish version of the neonatal infant acute pain assessment scale. Journal of Pediatric Nursing, 61 https://ddc449fe97e72df15faf96b8d7d4f5facfaa9c92.vetisonline.com/ (Erişim tarihi:24.04.2025)

ÜLKEMİZDE AŞILAMA VE AŞI KARŞITLIĞI

Yüksek Lisans Öğrencisi Sinem Küçük, Doc. Dr. Hilal Uslu Yuvacı, Prof. Dr. Elvan Şahin

Sakarya Üniversitesi, Histoloji ve Embriyoloji AD, umay9061@gmail.com-0009-0006-2369-4510

Sakarya Üniversitesi, Histoloji ve Embriyoloji AD, hilaly@sakarya.edu.tr- 0000-0001-8067-3165

Sakarya Üniversitesi,Histoloji ve Embriyoloji AD, elvansahin@sakarya.edu.tr- 0000-0001-8585-9903

ÖZET

Aşılama, çocuk ve toplum sağlığı açısından önemli koruyucu halk sağlığı hizmetidir. Aşılamanın amacı, ortaya çıkan enfeksiyöz hastalıkların bulaşının önlenmesi, hasta bireylerin hastalığı hafif seyirde geçirmesi ve toplum bağışıklığının arttırılmasıdır. Aşılama ile birlikte Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre her yıl 2-3 milyon çocuğun ölümü engellenmekte ve küresel aşılama iyileştirildiğinde 1,5 milyon çocuğun daha ölümünün önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Ülkelerin politikaları ile aşılama oranları arttırılmaya ve toplum bağışıklığı yükseltilmeye çalışılmıştır. Politikalar ülkelerin refah düzeyi, eğitim seviyeleri, yaşanılan hastalıklar ve hükümetlerin tutumu doğrultusunda şekillenmektedir. Bununla birlikte her geçen gün aşı tereddüdü ve aşı karşıtlığına sahip insan sayısı da azımsanamayacak seviyelere ulaşmaktadır. Aşı reddi; tüm aşıları reddetme ve yaptırmama durumu iken, aşı tereddüdü ise, aşı hizmetlerine ulaşılmış olmasına rağmen aşılamanın kabul edilmesinin veya yapılmasının gecikmesi anlamına gelmektedir.

Aşının bulunuşu enfeksiyöz hastalıkların keşfedildiği tarih kadar eskidir. Bu zamandan beri mevcut olan ‘aşı reddi ve tereddüdü’ toplum sağlığını ve ülkelerin sağlık politikalarını olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda toplumun çeşitli kesimlerinden gelen şikayetler ve ülkelerin değişen politikaları bu durumu daha da şiddetlendirmiştir.

Bu nedenle yaşanılan sıkıntılı süreci ele alarak çözüm önerileri planlamak için DSÖ 2012 yılında Aşı Tereddütleri Çalışma Grubu’ nu (Vaccine Hesitancy Working Group) kurmuştur.

Ülkemizde aşı reddi ve tereddüdü yaşayan kişi sayısı ciddi oranda artış göstermektedir. 2011 yılında 183 kişi olan bu rakam 2017 yılında 23600 kişi olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar aşı reddine sebep olabilecek birçok faktörün olduğunu göstermiştir. Bunlar genel olarak; iletişim ve medya kaynakları, sosyo-ekonomik, kültür, din, cinsiyet ve coğrafi ve kişisel faktörler olarak sıralanabilir. Ülkelerin siyasi politikalarında bu sebepler ile ilgili çözüm önerileri ve uygulamaları olmalıdır.

Durumun önüne geçebilmek için iletişim ve medya kaynaklarının aktif kullanımı, toplum bilinçlendirilmesinin etkin yapılabilmesi, yanlış bilgi ile mücadele edilmesi, halkın aşılara erişiminin kolay olması gereklidir.

Bu çalışmada aşılamanın dünyada ve ülkemizdeki yeri ve önemi, aşı reddi, aşılama tereddüdü gibi tanımların kavranması, aşılamanın toplumsal düzeyde önemi, ülkemizde aşılamanın hukuki boyutu, ailelerin duruma yaklaşımı incelenmiştir.

Anahtar kelimeler; aşı reddi, aşı tereddüdü, aşı karşıtlığı

GİRİŞ

Aşı; insanlarda ve hayvanlarda hastalıklara neden olan bakteri, virüs gibi mikroorganizmaların zayıflatılması, öldürülmesi ya da bu mikroorganizmaların salgıladığı toksinlerin etkilerinin ortadan kaldırılmasıyla oluşturulan sağlıklı bireylere hastalık oluşmaması için uygulanan biyolojik maddedir. Sağlıklı bireye verilen bu biyolojik madde ile bireyin immün sistemi bu hastalığa karşı uyarılmış ve direnç geliştirilmiş, yapay bir bağışıklık kazanılmış olur (Adıyaman ve ark.,2022). Elde edilen bu yapay bağışıklık sayesinde birey patojenle karşılaştığı zaman hastalığı daha hafif seyirde veya hiç klinik belirti vermeden atlatabilmektedir.

Aşılama, toplumda çok yaygın olan bulaşıcı hastalıkların bulaş ve önlenmesinde önemli rol oynayarak, insan ve toplum sağlığının korunması ve devamlılığının sağlanması için uygulanan en etkili yöntemlerden biridir (Şimşek, 2024). Dünyada toplumsal düzeyde yaygın görülen çocukluk çağı bulaşıcı hastalıkları ve yetişkinlikte karşılaştığımız birçok enfeksiyöz hastalıklar etkin aşılama ile önlenebilmektedir. Aşılar, ortaya çıktıkları ve geliştirilmiş haliyle birlikte dünya genelinde milyonlarca insanı birçok salgın hastalıktan kurtarmış ve kurtarmaya da devam etmektedir (Yalçın Balçık ve ark., 2021).

Ancak; Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) 2017 tarihli raporuna göre, dünya genelinde hala yaklaşık 1,5 milyon insan, aşıyla önlenebilir hastalıklardan dolayı yaşamını yitirmektedir (Şimşek, 2024).

Aşı Reddi ve Tereddüdü

Aşılama her ne kadar toplum sağlığı açısından önemli olsa da, toplumsal düzeyde insanların aşı uygulamasına karşı tereddüdü ya da karşıt düşünceleri her dönem mevcut olmuştur. Bu durum halk sağlığı açısından ciddi tehlikeler oluşturmakta, dönem dönem belirli hastalıkların yeniden görülmesine sebep olmaktadır. Son yıllarda bireylerin, uygulanan aşı programlarına itirazları, ve çeşitli aşı karşıtı propagandalar, aşı programlarının uygun planda yürütülememesine yolaçması nedeniyle 'aşı reddi ve aşı tereddüdü' gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. DSÖ 2012 yılında "Aşı Tereddütleri Çalışma Grubu"nu (Vaccine Hesitancy Working Group) oluşturmuş ve bu kavramları tanımlamıştır (Doğan ve ark., 2023).

DSÖ' nün tanımına göre, aşı tereddüdü; bazı aşıların kabul edilmesini, bazılarına yönelik kararsızlık sergilenmesi ya da belirli aşıların uygulanmasının ertelenmesi gibi çeşitli tutumları kapsamaktadır. Dolayısıyla, aşı tereddüdü; kısmi ret, seçici kabul ve tamamen reddetme gibi alt kategorilerde incelenebilmektedir (Yalçın Balçık ve ark., 2021).

Aşı reddi ise; tüm aşıları tamamen reddetme ve kesinlikle yaptırmama durumunu tanımlamaktadır (Doğan ve ark.,2023). Bu tanıma göre; bireyin aşı ile ilgili herhangi bir talebi söz konusu değildir (Yalçın Balçık ve ark., 2021).

Dünyada ve Ülkemizde Aşılamanın ve Aşı Karşıtlığının Tarihçesi:

İlk aşı uygulamalarının Çin'de milattan önce yaklaşık 1000' li yıllarda başladığı bilinmektedir. Daha sonraki yıllarda Orta Asya, Hindistan ve Osmanlı topraklarında görülmektedir (Kart, 2024). İngiltere'de Edward Jenner 1796 yılında sığır çiçeği hastalığı üzerine çeşitli çalışmalarda bulunmuş ve bu çalışmalar ilk resmi bilimsel aşı çalışmaları olarak nitelendirilmiştir (Kader, 2019).

İnsanların aşılara olan tutumu ve aşı karşıtlığı, insan hayatına aşının girdiği tarih kadar eskiye dayanan bir kavramdır. Aşılamanın resmiyet kazanarak bireylerin yaşamına aktif ve zorunlu bir uygulama olarak dâhil olmasıyla birlikte, "aşı karşıtlığı" kavramı da toplumsal söylemde yerini almıştır (Beler, 2024). Aşı karşıtlığı, başlangıçta hastalıkların ilahi bir irade sonucu ortaya çıktığı ve bu sürece insan eliyle müdahale edilmemesi gerektiği yönündeki çeşitli dini gerekçelere dayandırılmıştır (Kart, 2024).

İngiliz hekim Andrew Wakefield 1998 yılında yayınladığı bir makalesinde; kızamık, kabakulak ve kızamıkçık (KKK) aşısının otizm ile ilgili olduğu doğrultusunda bir bildirimde bulunmuş bununla birlikte aşı karşıtlığının tekrar gündeme gelmesini sağlamıştır. Daha sonra, söz konusu makalenin yayımlandığı dergi ile yazar arasında belirli çıkar ilişkilerinin bulunduğu tespit edilmiş ve makale dergi tarafından yayından kaldırılmıştır. Ancak bu geri çekme işlemine rağmen, makalede öne sürülen iddialar kamuoyunda etkisini sürdürmeye devam etmektedir (Kader, 2019). İngiltere'de 1996 yılında KKK aşısı yapılma oranı %96 iken, 2003 yılında bu oran %61'e kadar gerilemiş ve salgın tehdidi oluşturmaya başlamıştır. Bu durum diğer ülkeleri de etkilemiş ve bu dönemde Avrupa ülkeleri kızamık salgını ile karşı karşıya kalmıştır (Doğan ve ark.,2023).

Türkiye, bağışıklama hizmetleri, yürütülen kampanyalar, rutin ve risk grupları takibi ve uygulamaları açısından yaklaşık 170 yıllık köklü bir deneyime sahiptir (Eskiocak ve ark.,2021). Ülkemizde ilk aşılama uygulamaları Osmanlı dönemine dayanmaktadır. İlk kapsamlı program olan 'genişletilmiş bağışıklama programı' 1981 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Beş hastalıkla başlatılan bu program 2019 yılı güncellemesiyle 13 hastalık kapsamında devam etmektedir. Aşılama programına alınan bu hastalıkların insidansında belirgin oranda düşüş gözlenmiştir. (Yakşi, 2020). DSÖ' nün açıklamış olduğu raporlarda; Türkiye'nin 2002 yılında polio, 2009 yılında ise maternal ve neonatal tetanozu elimine ettiği açıklanmıştır (Şimşek, 2024).

Ülkede yıllar içerisinde yürütülen etkili aşılama programları sayesinde bulaşıcı hastalıklar önemli ölçüde azalma göstermiştir. Sağlık bakanlığının ücretsiz olarak yürüttüğü bu programlar ile birlikte çocukluk çağı aşılarında bağışıklanma oranı %98'dir (Dolu ve ark., 2021).

Buna rağmen belirli dönemlerde yaşanan aşı tereddüdü ve aşı reddi nedeniyle bazı infeksiyon hastalıkları yeniden artış göstermiştir. Ancak, sağlık otoriteleri tarafından alınan önlemler sayesinde bu hastalıklar yeniden kontrol altına alınabilmiştir (Yakşi, 2020). Tüm bu gelişmelere rağmen, özellikle 2010 yılından itibaren Türkiye'de de aşı karşıtı görüşlerde belirgin bir artış gözlemlenmiştir (Hasar ve ark., 2021). Ülkemizde aşı reddi ve kararsızlığı olan kişi sayısı 2011 yılında 183, 2015 yılında 5400, 2017 yılında ise 23000 gibi ciddi düzeyde yüksek seviyelere ulaşmıştır (Balkan ve ark., 2022).

Aşı Reddi ve Tereddüdünün Nedenleri

Dünya genelinde birçok ülkede aşı reddi ve aşılara karşıt tutum mevcuttur. Dünya Sağlık Örgütü ülkelerden topladığı bu veriler doğrultusunda aşı reddi ve aşı karşıtlığını değerlendirerek bir rapor hazırlamıştır (Şimşek, 2024). Aşı Danışma Grubu'nun (SAGE) hazırladığı bu rapora göre, aşılara duyulan güvensizlik, aşıların etkisiz olduğu yönündeki inanç ve yayımlanan bilimsel verilerin gerçekliğine dair kuşkular aşı tereddüdünün başlıca nedenleri arasındadır. Bu temel faktörlerin yanı sıra, bireylerin devlet politikalarına, hekimlere ve sağlık hizmeti sunan personele yönelik güvensizlik de aşı karşıtlığına neden olan önemli sorunlar arasında yer almaktadır (Balkan ve ark.,2022).

İnternet ve sosyal medya platformlarında sağlık profesyoneli olmayan kişiler tarafından paylaşılan yanlış ve yönlendirici içerikler, bireylerin sağlıkla ilgili tutum ve davranışlarında önemli değişikliklere yol açmaktadır. Pek çok kişi, bu platformlarda yayın yapan kişilerin açıklamalarını daha sade ve anlaşılır bulduklarını ifade etmekte ve bu nedenle söz konusu açıklamaların doğru ve haklı olduğunu düşünmektedir (Yalçın Balçık ve ark.,2021).

Aşılama kararındaki risk algısı, güvenilirliğine dair belirsizlik, yan etkileri konusunda duyulan endişe ve özellikle COVİD-19 döneminde yaşanan hızlı aşı geliştirme süreci kişilerin aşıların etkililiği konusundaki güvenini sarsmış ve psikolojik bir dirence sebep olmuştur (Beler, 2024). Özellikle pandemi ile birlikte sosyal medya gibi çeşitli internet ortamlarında yayınlanan asılsız haberler insanlar üzerinde tıbbi uygulamalara farklı bakış açısı getirmiş, aşılama tereddüdü ve reddi daha fazla görülmüştür (Yelsiz ve ark.,2023). Aşıların içeriğiyle ilgili ortaya atılan iddialar da toplumsal düzeyde tepkiye neden olmuştur. Alüminyum (Hepatit A, Hepatit B, Dörtlü Karma, Td Beşli Karma, ve KPA aşılarında) ve civa (Td ve Hepatit B aşılarında) içerikli aşılar özellikle ebeveynlerin endişelerini arttırmaktadır (Şimşek, 2024).

Aileler, çocuklarının doğal yöntemlerle bağışıklık kazanmasının daha doğru olduğunu, ilaçların ciddi yan etkilerinden ve zararlı içeriklerinden dolayı doğal bağışıklamanın daha faydalı olduğunu düşünmektedirler. Hatta birçok aile ilaçların çocuğun gelişimini olumsuz yönde etkilemesinden endişe duymaktadır (Tanrıkulu ve ark.,2021).

Bunların yanında bireylerin yaşadığı toplum içindeki sosyo-kültürel farkları, dini inançları, içinde bulundukları toplumun ve kendi eğitim seviyeleri, sağlık hizmetlerine erişim durumları aşılama görüşünün oluşmasında önemli faktörlerdir (Beler, 2024).

Aşı Reddi ve Tereddüdü Durumlarında Neler Yapılabilir?

Dünya Sağlık Örgütü aşılamanın önemini belirtebilmek amacıyla çeşitli faaliyetler yürütmektedir.

Toplum düzeyinde aşılama için olumlu bir algı oluşturmak için 2020 yılındaki aşı haftasında temayı 'Herkes İçin Aşı Çalışması' olarak belirlemiştir(Yalçın Balçık ve ark., 2021).

Aşı reddi ve bunun sonuçları ile mücadele için sağlık otoritelerince toplum düzeyinde uygulaması zorunlu birtakım düzenlemeler ve hukuki girişimlerde bulunulabilinir. Aynı zamanda halkın ulaşabileceği tüm kanallardan aşılama ile ilgili kamu bilgilendirmesi yapılabilir. (Beler, 2024).

Tüm sağlık çalışanlarının aşılama ve aşılar hakkındaki bilgi düzeyleri tereddüt yaşayan bireye yeterli danışmanlık verecek şekilde arttırılmalıdır. (Doğan ve ark.,2023).

Sağlık profesyonelleri ile birlikte halka yönelik çeşitli eğitim ve bilinçlendirme programları düzenlenmelidir. Bu tarz programlar ve kampanyalar aracılığıyla halk ve sağlık çalışanları arasında bilgi alışverişi sağlanmalı ve yeniden güven inşa edilmelidir (Şimşek, 2024). Bu programlar toplumda saygı duyulan, kanaat önderi olan kişiler ile birlikte daha etkin olarak yürütülebilir(Doğan ve ark., 2023). Sağlık Bakanlığı aracılığıyla bireylerin aşı ile ilgili ulaşmak istedikleri bilgiler ve istatistikler şeffaf bir şekilde toplum ile paylaşılmalıdır(Balkan ve ark., 2022).

Çeşitli sosyal medya kanallarında yapılan yanlış ve asılsız bilgilendirmeler denetlenmeli, toplumu yanıltan bu tarz içeriklerin sahiplerine gerekli cezai işlemler uygulanmalıdır (Şimşek, 2024).

Uygun ve anlaşılabilir aşı takvimleri geliştirilmeli, gerekirse bu takvimlere uygulama zorunluluğu getirilmelidir. Bu programların devlet tarafından halka ücretsiz olarak sağlanması gereklidir (Doğan ve ark., 2023).

Aşılama Uygulamalarına Hukuki Açıdan Bakış

Ülkeler salgın hastalıklar ile karşılaştığında bu durumla alakalı tedbir almak ve bunları uygulamakla yükümlüdürler. Bu tedbirlerin başında aşılama uygulamaları gelmektedir.

Salgınla mücadelede en etkili yöntem aşılamadır (Kağıtcıoğlu ve ark., 2024). Toplumsal düzeyde bireylerin korunması ve menfaatlerinin sağlanması zorunlu aşı uygulamaları kavramını meydana getirmiştir (Güden ve ark., 2023). Bu sebeple aşı kampanyaları devlet destekli yürütülmektedir (Kağıtcıoğlu ve ark., 2024). Yönetimin buradaki amacı; meydana gelen salgını önlemek ve bireylerin korunmasını sağlamaktır. Gerekli gördüğü takdirde Anayasanın vücut bütünlüğüne yönelik müdahalelere ilişkin 17. Maddesi ve bütün temel hak ve özgürlükler için güvence oluşturan 13. Maddesini ihlal etmeden uygulaması gereklidir (Akkoyunlu, 2017).

Bağışıklamaya yönelik uygulanan bu politikaların, toplumsal algıya göre uygulanabilirliği ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Bu sebeple her ülkenin bu alanda kendi toplumuna göre zorunlulukları ve kuralları vardır. Bazı ülkelerde karar kişiye bırakılırken bazı ülkelerde tamamen zorunlu tutulmuştur (Yorulmaz ve ark., 2022).

Ülkemiz hem ulusal hem de uluslararası alanda aşı uygulamaları ile ilgili sözleşmeleri kabul etmiştir ancak günümüzde aşıların zorunluluğu ve uygulanabilirliği hukuki alanda tartışılmaktadır(Yıldırım, 2023).

Ülkemizde bu durum hukuki açıdan incelendiğinde çocukluk çağı aşılarının uygulanmasının zorunluluğu ve yaptırılmaması durumunda herhangi bir yaptırım bulunmamaktadır (Doğan ve ark., 2023). Aşılar vücut bütünlüğüne yönelik uygulamalardır. Anayasada kişinin vücut bütünlüğüne yönelik yapılan uygulamaların yasak olduğu; ancak kanunda yazılı bazı haller dışında uygulanabilir olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple de aşı uygulaması vücut bütünlüğüne yönelik uygulama olduğu için kişilik hakkı ihlali olarak yorumlanmaktadır (Akkoyunlu, 2017). 2015 yılında Anayasa Mahkemesine yapılan bireysel başvuru sonrası, zorunlu aşı uygulama konusuyla ilgili mahkeme; Anayasanın 17.maddesini öne sürmüş kişinin maddi ve manevi varlığının korunması ve geliştirilmesi hakkını ihlal ettiğine karar vermiştir (Kahraman ve ark., 2023). Bu karar sonrasında resmi gazetede yayınlanmış, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Aşı ile Önlenebilir Hastalıklar Daire Başkanlığı yeni bir düzenleme getirmiştir. Bu düzenleme ile birlikte aşı uygulamasını reddeden ailelerden imza alınıp ret formu doldurulmaktadır (Şimşek, 2024).

1593 Sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanun'un 57, 64, 72, 88 94. Maddeleri detaylı olarak incelenip yorumlanması gerekmektedir. İlgili maddeler detaylı bakıldığında günümüz bağışıklama programlarının içerdiği salgın hastalık yapan hastalıkları yeterli ölçüde kapsamamaktadır. Ayrıca maddelerde zorunluluk ve yaptırım ifadeleri kullanılmamıştır (Doğan ve ark.,2023). Bu kanun kapsamında dönemin salgın hastalığı olan çiçek hastalığı hariç diğer hastalıklar üzerine zorunluluk bulunmamaktadır (Çelikel ve ark., 2023).

5395 sayılı çocuk koruma kanunu kapsamında incelendiğinde; bu kanun çocuğun korunmaya ihtiyacı olan, bedensel, zihinsel gelişimi açısından tehlikede birey olarak tanımlamaktadır.

Çocuk her açıdan korunmaya muhtaç; yaşama, gelişme ve temel hak ve hürriyetlerinin güvence altına alınması ve çocuğun üstün yararının gözetilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Tüm bu bilgiler ışığında yaşanılabilecek salgın hastalıklarda çocuğun etkilenmemesi için aşılanması onun üstün yararına görülmektedir. Bu kanun açısından bakıldığında uygulamanın yapılması gerekmektedir (Doğan ve ark., 2023).

Hasta hakları yönetmeliği açısından ele alınacak olursa; zorunlu tıbbi gereklilikler ve yasal düzenlemeler dışında bireyin izni olmaksızın hiçbir tıbbi müdahalenin yapılamayacağı, kişinin beden bütünlüğünün ve kişisel haklarınının ihlal edilemeyeceği açıkça belirtilmiştir (Yıldırım, 2023).

2015 yılında Anayasa mahkemesi kararıyla kanunda mevzuatı bulunmamasına rağmen zorunlu olarak yaptırılan aşılama programlarına yeni bir boyut gelmiştir.

Bireyler çocuğun korunması kanunu ve kişisel hak ve özgürlükler maddeleri arasında karmaşa yaşamakta, fakat bazı durumlarda ebeveynlerin kararları çocuğun üstün yararını ekarte etmelerine sebep olmaktadır (Doğan ve ark., 2023).

Velayet hakkına sahip olan ebeveynler çocukları hakkında verdikleri kararla onların sağlıklı gelişimleri açısından geleceklerini etkilemektedir (Güden ve ark.,2023). Hukuki açıdan henüz bir netliğe kavuşamamış olan aşı uygulamaları sebebiyle aşı tereddüdü kavramı hala gündemde yerini korumaktadır.

Bu tereddüdün ortadan kaldırılabilmesi için devletin kanunda değişikliğe gitmesi ve belirli zorunlulukları net bir şekilde belirtmesi böylece bu duruma son vermesi gerekmektedir (Doğan ve ark.,2023).

SONUÇ:

Aşı uygulamaları toplum sağlığını yakından ilgilendiren önemli bir halk sağlığı hizmetidir. Devletin yürütmesinde olan bu hizmet ile toplum bağışıklığı yükseltilmeye çalışılsa da toplumun bazı kesimlerinde aktif aşılama programına itirazlar mevcuttur. Sonuç olarak ortaya çıkan aşı reddi ve tereddüdü birey ve kamu sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Yeterli toplum bağışıklığı sağlanamadığı durumlarda salgın hastalıklarla karşılaşmak kaçınılmaz olacaktır. Aşı reddinin nedenleri; daha çok aşıların etkinliğine olan güvensizlik, yan etkilerine karşı duyulan endişe, uygulamaların zorunlu tutulması olarak sıralanabilir. Tüm bu nedenler uygulayıcı birimler tarafından dikkate alınmalı ve uygun çözüm önerileri aranmalıdır. Toplum sağlığının korunması ve sürdürülebilmesi için aşı uygulamaları büyük bir titizlikle yürütülmelidir. Tıbbi uygulamalar bireyin vücut bütünlüğünü ve kişisel hak ve özgürlüklerini ilgilendirdiği için aşı politikalarını oluştururken hukuki mevzuatta da düzenlemelere ihtiyaç bulunmaktadır. Aşı uygulamalarında etkili olabilmek için; sağlık profesyonelleri ve kanun uygulayıcıların birlikte çalışarak toplumun aşılama hakkındaki bilinç düzeyini arttırması, bu konuda etkin kampanyaların düzenlenmesi ve aşı karşıtlığının önemli bir halk sağlığı sorunu olarak ele alınması gerekmektedir. Bu konuda yapılacak tüm bu uygulamalar toplum bağışıklığının sağlanmasına ve dolayısı ile kamu sağlığının geliştirilmesine hizmet edecektir.

KAYNAKÇA:

1-Şimşek E. (2024, 12). Birinci basamakta aşı tereddüdü; nedenleri, sonuçları ve öneriler, *Journal of biotechnology and strategic health research 8(3),*195-205, *http://dergipark.org.tr/tr/pub/bshr/* (Erişim tarihi:31.12.2024).

2-Yalçın Balçık P., Demir H. (2021, 03). Aşı karşıtlığı ve ekonomisi, *Hacettepe sağlık idaresi dergisi*, *24(2)*, 375-398 (Erişim tarihi: 23.03.2021).

3-Eskiocak M. ve Marangoz B. (2021). *Türkiye'de bağışıklama hizmetlerinin durumu*, Ankara: Türk tabipleri birliği yayınları.

4-Adıyaman S. ve Altuğ Özsoy S. (2024, 08). Aşı tereddüdü ölçeğinin Türk toplumunda geçerlik ve güvenirlik çalışması, *Halk sağlığı hemşireliği dergisi, 6(2),* 63-72.

5-Hasar M., Özer Z. Y., Bozdemir N. (2021, 01). Aşı reddi nedenleri ve aşılar hakkındaki görüşler. *Cukurova medical journal, 46(1),* 166-176.

6-Balkan İ. İ. ve Öztürk R. (2022). Aşı kararsızlığı ve aşı reddi. *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi, 61*, 92-95.

7-Doğan M.B., Aksucu G., Güney H. (26.04.2023). Çocuk aşıları karşıtlığı ve tereddüdünün dünyadaki aşı politikaları ve Türkiye'deki mevzuat bağlamında değerlendirmesi: geleneksel derleme. *Türkiye klinikleri tıp etiği-hukuku-tarihi dergisi, 31(2),*127-39.

8-Beler A. (2024, 12). Aşı tereddüdü: nedenler, sonuçlar ve toplum sağlığı üzerine etkileri. *Çukurova Tıp Öğrenci Dergisi, 4(2),* 52-56.

9-Yelsiz M. ve Çalışkan Söylemez Ş. (2023). İnfodemi: Covid-19 aşıları hakkındaki paylaşımların aşı karşıtlığı perspektifinden değerlendirilmesi. *SDÜ Sağlık yönetimi dergisi, 5(1)*, 52-72.

10-Kader Ç. (2019, 09). Aşı karşıtlığı: Aşı kararsızlığı ve aşı reddi. *ESTÜDAM Halk sağlığı dergisi, 4(3)*, 377-88. https://doi.org/10.35232/estudamhsd.590304.

11-Kart B. (2024, 09). Aşı tereddüdü ve aşı karşıtlığının risk toplumu üzerinden okunması. *Bitlis Eren sosyal araştırmalar dergisi, 2(3)*, 301-314.

12-Dolu İ., Söğüt S. ve Cangöl E. (2021, 02). Sağlık alanında çalışmayan akademisyenlerin aşı reddi ile ilgili görüşlerinin incelenmesi. *Türkiye klinikleri hemşirelik bilimleri dergisi, 13(2)*, 287-94. DOI: 10.5336/nurses.2020-78757.

13-Tanrıkulu Y. ve Tanrıkulu G. (2021). Aşı tereddütü ve ebeveynlerin tutumları. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 10 (2),* 199-204. https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.777829 (Erişim tarihi:18.02.2021).

14-Yakşi N. (2020, 12). Aile sağlığı merkezi çalışanlarının aşı reddi konusundaki düşünceleri ve davranışlarının değerlendirilmesi. *Turkish journal of public health, 18(3),* 143-154. http://dergipark.gov.tr/tjph/ doi:10.20518/tjph.692226 (Erişim tarihi: 06.12.2020).

15-Tezel Kahraman A. ve Kara Ş.A. (2023, 12). Aşının önemi ve aşı tereddütü sorunu. *Türk hijyen ve deneysel biyoloji dergisi, 81(4):* 467 – 476. DOI ID: 10.5505/TurkHijyen.2024.64624 (Erişim tarihi: 27.12.2023).

16-Yıldırım E. (2023). *Salgın hastalıklarda aşının zorunlu tutulması ve hasta hakları* (Sağlık hukuku programı yüksek lisans tezi, Dokuz eylül üniversitesi) Sosyal bilimler enstitüsü, İzmir.

17-Güden R.A. ve Durmuş H. (2023, 11). Zorunlu çocukluk çağı aşılarına halk sağlığı ve hukuksal açıdan bakış. *Sağlık ve toplum dergisi, 33(3)*, 45-53.

18-Çelikel A.Y. ve Sinani G. (2023) *Hukuki ve Tıbbi Boyutuyla Aşı.* İstanbul: Altınbaş Üniversitesi Yayınları.

19-Yorulmaz D.S. ve Karadeniz H. (2022, 04). Toplum sağlığında büyüyen tehdit: aşı reddi. *Sağlık ve toplum dergisi. 32(1)*, 23-27.

20-Kağıtcıoğlu M. ve Paksoy M.S. (2024, 06). Aşı nedeniyle özellikle COVID-19 aşısı sonrasında ortaya çıkan zarardan idarenin sorumluluğu. *Marmara üniversitesi hukuk fakültesi hukuk araştırmaları dergisi, 30(1)*, 36-69.

21-Akkoyunlu S.A. (2017). Genel sağlığın korunmasına ilişkin idari bir faaliyet olarak aşı uygulamasının kanuniliği. *Erzincan Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 21(1-2),* 43-73.

AFETLERDE KADIN CİNSEL VE ÜREME SAĞLIĞI

Yüksek Lisans Öğrencisi Merve SEKİ [1], Doç. Dr. Handan ÖZCAN [2],

[1] Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Bölümü, havvamerveseki00@gmail.com - 0009-0008-6121-5634

[2] Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Bölümü,

handan.ozcan@sbu.edu.tr - 0009-0005-4160-5836

ÖZET

Afetler; toplumun fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar yaşamasına neden olan, normal yaşamı kesintiye uğratan ve toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olaylardır. Türkiye jeopolitik konumu nedeniyle afetlere maruz kalma açısından çok yüksek riskli, zarar görebilirlik açısından orta, baş etme kapasitesi açısından ise düşük riskli bir ülke olarak tanımlanmaktadır. Toplumun tüm üyeleri herhangi bir afet durumunun yol açtığı etkilerden dolayı risk altında varsayılmaktadır. Fakat sosyoekonomik, psikolojik ve fiziksel faktörlere bağlı olarak bazı kırılgan kesimler afetin sonuçlarından etkilenme açısından daha riskli grubu oluştururlar. Bu grubun başında ise kadınlar gelmektedir. Kadınlar afet durumlarında; enfeksiyonlar, malnütrisyon, fiziksel ve cinsel şiddet, cinsel yolla bulaşan hastalıklar (CBYE), acil obstetrik durumlar ve sağlık hizmetlerine ulaşım gibi konularda sorunlar yaşamaktadırlar. Bu sorunların başında ise üreme sağlığı ve cinsel sağlık sorunları yer almaktadır. Bir afet veya insani kriz sırasında cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerinde meydana gelen aksamanın; istenmeden gerçekleşen gebelikler, obstetrik komplikasyonlar, her türlü şiddet, bulaşıcı hastalıklar ve çeşitli üreme sağlığı bozukluklarıyla ilişkili ölüm, hastalık ve sakatlıklara sebep olabileceği bilinmektedir. Bu metin afetlerin kadın cinsel ve üreme sağlığı üzerinde ki etkilerini açıklamak ve afet durumlarında cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerini sürdürmeye yönelik yapılan müdahele yöntemlerini incelemek amacıyla hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kadın, Afet, Cinsel Sağlık, Üreme Sağlığı

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

SEXUAL AND REPRODUCTIVE HEALTH OF WOMAN IN DISASTERS

Merve SEKİ [1], Handan ÖZCAN [2],

[1] Sağlık Bilimleri University, Hamidiye Sağlık Bilimleri Institute, Department Of Midwifery, havvamerveseki00@gmail.com - 0009-0008-6121-5634

[2] Sağlık Bilimleri University, Hamidiye Sağlık Bilimleri Institute, Department Of Midwifery,

handan.ozcan@sbu.edu.tr - 0009-0005-4160-5836

ABSTRACT

Disasters are natural, technological, or human-induced events that disrupt normal life, cause physical, economic, and social losses, and exceed a community's ability to cope. Due to its geopolitical location, Türkiye is considered a country with a very high risk of disaster exposure, moderate vulnerability, and low coping capacity. All members of society are assumed to be at risk from the effects of disasters; however, due to socioeconomic, psychological, and physical factors, certain vulnerable groups are disproportionately affected. Women are among the most at-risk groups in this context. During disasters, women face significant challenges such as infections, malnutrition, physical and sexual violence, sexually transmitted infections (STIs), emergency obstetric conditions, and limited access to healthcare services. Among these, sexual and reproductive health problems are particularly prominent. Disruptions in sexual and reproductive health services during a disaster or humanitarian crisis can lead to unintended pregnancies, obstetric complications, various forms of violence, communicable diseases, and a range of reproductive health-related deaths, illnesses, and disabilities. This paper aims to examine the impact of disasters on women's sexual and reproductive health and to explore intervention strategies designed to maintain these services during emergencies.

Keywords: Woman, Disaster, Sexual Health, Reproductive Health

1) GİRİŞ

Afet kavramı, Afet Ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) tarafından açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğünde "toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olay" olarak tanımlanmaktadır (1). Türkiye; jeolojik, meteorolojik ve topoğrafik faktörler nedeniyle pek çok farklı doğal ve insan kaynaklı afetler ve acil durumlarla karşı karşıya kalmaktadır (2).

Ulusal çerçevede tüm ülkelerin afet ve acil durum risklerine ilişkin raporlar hazırlayan kurumlarca; insani krizlerin ve felaketlerin şiddetini nesnel olarak ölçmek ve karşılaştırmak için geliştirilmiş bir form olan Risk Yönetimi Endeksine (INFORM) göre; Türkiye 5,0 endeks puanı ile afetler açısından hem yüksek risk grubunda hem de riskin artma eğiliminde olduğu ülkelerden biri olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda tehlike ve maruziyet puanına göre 191 ülke arasında 9'uncu, zarar görebilirlik açısından 46'ıncı, baş etme kapasitesi açısından ise 140'ıncı sırada yer almaktadır. Bu veriler ışığında Türkiye; tehlike ve maruz kalma açısından çok yüksek riskli, zarar görebilirlik açısından orta, baş etme kapasitesi açısından ise düşük riskli bir ülke olarak tanımlanmaktadır.

Doğal afetler bir kriz durumu olup ölümlere ve kalıcı fiziksel hasarlara yol açarak toplum sağlığını derinden etkilemektedir (3). Toplumun tüm üyeleri herhangi bir afet durumunun yol açtığı etkilerden dolayı risk altında varsayılmaktadır (4). Fakat bireylerin afetten etkilenme seviyeleri bir durumla baş etme mekanizmalarına, afet öncesi dönemde var olan sosyapolitik konumlarına, ekonomik güçlerine ve duygu durum hallerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (5). Bu nedenle toplumun bazı kırılgan kesimleri afetin sonuçlarından etkilenme açısından daha riskli grubu oluştururlar (4). Afetlerden en çok etkilenen kırılgan grupların başında ise kadınlar ve çocuklar gelmektedir. Kadınlar afet durumlarında; enfeksiyonlar, malnütrisyon, fiziksel ve cinsel şiddet, cinsel yolla bulaşan hastalıklar (CBYE), acil obstetrik durumlar ve sağlık hizmetlerine ulaşım gibi konularda sorunlar yaşamaktadırlar. Bu sorunların başında ise üreme sağlığı ve cinsel sağlık sorunları yer almaktadır. İlerleyen bölümlerde afetlerin kadın cinsel ve üreme sağlığı üzerinde ki etkileri ve afet durumlarında cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerini sürdürmeye yönelik yapılan müdahele yöntemleri açıklanacaktır (6).

2) AFETLERİN KADIN CİNSEL VE ÜREME SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Cinsel sağlık ve üreme sağlığı (CSÜS) "Üreme sistemi, onun fonksiyonları ve işleyiş süreciyle ilgili sadece hastalık ve sakatlığın olmaması değil, tüm bunlara ilişkin fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden bütünüyle iyi olma durumu olup; aynı zamanda insanların tatmin edici, güvenli, zorlamadan uzak bir cinsel yaşamlarının olması ve üreme yeteneklerini kullanmada karar verme özgürlüğüne sahip olmaları" şeklinde tanımlanmaktadır (7). İnsani kriz ve afetlerde cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerine talep azalmamaktadır. Özellikle ortak alanların kullanılmasına bağlı olarak gelişebilecek mahremiyet alanın kaybolması ya da bu alanların ihlale uğraması, sağlık hizmetlerine erişimde güçlük yaşanması ya da hizmetlere hiç ulaşılamaması, sağlık kuruluşlarının kapsam ve kapasitelerinde azalma meydana gelmesi,

cinsel yolla bulaşan hastalıkların bulaşma riski, güvensiz koşullarda gerçekleştirilen abortus ve doğumlar, geleneksel cinsiyet rollerinde kaynaklı şiddet riski, kadın ve kız çocuklarının kırılganlığı gibi etkenler nedeniyle cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerine ihtiyaç daha önemli hale gelir. Bu nedenle kadın cinsel sağlığı ve üreme sağlığı afet sonrası sonuçlar ile değerlendirildiğinde bazı konu başlıkları ile ortaya çıkmaktadır. Olağanüstü haller boyunca kontrasepsiyonun sağlanması, obstetrik bakım (gebelik, doğum ve postpartum süreç boyunca), hijyen, cinsellik (cinsel şiddet, cinsel sorunlar vb.) ve psikolojik durum bu başlıklardan bazılarıdır (8,9).

Afet sonrası dönem de kişiler bir süre boyunca olağandışı koşullarda yaşamak zorunda kalabilirler. Bu koşullarda kontraseptif yöntemlerin farklı nedenlerle kullanılmadığı ve istenmeyen gebeliklerin ortaya çıkabildiği bilinmektedir. Afet sonrası müdahele süreçlerinde bazı toplumsal faktörler nedeniyle doğum kontrol hapları veya diğer doğum kontrol araçları diğer yardım ürünleri kadar önemli görünmemekte ve sağlanması da gecikebilmektedir (9). Sağlandığı durumlarda ise kişiler bu hizmete erişimde güçlük yaşamaktadırlar. Felaket sonrasında kişilerin mali ve ekonomik kaynaklarının etkilenmesi de doğum kontrolü kullanımını değiştirebilmektedir. Doğum kontrolüne erişimdeki yaşanan bu değişiklikler, çiftlerin daha az etkili bir yönteme geçmesine ve istenmeyen gebeliklere yol açabilmektedir. Ayrıca felaket sonrası stres, doğum kontrolü kullanımına uyumu etkileyerek etkinliği azaltabilir (10).

Hijyen, kadın üreme sağlığı ve cinsel sağlığın temel bir unsurudur. Hijyen koşulların sağlanması için kişilerin kendine ait temiz bir alana ihtiyaçları vardır. Afet sonrası süreçte ise kadınlar özellikle ortak yaşam alanlarında kişisel hijyenlerine dikkat etmelerini zorlaştıran pek çok etkenle karşı karşıya kalmaktadır. Ortak kullanılan tuvalet ve banyolarda gerekli hijyen koşullarının sağlanmaması, yeteri kadar iç çamaşırına sahip olamama, genel hijyenden uzak ortamlar bu süreçte yaşanan zorluklardan bazılarıdır. Aynı zamanda temiz suya erişimin kısıtlı olması; defakasyon ve idrar sonrasında bölgenin temizliğinin yapılmasına engel olmakta bu durum genital enfeksiyon ve bulaşıcı hastalık riskini arttırmaktadır (9,11)

Afetler; obstetrik ve neonatal komplikasyonların bakımı da dahil olmak üzere, gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde hem maternal hemde yenidoğan sağlığı için gerekli olan nitelikli bakım hizmetlerine yetersiz erişime neden olmaktadır. Bu dönemde ki hastaların sağlık hizmetlerine erişimin azalması; maternal ve perinatal mortalitede artış, erken doğum, fetal gelişim geriliği, düşük doğum ve yetersiz gebelik ağırlığı, plansız gebelikleri, güvenli olmayan düşükler ve emzirmenin kesintiye uğraması gibi komplikasyonlara neden olmaktadır. Ayrıca kalabalık ve uygun olmayan yaşam alanlarında yaşamak durumunda kalan gebe, lohusa ve yenidoğanlar enfeksiyonlara daha açık hale gelebilir. Maternal anemi, akciğer hastalıkları, hipertansif hastalıklar, pregestasyonel diyabet, vb. kronik hastalıkları olan gebelerde hastalık takibinin zorlaşması ve hastalığın ağırlaşma riski bulunur (12).

Afetin yarattığı travmatik olaylar kadınların ruh sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Yalnızlık, yas süreci, kayıplarla başa çıkma zorlukları ve ruhsal çöküntü gibi durumlar kadınların afet sonrası dönemde psikolojik açıdan zorlanmasına neden

olabilmektedir. Anksiyete, depresyon ve travma sonrası stres bozukluğu gibi psikiyatrik rahatsızlıklar, afetin ardından uzun yıllar boyunca sürebilir ve profesyonel destek alınsa dahi tamamen ortadan kalkmayabilir. Ayrıca afet sonrası yaşam koşullarına uyum sağlama süreci de kadın ruh sağlığı açısından dikkatle ele alınmalıdır. Günlük yaşamın bozulması, yerleşik düzenin yıkılması, sevdiklerini kaybetme ve yerinden edilme gibi faktörler, afetten etkilenen kadınlar için ciddi psikolojik etkiler doğurabilmektedir (9,13). Ataerkil şiddet günümüzde kadın ruh sağlığını etkileyen önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmalarda afet durumlarında kadına yönelik şiddet davranışlarının arttığı bildirilmiştir. Fiziksel şiddetin afetin etkilerinden zarar görmüş kadınlar için yıkıcı sonuçlara yol açabileceği belirtilmektedir. Bu durum, ruh sağlığında bozulmalara ve hatta intihara kadar varan ağır sonuçlar doğurabilmektedir. Ayrıca, afet süreçlerinde kadınlar ve kız çocukları cinsel şiddete karşıda daha kırılgan hale gelmekte; barınma, gıda veya güvenlik gibi temel ihtiyaçlar karşılığında cinsel ilişkiye zorlanma riskiyle karşı karşıya kalabilmektedir. Özellikle geçici barınma alanlarında bulunmak, bu riskleri artıran başlıca etkenlerden biridir (9,14,15).

3) AFETLERLERDE KADIN CİNSEL VE ÜREME SAĞLIĞINI KORUMAYA YÖNELİK MÜDAHELELER

Cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetleri bir insan hakkıdır ve tüm insanların yaşamları boyunca erişebilmesi gerekir (7). Krizlerde Üreme Sağlığı Üzerine Kurumlar Arası Çalışma Grubu [Interagency Working Group on Reproductive Health in Crises (IAWG)] tarafından afetler gibi insani acil durumları sırasında verilecek olan cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerinin; istenmeden gerçekleşen gebelikler, obstetrik komplikasyonlar, her türlü şiddet, bulaşıcı hastalıklar ve çeşitli üreme sağlığı bozukluklarıyla ilişkili ölüm, hastalık ve sakatlıkları önleyebileceğ iletilmiştir (16). Bu nedenle afetlerde cinsel sağlık ve üreme hizmetlerinin planlanması, koordine edilmesi, sunulması ve hizmetlere erişimin sağlanması öncelikli ve önemlidir (8).

Afet gibi kriz olaylarında, cinsel sağlık ve üreme sağlığı hizmetlerinin aktif bir şekilde sunulması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla, Birleşmiş Milletler bünyesindeki Kriz Durumlarında Üreme Sağlığı Kurumlararası Çalışma Grubu (IAWG) tarafından Asgari Başlangıç Hizmet Paketi (MISP) geliştirilmiştir. Bu paket, afetin ilk günlerinden itibaren müdahale ve iyileştirme çalışmalarına entegre edilmesi gereken temel bir uygulama olarak öne çıkmaktadır. Projenin 6 temel hedefi şu şekildedir;

- Hizmet sunumunu gerçekleştirecek kurumları belirlemek
- Cinsel şiddeti engellemek, kişilerin ihtiyaçlarına ivedilikle karşılamak
- Cinsel yolla bulaşan hastalıkların bulaşmasını önlemek ve bunlara bağlı gelişen komplikasyonların oranlarını azaltmak
- Maternal ve neonatal mortalite ve morbiditeyi azaltmak
- İstenmeyen gebeliklerinin önüne geçmek

- Sektörlerin ortak çalışması ile en kısa sürede CSÜS hizmetlerinin birinci basamak sağlık hizmetlerine entegre edilip hizmete başlanmasını sağlamak (8).

4) SONUÇ VE ÖNERİLER

Afetlerin kadın sağlığı üzerindeki bu çok yönlü etkileri göz önüne alındığında, afet yönetimi süreçlerinin toplumsal cinsiyet duyarlılığıyla yeniden yapılandırılması gerekmektedir, Kadınların afet öncesi, sırası ve sonrasında karşılaştığı cinsel ve üreme sağlığı risklerini en aza indirmek için kapsamlı ve sürdürülebilir politikalar geliştirilmelidir.

KAYNAKÇA

1) Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD). (2019). Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu (Erişim Tarihi: 19.05.2025)

2) AFAD. (2018). Türkiye'de Afet Yönetimi Ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf (Erişim Tarihi: 19.05.2025)

3) Tosun, M. (2024). Afetler ve Toplumsal Cinsiyet Sorunu: Kadınların Afetlerdeki Rolü ve Eşitsizlikler. KADEM Kadın Araştırmaları Dergisi, 10(2), 581-614. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/4114559

4) Kipay, S. S. (2023). Deprem Gerçeği ve Kadın Sağlığı Üzerine Etkileri. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 8(2), 855-860. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3018628

5) Aydın, İ.E., Dikmen, R., Şahin, S., Kaplan, S. (2024). Afet Koşullarında Cinsel Sağlık ve Üreme Sağlığı: Kontrasepsiyonun Önemi ve Hemşirelik Yaklaşımları. Mediterranean Journal of Health Science and Current Research, 2(1), 29-42. https://zenodo.org/records/13354514.

6) İpekçi, N.N. (2023). Afetlerde Kırılgan Grupların Sağlığı. Sağlık Bilimleri ve Klinik Araştırmaları Dergisi, 2(3), 147-56. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3596227

7) World Health Organization, Sexual And Reproductive Health And Rights. https://www.who.int/health-topics/sexual-and-reproductive-health-and-rights#tab=tab_1. (Erişim Tarihi: 19.05.2025)

8) Savaş, N., Günay, T., İnandı, T., Yıldız, F., Erkoyun, İ. E., Çamur, D., Abacıgil, F., Okyay, P., Kılıç., Erbaydar, T. (2023). Halk Sağlığı Uzmanları Derneğinin Hatay'da afet sonrası cinsel sağlık ve üreme sağlığı saha uygulaması. Halk Sağlığı Araştırma ve Uygulamaları Dergisi, 1(1), 88-93. https://hasaud.com/index.php/pub/article/view/17/12

9) Kolay Çepni, Ş., Yavuz, Z. N. (2025). Afetlerde kadın sağlığı, toplumsal cinsiyet ve sosyal hizmet. Toplum Ve Sosyal Hizmet, 36(2), 321-346. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/4085911

10) Strid, P., Snead, M.C., Galang, R.R., Bish, C.L., Ellington, S.R. (2022). Fertility and contraception among women of reproductive age following a disaster: a scoping review. Reprod Health, 19(1), 3-14. https://doi.org/10.1186/s12978-022-01436-4

11) Ergüven, Ö., Mumay, B. S., Bulut, A. (2024). Afet durumlarında cinsel sağlık ve üreme sağlığı. G. Yalım (Ed.), *Afet ve acil durumlarda ilaç ve sağlık hizmetleri kılavuzu*. Ema Tıp Kitapevi.

12) Mermer, G., Öztürk, D.R. (2024). Afetlerde cinsel sağlık, üreme sağlığı ve hemşirelik. Türkiye Klinikleri Halk Sağlığı Hemşireliği Özel Baskısı Afetler ve Toplum Sağlığı, 1(1), 19-24. https://www.turkiyeklinikleri.com/article/tr-afetlerde-cinsel-saglik-veureme-sagligi-81225.html

13) Okuyama, J., Funakoshi, S., Tomita, H., Yamaguchi, T. ve Matsuoka, H. (2017). School-Based Interventions Aimed at the Prevention and Treatment of Adolescents Affected by the 2011 Great East Japan Earthquake: A Three-Year Longitudinal Study. The Tohoku Journal of Experimental Medicine, 242(3), 203-213. https://doi.org/10.1620/tjem.242.203

14) Kara, P., & Nazik, E. (2023). Deprem Kaynaklı Afetlerin Kadın Sağlığına Etkisi Ve Hemşirelerin Sorumlulukları. Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi, 6(2), 103-117. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3385332

15) WHO. (2002). World Health Organization, Department of Gender and Women's Health. 18 Aralık 2023 tarihinde https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/68886/a85575.pdf?sequence= 1&isAllowed=y (Erişim Tarihi: 19.05.2025)

16) Minimum Initial Service Package (MISP) for Reproductive Health in Crisis Situations: https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/crisis_eng.pdf. (Erişim Tarihi: 19.05.2025).

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

MANAGEMENT OF OBSTETRIC PATIENTS IN DISASTERS AND THE RESPONSIBILITIES OF MIDWIVES

Merve SEKİ [1], Handan ÖZCAN [2],

[1] Sağlık Bilimleri Unıversity, Hamidiye Sağlık Bilimleri Institute, Department of Midwifery
havvamerveseki00@gmail.com - 0009-0008-6121-5634

[2] Sağlık Bilimleri Unıversity, Hamidiye Sağlık Bilimleri Institute, Department of Midwifery

handan.ozcan@sbu.edu.tr - 0009-0005-4160-5836

ABSTRACT

In recent times, the increasing frequency of disasters both globally and within our country has drawn attention. These events are often unpredictable, difficult to control, and cause severe destruction, posing a mass threat to the lives of communities. Such incidents disrupt normal living conditions by endangering public health, safety, and well-being. Furthermore, disasters hinder the delivery of essential health services, exerting particularly detrimental effects on maternal and newborn health. Pregnancy, childbirth, and the postpartum period are considered physiologically sensitive stages, and the inability to provide antenatal, intrapartum, and postpartum care during these times can negatively impact maternal and fetal health. In addition to the adverse health effects caused by disasters, various complications such as maternal mortality, abortion, preterm birth, and stillbirth may arise. Therefore, women in these periods should be recognized as a distinct patient group with special needs. In humanitarian crises such as disasters, it is vital to plan, sustain, and coordinate obstetric services in accordance with emergency conditions to safeguard maternal and neonatal health. However, awareness of the specific needs of obstetric patients remains limited within general disaster planning frameworks. At this point, the responsibilities of midwives come to the forefront as key healthcare professionals in the care of this vulnerable group. Midwives, adopting a multidisciplinary approach, must ensure access to safe shelter, hygiene, nutrition, birth planning, safe delivery, effective postpartum care, and the continuity of family planning services. The uninterrupted provision of midwifery services for pregnant women, mothers, and newborns plays a critical role in delivering qualified care to women under such extraordinary circumstances.

Keywords: Obstetric Care, Mıdwıfery, Pregnancy, Disasters

1) INTRODUCTION

In recent times, both globally and in our country, the frequency of disasters has increased. These events are unpredictable, difficult to control, cause significant destruction, and pose a mass threat to the lives of societies. Disasters disrupt the normal order of life by endangering public health, safety, and well-being, and they particularly hinder the provision of essential health services, thereby negatively impacting maternal and neonatal health (1–3). Due to their physiological nature, pregnancy, childbirth, and the postpartum period are considered sensitive phases. The lack of access to antenatal, intrapartum, and postpartum care services during such times adversely affects maternal and fetal health. In addition to the negative health consequences of disasters, various complications such as maternal mortality, abortion, preterm birth, and stillbirth may also occur (4,5). Therefore, women in these periods should be considered as a distinct patient group with specific needs (6). In humanitarian crises such as disasters, the planning, continuity, and coordination of obstetric services in accordance with emergency conditions are of critical importance to protect maternal and neonatal health. However, there is limited awareness of the special needs of obstetric patients in general disaster planning frameworks (7,8). At this point, midwives play a key role in the care of this specific patient group. Ensuring the continuity of services provided by midwifery professionals, who work directly with pregnant women, mothers, and newborns, is essential for delivering high-quality care based on current knowledge and practices under extraordinary circumstances (4).

2) OBSTETRIC MANAGEMENT IN DISASTERS

The provision of healthcare services during disasters should be structured using a multidisciplinary and evidence-based approach (9). In our country, various deficiencies in clinical practices have been observed in such processes. Moreover, there is no global consensus or established clinical practice guideline specifically for the management of obstetric patients during disasters. Nevertheless, maternal and child health services must be maintained under all conditions. In the following sections, the management of obstetric patients during disaster periods is addressed by care phases (1,10,11).

2.1) Antepartum Period

Pregnancy is a complex period involving biological, psychological, and social changes. Disasters expose pregnant women to risks such as difficulty accessing healthcare, stress, infection, and low birth weight (2,12). Therefore, it is essential to provide safe, hygienic, and isolated shelter environments for pregnant women, ensure the continuity of antenatal care, and meet basic needs such as hygiene, nutrition, and tetanus vaccination. Pregnant women should be involved in birth planning and informed about danger signs and health facilities to which they can refer (13,14).

2.2) Intrapartum Period

Deliveries that do not take place in safe environments increase the risk of infections and complications that threaten both maternal and neonatal life. Therefore, intrapartum care should be prioritized in disaster preparedness, and necessary planning must be made accordingly

(11,15). The American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) proposes two main strategies for managing obstetric patients within hospital settings. The first is the transfer of patients to more appropriate healthcare facilities. The second is the "shelter in place" strategy, which is applied when transfer is not possible (16). The OB TRAIN (Obstetric Triage by Resource Allocation for Inpatient) system facilitates the safe and efficient referral of pregnant or postpartum women to the most suitable healthcare facility based on their clinical condition (1). The "shelter in place" strategy is used for women who are close to delivery and cannot be transferred or in the absence of transportation. In such cases, birth takes place in designated safe areas or the pregnant woman is transferred with the necessary equipment to a safe zone (7,16). The birth environment should be heated if possible, and the third stage of labor should be actively managed by trained health personnel. Since cervical dilation and effacement cannot be assessed as in hospital settings, the pregnant woman should be asked whether she feels the urge to push, and the birth should be supported once the fetal head is visible at the perineum. After delivery, the umbilical cord should be cut with a clean (preferably sterile) tool, and postpartum bleeding should be frequently monitored (11,14).

2.3) Postpartum Period

Disasters cause deficiencies in the provision of quality maternal and neonatal postpartum care (5). Due to these deficiencies, postpartum women may experience malnutrition, hygiene issues, lack of appropriate care environments, physical health problems (e.g., bleeding, infections), and psychological problems (e.g., postpartum depression, post-traumatic stress disorder) during disasters (2,5,9). Postpartum women, like pregnant women, should be prioritized in terms of shelter, nutrition, and hygiene. In the early postpartum period, maintaining the newborn’s body temperature is a primary intervention. The newborn should be kept dry, placed in skin-to-skin contact with the mother or over her clothing, covered with a blanket, and have their head covered. Mother and newborn should be properly identified. Breastfeeding should be initiated within the first hour after birth, and the newborn should be exclusively breastfed day and night. Both mother and newborn should be monitored for at least 12 hours for potential health problems. Additionally, family planning services should be provided to prevent unintended pregnancies, and postpartum mental health support should be offered (13,14).

3) RESPONSIBILITIES OF MIDWIVES IN OBSTETRIC MANAGEMENT DURING DISASTERS

Community-based midwives are well-positioned to plan and implement reproductive, maternal, and newborn health services. In disaster situations, they care for pregnant women and newborns, who are particularly vulnerable to the physical and emotional effects of disasters. In the absence of facility access, midwives manage deliveries in the most appropriate way. In the immediate aftermath of disasters, when resources are limited, midwives not only provide clinical care but also serve as field coordinators, information providers, mental health supporters, and educators (1,17). Midwives are also part of the emergency obstetric care team (8). According to the 2024 update of the *Essential Competencies for Midwifery Practice* by the

International Confederation of Midwives (ICM), midwives have the following roles during disasters and humanitarian crises:

- Implementing the Minimum Initial Service Package (MISP) and providing sexual and reproductive health services,
- Developing creative solutions with limited resources,
- Being flexible and adaptive to crises,
- Supporting breastfeeding and promoting safe infant feeding,
- Providing and promoting respectful maternity care,
- Adapting clinical skills to crisis settings,
- Identifying and supporting the mental health needs of women and newborns,
- Collaborating with other disaster response teams (18).

4) CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The disruption of obstetric care services in extraordinary situations such as disasters has severe consequences for maternal and fetal health. Ensuring the continuity of obstetric services in crisis situations is critically important. The lack of consensus in this area may lead to confusion during emergency interventions. Therefore, it is essential to develop a comprehensive, evidence-based guideline that includes intervention and care principles specific to the needs of obstetric patients in disaster conditions. Midwives play vital roles both individually and societally in implementing these interventions in the field and delivering obstetric care. However, current disaster response plans do not clearly define midwives' duties and roles within the organizational structure. This limits the position of the midwifery profession in disaster management. Thus, midwives should be actively included in disaster response teams, and their duties, authorities, and responsibilities under disaster conditions should be clearly and comprehensively defined.

REFERENCES

1) Gültekin, S., Uçtu, A. (2024). Afetlerde Doğum. KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(1), 54-66. https://doi.org/10.59244/ktokusbd.1342776.

2) Yakıt, A. K., Aslan, E. (2024). Deprem ve Kadın Üreme Sağlığı. Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 10(1), 43-51. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3568601.

3) ICM (2017). Health of Women and Children in Disasters. https://internationalmidwives.org/wp-content/uploads/eng-health-women-and-children-in-disasters.pdf.

4) Demir, R. (2024). Ebelerin Afet Farkındalık Düzeyleri Ve Afet Dönemlerinde Ebelik Hizmetlerinin Rolüne Yönelik Düşünceleri. YOBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 5(3), 279-292. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3743091

5) Kara, P., Nazik, E. (2023). Deprem Kaynaklı Afetlerin Kadın Sağlığına Etkisi Ve Hemşirelerin Sorumlulukları. Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi, 6(2), 103-117. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3385332

6) Merry, A.F., Johnson, W.D., Mets, B., Morris, W.W., Gelb, A.W. (2019). The safest summit and the international standards for a safe practice of anesthesia. Apsf Newsletter, 33(3),69-104.https://www.apsf.org/wp-content/uploads/newsletters/2019/3303/APSF3303.pdf

7) Daniels, K., Oakeson, A.M., Hilton, G. (2014). Steps toward a national disaster plan for obstetrics. Obstet Gynecol, 124(1), 154-158. doi: 10.1097/AOG.0000000000000326.

8) T.C Sağlık Bakanlığı Genel Müdürlüğü, Acil Obstetrik Programı. https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/programlar-2/acil-obstetrik-programi.html (Erişim Tarihi: 19.05.2025)

9) Kipay, S. S. (2023). Deprem Gerçeği ve Kadın Sağlığı Üzerine Etkileri. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 8(2), 855-860. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3018628

10) Uysal, G., Adıgüzel, F. I., Hejazi, G., Yücel, N. (2025). Obstetric management of pregnant patients during an earthquake. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 31(4), 358-364. https://doi.org/10.14744/tjtes.2025.69209

11) Yücel, Y., Yılar, E.Z,, Kır, E. (2024). Depremler Ve Doğum Eylemi. TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(1), 24-33. https://doi.org/10.52369/togusagbilderg.1419553

12) Bakır, E., Dağlı, E., Aktaş, R.F., Topkara, N. (2024). Deprem bölgesinde yaşayan gebelerin yaşadıkları stresin, gebeliği algılama durumlarına etkisi. TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(1), 1-11. https://doi.org/10.52369/togusagbilderg.1293554

13) Çelen, Ş., Yanık, F., Mendilcioğlu, İ. (2023). Afetlerde Gebelik ve Lohusalık. Maternal Fetal Tıp ve Perinatoloji Derneği. https://www.tmftp.org/files/uzmangorusleri/afetlerde_gebelik_lohusalik_bilgilendirme.pdf

14) World HealthOrganization. (2020). Key steps for maternal and newborn health care in Humanitarian Crisis. Erişim adresi: https://www.healthynewbornnetwork.org/hnncontent/uploads/Key-steps-for-maternal-and-newborn-health-care-in-humanitarian-crisis1.pdf.

15) Ahmed, S.K, Khdhir, R.M. (2023). Protecting the health of pregnant women in Turkey and Syria earthquake-affected areas: Challenges and opportunities. Womens Health (Lond). https://doi.org/10.1177/17455057231166281 (Erişim Tarihi: 19.05.2025).

16) American College of Obstetricians and Gynecologists. (2017). Hospital disaster preparedness for obstetricians and facilities providing maternity care. Obstetrıcs & Gynecology, 130(6), 291-297. DOI: 10.1097/AOG.0000000000002413

17) World Health Organization (2007). The Contrıbutıon Of Nursing And Mıdwıfery In Emergencıes. https://www.thebreakingnews.com/files/articles/midwives-in-emergencies.pdf

18) International Confederation of Midwives. (2024). Essential Competencies for Midwifery Practice. https://internationalmidwives.org/resources/essential-competencies-for-midwifery-practice/ (Erişim Tarihi: 19.05.2025).

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ÜST SOLUNUM YOLU HASTALIKLARINDA HEMŞİRELİK BAKIMININ ÖNLEYİCİ SAĞLIK HİZMETLERİNDEKİ ROLÜ

Ayşe COŞKUN[1], Prof. Dr., Nejla CANBULAT ŞAHİNER[2]
[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Yüksek Lisans Öğrencisi,
aysecoskun7234@gmail.com - ORCID: 0000-0003-4538-8873
[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
ncanbulat@kmu.edu.tr -ORCID: 0000-0003-3322-5372

ÖZET

Üst solunum yolu enfeksiyonları; burun, sinüsler, farenks ve larenks gibi anatomik bölgeleri etkileyen viral ve bakteriyel kökenli hastalıklardır. Çocukluk döneminde en sık görülen Akut Otitis Media, Tonsillit, Farenjit ve İnfluenza gibi enfeksiyonları görmek mümkün. Bu enfeksiyonlar bağışıklık sisteminin henüz yeterince gelişmemiş olması nedeniyle hızla ilerleyip daha ağır seyredebilir. Bu durum, hem erken tanı hem de etkili bakım açısından hemşirelerin rolünü hayati kılmaktadır. Hemşireler; semptom takibi, ilaçların uygun şekilde uygulanması, yaşam bulgularının izlenmesi, aile eğitimi ve hijyen alışkanlıklarının kazandırılmasında aktif rol alırlar. Ayrıca, enfeksiyonun yayılımını önlemek adına el hijyeni, kişisel koruyucu ekipman kullanımı, hasta izolasyonu ve çevresel temizlik gibi önleyici stratejilerin uygulanmasında da sorumluluk üstlenirler. Erken farkındalık ve profesyonel değerlendirme becerileri, hemşirelik bakımının temel unsurları arasında yer almakta; hem bireysel hem de toplumsal düzeyde sağlığı koruyucu nitelikteki eğitim ve rehberlik çalışmalarıyla hemşirelik uygulamalarının kapsamı genişlemektedir. Özellikle üst solunum yolu enfeksiyonlarından korunma ve yönetiminin sağlanmasında bu çalışma göstermektedir ki hemşirelik hizmetlerinin sadece tedavi edici değil, aynı zamanda koruyucu sağlık yaklaşımları ile yapılandırılması da son derece önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üst solunum yolu hastalıkları, çocuk sağlığı, hemşirelik bakımı, enfeksiyon kontrolü, koruyucu sağlık hizmeti

GİRİŞ

Üst solunum yolu hastalıkları, çocukluk çağında en sık görülen enfeksiyonlar arasında yer almakta ve toplum sağlığı açısından önemli bir morbidite ile hizmet yükü yaratmaktadır (Kılıçarslan Törüner ve Büyükgönenç, 2015).

Bu hastalıklar; akut otitis media, tonsillit/farenjit ve influenza gibi yaygın enfeksiyonları içermektedir. Erken çocuklukta bağışıklığın yeterince olgunlaşmamış

olması, okul ve kreş gibi kalabalık ortamlar, hijyen alışkanlıklarının tam gelişmemiş olması gibi faktörler, bu enfeksiyonlara karşı savunmasızlık yaratır (Kılıçarslan Törüner ve Büyükgönenç, 2017; Peltola ve Ruuskanen, 2020).

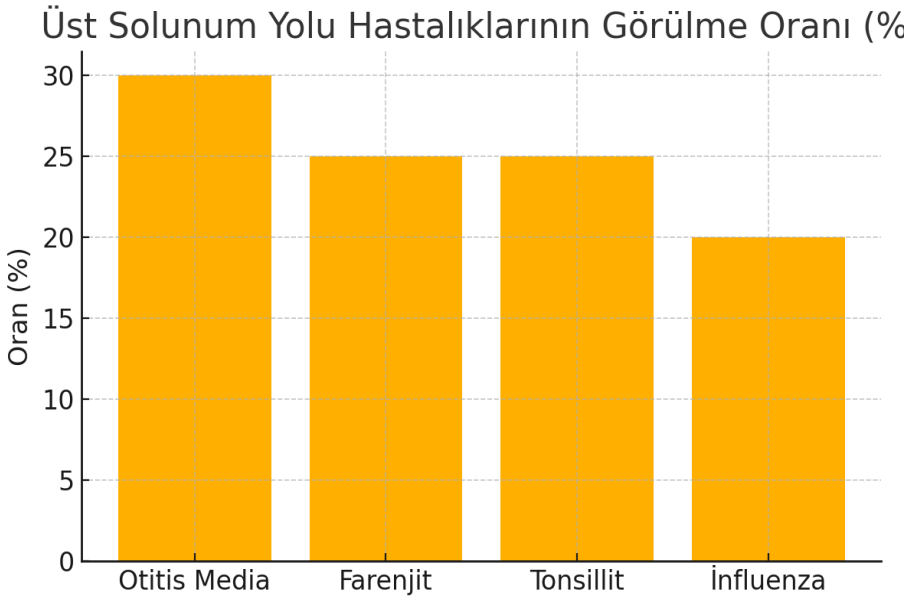
Hemşireler, koruyucu sağlık hizmetleri kapsamında kritik bir rol oynar. Eğitim, danışmanlık, bağışıklama, semptom farkındalığını destekleme ve çevresel düzenleme yoluyla çocukların enfeksiyonlardan korunmasında aktif katılım gösterirler (Şahin ve Arıkan, 2018).

Örneğin, pnömokok ve influenza aşılarıyla akut otitis media insidansı azaltılabilir; ayrıca kreş ortamlarında havalandırma ve kalabalık olmama gibi uygulamalar ile bulaşma riski düşürülebilir (Alperstein ve Collignon, 2022; CDC, 2024).

Buna ek olarak, tamamlayıcı ve alternatif tedavi (TAT) yöntemleri sık kullanılır. Ebeveynlerin büyük çoğunluğu çocuklarında ateşi düşürmek için bitki çayı gibi uygulamalara yönelmekte, bu da hemşirelerin danışmanlık rolünü daha da önemli hâle getirmektedir (Tasar ve Demir, 2020).

Ayrıca annenin eğitim düzeyi yükseldikçe bu uygulamalara yönelme oranının azaldığı bildirilmiştir (Tanoğlu ve Öztürk, 2021).

Görsel 1. Üst Solunum Yolu Hastalıklarının Görülme Oranı (%)



2. ÜST SOLUNUM YOLU HASTALIKLARI VE EPİDEMİYOLOJİSİ

Genellikle viral etkenler nedeniyle ortaya çıkan üst solunum yolu hastalıkları (ÜSYH) arasında akut otitis media, tonsillit, farenjit, sinüzit ve influenza gibi, özellikle çocukluk çağında en sık rastlanan enfeksiyonlar yer almaktadır. Özellikle 0–5 yaş arası çocuklar, anatomik ve immünolojik yapıların tam gelişmemiş olması nedeniyle bu enfeksiyonlara karşı daha duyarlıdır (CDC, 2023).

Epidemiyolojik çalışmalar göstermektedir ki çocuklar yılda ortalama 6–8 kez üst solunum yolu enfeksiyonuna yakalanmaktadır; bu oran kreş ya da okul gibi toplu yaşam alanlarında daha da yüksektir (NM Health, 2024; Hopkins Medicine, 2024). Soğuk hava koşulları, kalabalık yaşam alanları, yetersiz beslenme ve sigara dumanına maruz kalma gibi çevresel faktörler enfeksiyon sıklığını artırmaktadır (Hopkins Medicine, 2024). Okul ve kreş ortamları, hem bireylerin savunmasızlığını artırmakta hem de toplu salgınları tetikleyebilmektedir (Hopkins Medicine, 2024; NM Health, 2024).

Akut otitis media (AOM), 2 yaş altı çocuklarda en sık görülen bakteriyel enfeksiyonlardan biridir; çocukların yaklaşık %80–90'ı okul öncesi dönemde en az bir AOM atağı geçirmektedir. Farenjit ve tonsillit gibi hastalıklar genellikle viral etkilidir, ancak grup A beta-hemolitik streptokok gibi bakterilere de bağlı gelişebilir (NM Health, 2024). İnfluenza ise aniden başlayan ateş, halsizlik, kas ağrıları ve solunum semptomları ile karakterizedir ve özellikle riskli gruplarda ciddi komplikasyonlara neden olabilir (CDC, 2023).

Bu hastalıkların erken tanınması ve uygun yönetimi, komplikasyonların önlenmesi ve hastaneye yatış oranlarının azaltılması açısından önemlidir (Hopkins Medicine, 2024). Epidemiyolojik veriler ise toplum sağlığı planlamasında hemşirelerin koruyucu sağlık hizmetlerinde üstleneceği görevler için rehberlik sağlar (CDC, 2023; NM Health, 2024).

Çizelge 1. Üst Solunum Yolu Hastalıklarında Klinik Bulgular, Tedavi ve Hemşirelik Yaklaşımları

Hastalık	Klinik Bulgular	Tıbbi Tedavi	Hemşirelik Yaklaşımı
Otitis Media	Ağrı, ateş, huzursuzluk	Antibiyotik, antipiretik	Ağrı takibi, ilaç uygulama, aile eğitimi
Farenjit	Boğaz ağrısı, yutma güçlüğü	Antiviral veya antibiyotik	Sıvı desteği, ateş izlemi, beslenme önerisi
Tonsillit	Ateş, lenf bezlerinde şişlik	Antibiyotik, istirahat	Solunum izlemi, izolasyon, bilgi verme
İnfluenza	Yüksek ateş, halsizlik, öksürük	Semptomatik tedavi, antiviral	Dinlenme, sıvı takibi, aile bilgilendirme

3. HEMŞİRENİN KORUYUCU SAĞLIK HİZMETLERİNDEKİ ROLÜ

Koruyucu sağlık hizmetleri, bireylerin ve toplumun hastalıklarla karşılaşmadan önce sağlıklı kalmasını hedefleyen uygulamalardan oluşur. Bu kapsamda hemşireler, gerek danışmanlık, izlem ve gerekse bireylerin sağlık düzeylerini yükseltmek ve hastalık risklerini en aza indirmek amacıyla eğitim, yönlendirme gibi faaliyetleri yürütür (Şahin ve Arıkan, 2018; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022).

Üst solunum yolu hastalıklarının önlenmesinde hemşireler;

- Çocukların gelişim düzeyine uygun sağlık eğitimi vermek,
- Ailelere bulaşıcı hastalıklar hakkında bilgi sağlamak,
- Bağışıklama durumlarını takip etmek ve
- Yaşam ortamlarını değerlendirmek gibi görevler üstlenir (Koturoğlu, 2015; Esenay ve Polat, 2023; CDC, 2023).

Hemşireler ayrıca çevresel hijyen, beslenme, solunum yolu hijyeni ve el yıkama alışkanlıklarının kazandırılması konusunda da etkin rol oynarlar. Bu uygulamalar çocuklarda enfeksiyon görülme sıklığını azaltmakta ve toplum sağlığına olumlu katkı sağlamaktadır (Tanoğlu ve Öztürk, 2021; Alperstein ve Collignon, 2022).

Okul sağlığı hizmetlerinde görevli hemşireler, çocukların düzenli sağlık taramalarını gerçekleştirir, enfeksiyon riskini belirler ve önleyici tedbirlerin uygulanmasını sağlar (Tasar ve Demir, 2020). Aile sağlığı merkezlerinde ise hemşireler, bireysel izlem ve

danışmanlık hizmetleri ile hem ebeveynlere hem de çocuklara doğrudan ulaşır (Şahin ve Arıkan, 2018).

Koruyucu hemşirelik uygulamaları, çocukların hastalanmadan önce sağlıklarını korumaya odaklanır ve toplumun genel sağlık düzeyinin artırılmasına önemli katkı sağlar. Bu nedenle hemşirelerin bilgi, beceri ve tutum açısından bu role hazırlıklı olması, sağlık sisteminin sürdürülebilirliği açısından da kritiktir (Peltola ve Ruuskanen, 2020). Üst solunum yolu hastalıklarının önlenmesinde hemşirelik uygulamaları yalnızca tedaviye değil, hastalıkların ortaya çıkmasını engellemeye de odaklanmaktadır (Koturoğlu, 2015; CDC, 2023).

4. ÖNLEYİCİ HEMŞİRELİK GİRİŞİMLERİ VE UYGULAMALARI

Üst solunum yolu hastalıklarının önlenmesinde hemşirelik uygulamaları**,** yalnızca hastalıkların tedavisine değil, aynı zamanda ortaya çıkmasını engellemeye de odaklanmaktadır (Younie ve ark., 2024). Önleyici hemşirelik girişimleri; sağlık eğitimi, bağışıklama, çevresel düzenlemeler ve erken tanı stratejilerini içeren çok yönlü bir yaklaşımı gerektirir.

4.1. Hijyen Eğitimi

Çocuklara ve ailelerine doğru el yıkama teknikleri, kişisel hijyen ve çevre temizliği öğretilerek enfeksiyon zincirinin kırılması amaçlanır. Kullanılan eğitim materyalleri, çocukların bu davranışları kazanmasında uzun vadeli etkiye sahiptir ve yüzey dezenfeksiyonu gibi destekleyici uygulamalar da etkilidir (Younie ve ark., 2024).

4.2. Bağışıklama Takibi ve Aşı Eğitimi

Aşılar, özellikle solunum yolu enfeksiyonlarına karşı en güçlü koruyucu yöntemlerdendir. Hemşirelerin aşı takvimi izlemesi ve ebeveynleri bilgilendirmesi çocuklarda hastane başvurularını azaltır (Arslan, 2023).

4.3. Riskli Ortamlarda Koruyucu Uygulamalar

Okul ve kreş gibi yoğun ortamlarda maske, havalandırma, izolasyon ve yüzey dezenfeksiyonu gibi uygulamalar, bulaş riskini düşürür (CDC, 2024).

4.4. Aile Eğitimi

Aileler; belirtileri tanıma, evde bakım, sıvı alımı ve istirahat gibi konularda bilgi alarak, hastalığın kötüleşmesini önler ve sağlık sistemine uygun zamanda başvurmalarını sağlar (Specialist nurse immunization, 2023).

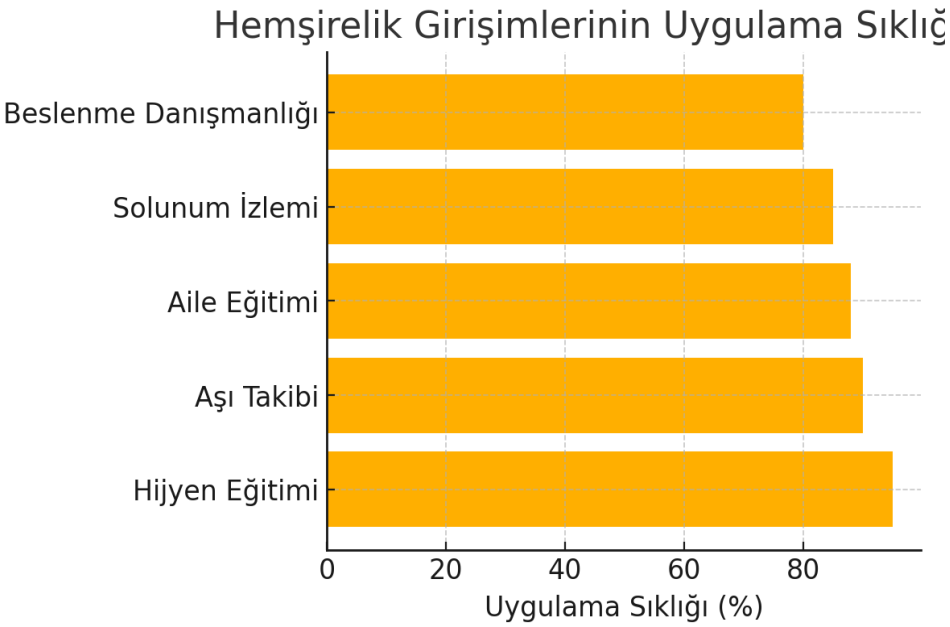
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

4.5. Sağlıklı Yaşam Alışkanlıklarının Kazandırılması

Dengeli beslenme, yeterli uyku ve sigara dumanına maruz kalmama alışkanlıkları, bireysel bağışıklığı destekler ve enfeksiyon riskini azaltır (Younie ve ark., 2024).

Bu sistematik yaklaşım, hem bireysel hem toplumsal düzeyde ciddi sağlık kazanımları sağlar. Hemşirelerin eğitimci ve danışman rolleri, sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve önleyici stratejilerin başarısı açısından kritik önemdedir (Specialist nurse immunization, 2023; Younie ve ark., 2024).

Görsel 2. Hemşirelik Girişimlerinin Uygulama Sıklığı (%)



5. HEMŞİRELİK BAKIM PLANLARI

Hemşirelik bakım planları, bireyin yaşadığı sağlık sorunlarına yönelik hemşirelik tanılarının belirlenmesi ve bu tanılara yönelik hedefler, girişimler ve değerlendirme kriterlerinin yapılandırılmasını kapsar. Çocuklarda karşılaşılan üst solunum yolu hastalıkları gibi yaygın enfeksiyonlar için planlanan bakım, semptomların şiddetine, çocuğun yaşına ve bakım ortamına göre bireyselleştirilmelidir (Kuzu ve Uçan, 2020; Doğan ve Şendir, 2021).

Akut otitis media (AOM) tanısı almış bir çocuk için aşağıda örnek bir hemşirelik bakım planı oluşturulmuştur:

Tanı: Hipertermi ile ilişkili enfeksiyon varlığı

Amaç: Çocuğun vücut ısısının 24 saat içinde normale dönmesi

Girişimler:

- Vücut ısısı 4 saatte bir ölçülecek
- Hekim istemi doğrultusunda antipiretik uygulanacak
- Yeterli sıvı alımı sağlanacak
- İnce giysiler giydirilecek, oda havalandırılacak

Değerlendirme: Vücut ısısının 38°C'nin altında olması

Tanı: Etkisiz solunum örüntüsü ile ilişkili burun tıkanıklığı

Amaç: Çocuğun solunumunun rahatlatılması

Girişimler:

- Burun aspirasyonu yapılacak
- Oda nemlendirilecek
- Baş ve gövde hafif yükseltilerek yatırılacak
- Gerekirse doktor istemiyle nazal damla uygulanacak

Değerlendirme: Solunum sayısında azalma ve rahat nefes alma gözlenmesi

Tanı: Bilgi eksikliği ile ilişkili bakım veren kaygısı

Amaç: Ailenin hastalık süreci hakkında bilgi düzeyinin artırılması

Girişimler:

- Hastalığın nedenleri, bulaş yolları ve tedavi süreci hakkında bilgi verilecek
- İlaç kullanımı ve doz takibi yazılı olarak anlatılacak
- Gözlem formlarıyla izlem desteklenecek

Değerlendirme: Ailenin sözlü olarak bilgileri doğru ifade etmesi

Bu örnek planlar, hemşirelik bakımının sistematik, ölçülebilir ve değerlendirmeye açık şekilde yürütülmesini sağlar. Ayrıca hemşirelik sürecine bilimsel yaklaşım kazandırır (Doğan ve Şendir, 2021).

6. AİLE EĞİTİMİ VE KATILIMI

Çocuklarda üst solunum yolu hastalıklarının yönetiminde, yalnızca çocuğa yönelik uygulamalar yeterli olmayıp, aile bireylerinin sürece aktif katılımı da büyük önem taşır. Aile eğitimi, hastalıkların seyrini anlamaya, evde doğru bakım sağlamaya ve sağlık hizmetlerine zamanında başvurmaya katkı sunar (Şahin ve Arıkan, 2018; Tanoğlu ve Öztürk, 2021).

6.1. Hastalık Bilgilendirmesi

Hemşire, ailelere enfeksiyonun kaynağı, bulaş yolları, belirtileri ve hastalığın seyri hakkında anlaşılır bir dilde bilgi vermelidir. Özellikle enfeksiyonun viral ya da bakteriyel olması, ilaçların gerekliliği ve tedavi süreci gibi konular açıklığa kavuşturulmalıdır (Koturoğlu, 2015).

6.2. İlaç Kullanımı ve Uyum

Evde kullanılan ilaçların isimleri, düzenli ve doğru şekilde kullanımları, uygun dozları, kullanım sıklıkları ve olası yan etkileri aileye ayrıntılı olarak anlatılmalıdır.

Nebulizatör, burun aspiratörü veya termometre gibi medikal araçların nasıl kullanılacağı hem sözlü hem uygulamalı olarak gösterilmelidir (Specialist nurse immunization, 2023).

6.3. Hijyen ve Beslenme Bilinci

Çocukların beslenme ve hijyen koşullarının iyileştirilmesi konusunda aileye rehberlik yapılmalıdır. El yıkama alışkanlıklarının kazandırılması, beslenmede bağışıklığı destekleyecek besinlerin seçilmesi, yeterli sıvı alımının önemi vurgulanmalıdır (Younie ve ark., 2024).

6.4. Erken Belirti Tanıma

Aileye; aşağıda yer alan uyarıcı belirtiler hakkında bilgi verilmeli ve bu belirtiler gözlendiğinde zaman kaybetmeden sağlık kuruluşuna başvurulması gerektiği anlatılmalıdır. Bunlar:

- Artan solunum sıkıntısı
- Yüksek ateşin kontrol altına alınamaması
- Bilinç bulanıklığı
- Ciltte morarma
- İştahsızlık

6.5. Psikososyal Destek

Hastalığın seyrinde ailelerin kaygı düzeyi artabilir. Hemşire, empatik iletişim kurarak aile bireylerini desteklemeli, gerektiğinde psikolojik destek veya sosyal hizmet birimlerine yönlendirme yapmalıdır (Tasar ve Demir, 2020).

Ailenin bilinçlendirilmesi, tedaviye uyumun ve evde bakım kalitesinin artmasını sağlarken ayrıca, hem çocuk sağlığına katkı sunar hem de sağlık sisteminde gereksiz başvuruların azalmasına yardımcı olur (Şahin ve Arıkan, 2018).

7. İZLEM, DEĞERLENDİRME VE BELGELENDİRME

Hemşirelik bakım süreci içerisinde izlem ve değerlendirmenin yapılması, verilen bakımın etkinliğini ortaya koymak ve gerekli düzeltmeleri yapmak açısından vazgeçilmezdir. Özellikle çocuklarda üst solunum yolu hastalıklarının seyri hızlı değişebildiği için düzenli izlem büyük önem taşır (Doğan ve Şendir, 2021; Peltola ve Ruuskanen, 2020).

7.1. Vital Bulguların İzlenmesi

Hemşire, çocuğun solunum sayısı, kalp atım hızı, vücut ısısı, oksijen satürasyonu gibi temel yaşam bulgularını düzenli aralıklarla izlemeli, belgelendirmeli ve kaydetmelidir. Bu bulguların değerlendirilmesi, tedaviye yanıtın belirlenmesini sağlar (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022).

7.2. Klinik Belirti Takibi

Öksürük sıklığı, burun akıntısı, boğaz ağrısı, beslenme durumu gibi semptomların seyri izlenerek aileye geribildirim sağlanmalıdır. Semptomlarda kötüleşme gözlemlendiğinde hekime bilgi verilerek erken müdahale sağlanır (Koturoğlu, 2015).

7.3. Girişimlerin Değerlendirilmesi

Uygulanan hemşirelik girişimlerinin etkinliği gözlenmeli, hedeflenen sonuçlara ulaşılıp ulaşılmadığı belirlenmelidir. Örneğin, antipiretik uygulaması sonrası ateşin düşüp düşmediği izlenmeli, pozisyonlama ile solunumun rahatlayıp rahatlamadığı değerlendirilmelidir (Doğan ve Şendir, 2021).

7.4. Belgelendirme

Yapılan tüm girişimler, uygulama ve değerlendirmeler ile izlem sonuçları, hemşirelik kayıtlarına düzenli olarak işlenmelidir. Bu kayıtlar hem sağlık hizmetinin sürekliliğini sağlar hem de hukuki ve etik sorumluluklar açısından güvence oluşturur (Şahin ve Arıkan, 2018).

7.5. Multidisipliner Ekip İletişimi

Hemşire, çocukla ilgili değişiklikleri ilgili sağlık profesyonelleriyle paylaşarak ekip içi iletişimi güçlendirir. Bu sayede çocuk sağlığı açısından en uygun müdahaleler gerçekleştirilirken, bakım koordinasyonu da sağlanmış olur (Tasar ve Demir, 2020).

İzlem ve değerlendirme süreci; çocuğun tedaviye uyumunun artırılması, sağlığının korunması ve bakım kalitesinin yükseltilmesi açısından temel bir bileşendir.

8. ETİK SORUMLULUKLAR VE MESLEKİ ROLLER

Hemşirelik mesleği, yalnızca teknik bilgi ve beceriyi değil, aynı zamanda etik değerleri ve profesyonel sorumlulukları da içeren bir uygulama alanıdır. Özellikle çocuklara yönelik sağlık hizmetlerinde hemşireler, etik ilkeler doğrultusunda hareket etmek zorundadır (Yıldız ve Olgun, 2019).

8.1. Gizlilik ve Mahremiyet

Çocuğun sağlık bilgileri ve bakım süreci ile ilgili veriler gizli tutulmalı, yalnızca yetkili kişilerle paylaşılmalıdır. Özellikle ebeveynlerin bilgilendirilmesi sırasında çocuğun özel yaşamına saygı gösterilmesi önemlidir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022).

8.2. Bilgilendirilmiş Onam

Tıbbi girişim ve uygulamalarda, çocuğun bakım verenlerinden bilgilendirilmiş onam alınmalıdır. Hemşire, önerilen tedavilerin amacı, olası riskleri ve alternatifleri hakkında aileyi anlaşılır şekilde bilgilendirmelidir.

8.3. Özerklik ve Katılım Hakkı

Çocuğun gelişim düzeyi değerlendirilerek ona uygun olacak şekilde görüşüne başvurulması, bakım sürecine katılımı desteklenerek sağlanmalıdır. Bu durum, çocuğun bir birey olarak saygı görmesini sağlarken aynı zamanda hemşirelik bakımının insani yönünü de güçlendirir (Yıldız ve Olgun, 2019).

8.4. Adalet ve Eşitlik

Her çocuğa yaş, cinsiyet, etnik köken ya da sosyoekonomik durum fark etmeksizin eşit bakım sunulmalıdır. Kaynakların dağılımında adalet ilkesi gözetilerek sağlık hizmetlerine erişimde fırsat eşitliği sağlanmalıdır (Çetin ve Demirsoy, 2020).

8.5. Profesyonel Rol ve Sorumluluklar

Hemşireler, mesleki yetkinliklerini korumak ve geliştirmekle yükümlüdür. Güncel bilgi ve becerilerle hizmet sunmak, hasta haklarına saygı göstermek ve ekip çalışmasına uyum sağlamak profesyonel hemşireliğin temel taşlarındandır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022).

Etik değerlerle uyumlu hemşirelik uygulamaları, hasta güvenliğini artırmakla kalmaz; aynı zamanda mesleğin saygınlığını da güçlendirir. Bu nedenle etik sorumluluk bilinci, her düzeyde hemşirelik eğitimi ve uygulamasının ayrılmaz bir parçası olmalıdır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çocukluk çağında sık karşılaşılan üst solunum yolu hastalıkları, bireysel sağlık kadar toplum sağlığını da etkileyen yaygın enfeksiyonlardır. Bu hastalıkların önlenmesinde, erken tanınmasında ve uygun şekilde yönetilmesinde hemşirelik bakımının rolü oldukça kritiktir. Bu yüzden hemşireler, sadece tedavi sürecinde değil, aynı zamanda hastalıkların tekrarlarının önlenmesi ve hiç oluşmaması için koruyucu sağlık hizmetlerinin planlanması ve uygulanmasında da aktif görev üstlenmektedirler.

Üst solunum yolu hastalıkları bağlamında hemşirelik; eğitim, danışmanlık, izlem, değerlendirme, aile katılımı, etik sorumluluklar ve profesyonel uygulamaların bütüncül bir şekilde yürütüldüğü bir alan olarak öne çıkmaktadır. Özellikle çocukların gelişimsel özellikleri ve bakım ihtiyaçları dikkate alındığında, hemşirelerin uzmanlaşmış bilgi ve becerilerle donatılmış olması gerekmektedir.

Bu kapsamda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Hemşirelerin koruyucu sağlık hizmetleri konusunda bilgi düzeyleri artırılmalı, düzenli hizmet içi eğitim programları oluşturulmalıdır.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

- Okul ve aile sağlığı merkezlerinde görev yapan hemşirelerin aktif rolleri güçlendirilmelidir.

- Toplum temelli sağlık eğitimleri yaygınlaştırılmalı, hijyen ve bağışıklama konularında farkındalık artırılmalıdır.

- Ailelerin sağlık okuryazarlığı artırılarak tedaviye uyum ve evde bakım becerileri desteklenmelidir.

- Hemşirelik kayıtları ve değerlendirme formlarının standardize edilerek kullanımının yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, çocuklarda üst solunum yolu hastalıklarının etkin yönetiminde hemşirelik bakımı, sağlığın korunmasından tedaviye kadar her aşamada vazgeçilmez bir öğedir. Etkili bir hemşirelik yaklaşımı, bireysel sağlığı geliştirmenin yanı sıra toplum sağlığını güçlendirmeye de önemli katkılar sunar.

10. KAYNAKÇA

Alperstein, G., ve Collignon, P., Day-care attendance and the risk of acute respiratory infections, *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 46(4), 350–357, https://doi.org/10.1111/1753-6405.13258 (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Arslan, S., *Pediatri Hemşireliğinin Temelleri*, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2023.

Centers for Disease Control and Prevention. (2023). *Respiratory viruses and young children*. https://www.cdc.gov/respiratory-viruses/risk-factors/young-children.html (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Centers for Disease Control and Prevention. (2024). *Childhood immunization schedule*. https://www.cdc.gov/vaccines/schedules/hcp/imz/child-adolescent.html (Erişim tarihi: 10.06.2025)

Çetin, M., ve Demirsoy, N. (2020). Sağlık hizmetlerinde etik ve adalet ilkesi. Etik ve Tıp, 30(1), 25–31. (Erişim tarihi: 10.06.2025)

Doğan, S., ve Şendir, M. (2021). Pediatrik hastalarda hemşirelik bakım planları: Sistematik yaklaşım. Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi, 23(1), 45–52. (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Esenay, F. İ., ve Polat, S., *Çocuklarda Solunum Sistemi Hastalıklarında Hemşirelik Bakımı*, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Yayını, Ankara, 2023.

Hopkins Medicine. (2024). *Upper respiratory infection (URI or common cold)*. https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/upper-respiratory-infection-uri-or-common-cold (Erişim tarihi: 10.06.2025)

Kılıçarslan Törüner, E., ve Büyükgönenç, L., *Çocuk Sağlığı Temel Hemşirelik Yaklaşımları*, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2017.

Koturoğlu, G. (2015). Üst solunum yolu enfeksiyonları. Journal of Pediatric Research, 2(1), 1–8. https://doi.org/10.4274/jpr.73095 (Erişim tarihi: 10.06.2025)

Kuzu, N., ve Uçan, Ö., Çocuk Sağlığı ve Hastalıklarında Hemşirelik Yaklaşımları, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2020.

NM Health, *Acute Viral Upper Respiratory Infection (URI) Factsheet*, https://www.nmhealth.org/publication/view/general/5167/ (Erişim tarihi: 11.06.2025)

Peltola, V., ve Ruuskanen, O., Respiratory infections, R. M. Kliegman, J. W. St. Geme, N. F. Schor ve B. F. Stanton (Ed.), *Nelson Textbook of Pediatrics*, 21. Baskı, Elsevier, 1756–1765, 2020.

Şahin, A., ve Arıkan, D. (2018). Koruyucu sağlık hizmetlerinde hemşirenin rolü. Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi, 15(2), 75–81. (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Specialist nurse's health promotion work with the national childhood immunization program. (2023). *Journal of Specialist Pediatric Nursing*. https://doi.org/10.1111/jspn.12427 (Erişim tarihi: 10.06.2025)

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022). Birinci Basamak Sağlık Hizmetleri Rehberi. https://hsgm.saglik.gov.tr (Erişim tarihi: 10.06.2025)

Tanoğlu, E., ve Öztürk, M. (2021). Okul öncesi dönemde çocuklarda hijyen eğitiminin üst solunum yolu enfeksiyonları üzerindeki etkisi. *Uluslararası Çocuk Gelişimi ve Eğitimi Dergisi, 5*(2), 123–135. (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Tasar, M. A., ve Demir, H. D. (2020). Çocuklarda üst solunum yolu enfeksiyonlarında tamamlayıcı ve alternatif tedavi uygulamaları. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(3), 213–222. (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Yıldız, H., ve Olgun, N. (2019). Çocuk hemşireliğinde etik ilkeler. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 62(4), 285–292. (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Younie, S., Crosby, S., Firth, C., McNicholl, J., ve Laird, K. (2024). "Bye-Bye Germs": Respiratory tract infection prevention—An education intervention for children. *Education Sciences, 14*(3), 302. https://doi.org/10.3390/educsci14030302 (Erişim tarihi: 09.06.2025)

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ÇOCUKLARDA ALT SOLUNUM YOLU HASTALIKLARINDA TEDAVİ VE KORUNMADA HEMŞİRENİN ROLÜ

Ayşe COŞKUN[1], Prof. Dr.,Nejla CANBULAT ŞAHİNER[2]
[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
aysecoskun7234@gmail.com - ORCID: 0000-0003-4538-8873
[2]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
ncanbulat@kmu.edu.tr- ORCID: 0000-0003-3322-5372

ÖZET

Alt solunum yolları hastalıkları, anatomisinde yer alan; trakea, bronşlar, bronşioller ve alveollerin hem viral he de bakteriyel kökenli enfeksiyonlarıdır. Bronşit, Bronşiolit, Pnömoni, Astım ve Krup hastalıkları kilinik tablolarla seyreden bilhassa çocukluk çağında en sık karşılaşılan ve çok ciddi sağlık sorunlarına yol açan hastalıklardır. Bu hastalıklar büyük oranda viral etkenlerle ilişkilidir, ancak çevresel risk faktörleri ve pediatrik anatomik farklılıklar hastalığın ciddiyetini belirlemede önemli rol oynamaktadır. Tanı, tedavi ve izlem süreçlerinde hemşirelik bakımı, hasta güvenliği ve prognoz açısından kritik bir bileşen olarak ön plana çıkmaktadır.

Akut Bronşitte sekresyon yönetimi ve solunum fonksiyonlarının izlenmesi; Bronşiolitte ise nazal aspirasyon, oksijen desteği ve hidrasyonun sürdürülmesi öncelikli hemşirelik uygulamalarındandır. Pnomöni'de etkin gaz değişiminin sağlanması postüral drenaj uygulamaları, sekresyonların mobilizasyonu ve gerekirse aspirasyon uygulamaları temel yaklaşımlardandır. Astım yönetiminde hemşirenin rolü yalnızca farmakolojik tedaviye destekle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda inhaler kullanımının eğitimi, tetikleyicilerden kaçınma ve korunma stratejilerinin de öğretimi ve yazılı astım eylem planlarının geliştirilmesi geliştirilmesi gibi öz bakım becerilerini güçlendirmeyi de kapsamaktadır. Krup olgularında ise hava yolu açıklığımım korunması, kortikosteroid ve adrenalin uygulamaları sonrası klinik izlem ve olası hava yolu tıkanıklarına hazırlıklı olma hemşirelik bakımının temel bileşenlerindendir.

Hastalığın önlenmesinde ise hemşirenin eğitici ve rehberlik edici rolü öne çıkmaktadır. Pasif sigara dumanına maruziyetin azaltılması, gerekli hijyen uygulamalarının benimsetilmesi bağışıklama programlarına uyum sağlanması ve ilk altı ay sadece anne sütü ile beslenmenin desteklenmesi, koruyucu sağlık hizmetlerinin başarısını artırmaktadır. Bu bağlamda hemşirelik uygulamaları yalnızca, mevcut hastalıkla mücadele değil, sağlığın sürdürülmesinde de temel belirleyici bir yol üstlenmektedir.

Anahtar kelimeler: Alt solunum yolu, çocuk sağlığı, hemşirelik bakımı, koruyucu uygulamalar, tedavi yaklaşımları

1. GİRİŞ

Alt solunum yolu hastalıkları, pediatrik yaş grubunda morbidite ve hastaneye yatış oranlarını önemli ölçüde etkileyen ciddi enfeksiyon hastalıkları arasında yer almaktadır. Bronşiolit, pnömoni, bronşit, krup ve astım gibi hastalıklar, özellikle beş yaş altı çocuklarda immün sistemin yetersizliği, anatomik özellikler ve çevresel risk faktörleri nedeniyle daha ağır seyredebilir. Bu hastalıkların yönetimi, sadece tıbbi tedaviden ibaret olmayıp, aynı zamanda koruyucu sağlık hizmetlerini de içermektedir. (Hockenberry ve Wilson, 2018).

Hemşireler, çocuk sağlığını koruma ve geliştirme görevleri doğrultusunda bu hastalıkların hem tedavisinde hem de önlenmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Kanıta dayalı bakım uygulamalarıyla hemşireler; hastalığın seyrini izler, tedaviye destek sağlar ve hastalığın toplum içinde yayılmasını önlemeye yönelik girişimlerde bulunurlar. Bu bağlamda, hemşirelik girişimleri hem hasta çocuğa, hem de ailesine yönelik eğitim ve danışmanlık hizmetlerini de kapsamaktadır. Çocuklarda alt solunum yolu hastalıklarının sadece tedavisinde değil aynı zamanda korunmasında da hemşirenin rolü; multidisipliner ekip içerisindeki en etkili ve sürekli bakımın temelini oluşturmaktadır (Florin ve ark., 2017; Hockenberry ve Wilson, 2018; WHO, 2023).

2. ALT SOLUNUM YOLU HASTALIKLARININ KLİNİK ÖZELLİKLERİ

Alt solunum yolu hastalıkları; bronşiolit, bronşit, pnömoni, astım ve krup gibi hastalıkları kapsar ve çocukluk çağında özellikle bebeklik ve okul öncesi dönemde yaygın olarak görülür. Bu hastalıklar, genellikle viral ya da bakteriyel etkenler sonucu gelişmekte olup, çocukların anatomik ve immünolojik özellikleri nedeniyle daha ağır klinik tablolar oluşturabilmektedir (Kılıçarslan Törüner ve Büyükgönenç, 2017).

Bronşiolit, sıklıkla respiratuvar sinsityal virüs (RSV) kaynaklı olup, özellikle 2 yaş altındaki çocuklarda sık rastlanır. Burun akıntısı, öksürük, hırıltılı solunum, takipne ve beslenme güçlüğü gibi belirtilerle kendini gösterir. Bronşiolitin şiddeti, prematürite, düşük doğum ağırlığı ve altta yatan kronik hastalıklarla ilişkili olarak artış gösterebilir (Florin ve ark., 2017).

Bronşit, genellikle üst solunum yolu enfeksiyonunu takiben hızla gelişen öksürük, balgam, göğüste rahatsızlık hissi gibi belirtilerle ile karakterizedir. Akut bronşit etkeni çoğunlukla viral kaynaklı olmakla beraber, destekleyici semptomatik tedavi ile iyileşme görülürken, tekrarlayan inatçı vakalarda alerji ya da gibi altta yatan faktörlerin varlığı araştırılmalıdır (Kılıçarslan Törüner ve Büyükgönenç, 2017).

Pnömoni, alveol düzeyinde inflamasyon ve eksudasyon ile seyreden ciddi bir enfeksiyondur. Öksürük, dispne, yüksek ateş, göğüs ağrısı ve halsizlik gibi semptomların yanı sıra, bazı vakalarda bilinç bulanıklığı, siyanoz ve solunum

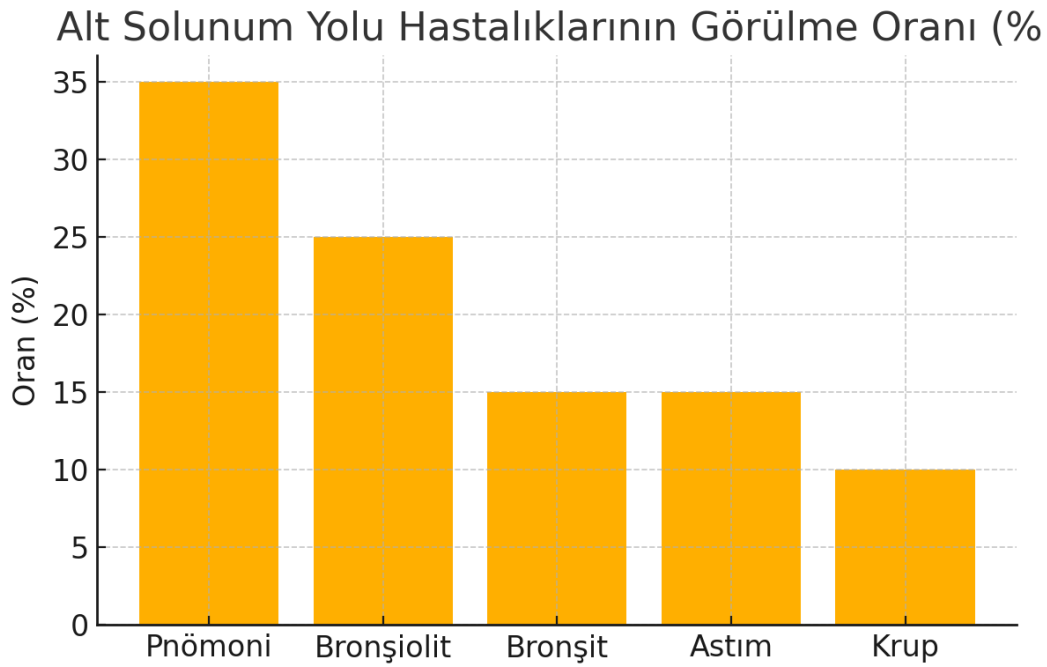
yetmezliği de görülebilir. Özellikle 5 yaş altındaki çocuklar için pnömoni, çok ciddi morbidite ve mortalite riski taşır (Torres ve ark., 2021; Ebeledike ve Ahmad, 2022).

Astım, kronik hava yolu inflamasyonu ile seyreden ve tekrarlayan hışıltılı solunum, öksürük ve nefes darlığı ataklarıyla karakterizedir. Özellikle alerjenlere, soğuk havaya veya enfeksiyonlara maruziyet astım ataklarını tetikleyebilir. Çocuklarda astım, yaşam kalitesini düşürmekte ve okul devamsızlıklarına yol açabilmektedir (Can ve Yazıcıoğlu, 2020).

Krup, larenks, trakea ve bronşların inflamasyonu ile gelişen viral kaynaklı bir hastalık olup, "havlama tarzında öksürük", ses kısıklığı ve inspiratuar stridor ile karakterizedir. Özellikle gece saatlerinde semptomların ağırlaşması ve ani solunum güçlüğü krupun ayırt edici özelliklerindendir (Kılıçarslan Törüner ve Büyükgönenç, 2017).

Alt solunum yolu hastalıklarında ayırıcı tanıları, hastanın öyküsü, fizik muayene bulguları, akciğer grafisi ve gerekirse laboratuvar testleri ile konulmaktadır. Klinik belirtilerin çok hızlı ve iyi analiz edilebilmesi, etkili bir tedavi planı oluşturulması ve komplikasyonların önlenmesi açısından kritik bir önem taşımaktadır (Kılıçarslan Törüner ve Büyükgönenç, 2017).

Görsel 1. Alt Solunum Yolu Hastalıklarının Görülme Oranı (%)



1. TIBBİ TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Çocuklarda alt solunum yolu hastalıklarının tedavisi, hastalığın etiyolojisi, şiddeti ve çocuğun yaşına göre değişiklik göstermektedir. Tıbbi tedavinin amacı; semptomları kontrol altına almak,

enfeksiyon etkenlerini ortadan kaldırmak, komplikasyonları önlemek ve iyileşme sürecini hızlandırmaktır (Kılıçarslan Törüner ve Büyükgönenç, 2017).

Bronşiolit tedavisi, genellikle destekleyici bakım esasına dayanır. Hafif vakalarda evde izlem önerilirken, orta ve ağır olgularda hastaneye yatış gerekebilir. Tedavi sürecinde solunum sıkıntısının izlenmesi, gerektiğinde oksijen tedavisinin uygulanması, hidrasyonun sağlanması temel yaklaşımlardandır. Antibiyotik kullanımı, yalnızca ikincil bakteriyel enfeksiyon bulgusu varsa gündeme gelir (Arslan, 2023).

Pnömoni tedavisinde etkenin bakteriyel olup olmadığına göre antibiyotik seçimi yapılır. Streptococcus pneumoniae için amoksisilin en sık tercih edilen ilaçtır. Şiddetli pnömoni vakalarında ise intravenöz antibiyotik tedavisi ile oksijen desteği ve hatta bazen hastane yatışı bile gerekmektedir. Viral pnömonilerde antibiyotik önerilmez, semptomatik destek ön plandadır (Ebeledike ve Ahmad, 2022).

Genellikle viral kökenli olan bronşit için tedavi ilk olarak semptomları hafifletmeye yöneliktir. Ateş düşürücüler ve analjezikler ile semptomların hafifletilmesi sağlanırken, sıvı takviyesi ve nemli hava solunumu önerilir. Antibiyotik kullanımı, yalnızca bakteri kaynaklı bronşit şüphesi varsa düşünülmelidir.

Astım tedavisi iki temel grupta ele alınır: atak tedavisi ve uzun dönem kontrol tedavisi. Hafif ataklarda kısa etkili inhaler beta-agonistler (salbutamol) tercih edilirken, orta-ciddi ataklarda ise sistemik kortikosteroidler tercih edilir. Uzun dönem tedavi ve kontrol için inhale kortikosteroidler ve lökotrien reseptör antagonistleri kullanılmaktadır. Astım eğitimi, inhaler teknik eğitimi ve tetikleyicilerden korunma, tedavinin ayrılmaz parçalarıdır (GINA, 2024).

Krup tedavisinde öncelikli hedef, hava yolu açıklığının korunmasıdır. Hafif vakalarda evde tedavi, genellikle soğuk buhar inhalasyonu, nemli ortam ve izlem yeterli olabilirken, orta ve ağır vakalarda tek doz deksametazon (oral, intramüsküler veya intravenöz) uygulanması önerilir. Stridoru olan vakalarda nebulize epinefrin kısa sürede semptomlarda iyileşme sağlar, ancak etkisi kısa süreli olduğu için gözlem altında tutulmalıdır (Avcı ve Gök, 2019).

Tüm bu hastalıklarda tedavi planı, çocuğun klinik durumuna, mevcut komorbiditelere, yaşına ve sosyal koşullarına göre bireyselleştirilmelidir. Tıbbi tedavinin yanında, etkili hemşirelik bakımı ve aile eğitimi de tedavinin başarısı açısından vazgeçilmezdir (Çavuşoğlu, 2022).

4. HEMŞİRELİK GİRİŞİMLERİ VE UYGULAMALARI

Alt solunum yolu hastalıklarında hemşirelik bakımı, çocuğun yaşına, klinik bulgularına ve hastalığın şiddetine göre planlanan kapsamlı ve bireyselleştirilmiş bir yaklaşımı gerektirir. Hemşire, hem çocuğun temel yaşam bulgularını izlemekten tedavi sürecine destek olmaya, hem de komplikasyonların önlenmesinden ailenin eğitilmesine kadar çok yönlü görevler üstlenir (Arslan, 2023).

4.1. Solunum Fonksiyonlarının İzlenmesi ve Desteklenmesi

Hemşire, çocuğun solunum sayısını, paternini, oksijen satürasyonunu düzenli olarak değerlendirir. Solunum sıkıntısı belirtileri (burun kanadı solunumu, interkostal çekilme, siyanoz, inleme gibi) gözlenmeli ve değişiklikler hekime iletilmelidir. Oksijen satürasyonu %92'nin altına düştüğünde hekimin önerisiyle oksijen tedavisi başlanmalı, gerekirse nebulizasyon desteği sağlanmalıdır (Sole ve ark., 2021).

4.2. Hava Yolu Temizliğinin Sağlanması

Alt solunum yolu enfeksiyonlarında sekresyon artışı sık görüldüğünden, hava yolu açıklığının korunması önceliklidir. Hemşire, etkili öksürük teşviki, pozisyonlama, gerekirse aspirasyon uygulamalarıyla çocuğun hava yolu temizliğini destekler. Bebeklerde burun aspiratörleri ile üst hava yolu açıklığı sağlanabilir (Craven ve Hirnle, 2016).

4.3. Ateş ve Ağrının Yönetimi

Yüksek ateşin kontrol altına alınması hem çocuğun konforu hem de komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir. Ateşin düzenli ölçülerek takibi yapılmalı ve protokole uygun olarak antipiretik tedaviyi uygulamalıdır. Ayrıca yaşa uygun olarak varsa ağrının, ağrı değerlendirme ölçekleri ile izlenerek değerlendirilmeli, gerekirse analjezik tedavisi ile desteklenmelidir (Craven ve Hirnle, 2016).

4.4. Beslenme ve Sıvı Desteği

Solunum sıkıntısı yaşayan çocuklarda oral alım azalabilir. Hemşire, çocuğun sıvı alımını izleyerek dehidratasyonu önlemeye yönelik girişimlerde bulunur. Gerekli durumlarda IV sıvı desteği planlanır. Bebeklerde sık aralıklarla az miktarda beslenme önerilir, beslenme sonrası kusma veya aspirasyon riski izlenir (Craven ve Hirnle, 2016).

4.5. Pozisyonlama ve Dinlenme

Yarı oturur (semi-Fowler) pozisyonda tutulmak solunum kaslarının rahatlamasını sağlarken aynı zamanda akciğer ventilasyonunu da kolaylaştırır. Çocuğun pozisyonunun sık aralıklarla değiştirilmesi hem konfor sağlar hem de sekresyon birikimini önlemeye yardımcı olur. Ayrıca dinlenme süresinin düzenlenmesi, hastanın enerji korunumu açısından önemlidir (Craven ve Hirnle, 2016).

4.6. Enfeksiyon Kontrol Önlemleri

Hemşire, enfeksiyonun yayılımını önlemek için el hijyeni, kişisel koruyucu ekipman kullanımı, yüzey temizliği ve hasta izolasyonu gibi uygulamaları dikkatle yürütmelidir. Ortamın sık havalandırılması, oyuncakların ve sık temas edilen yüzeylerin düzenli temizlenmesi önerilir (CDC, 2023).

4.7. Hemşirelik Tanılama ve Belgelendirme

Hastaya yönelik tanılar hemşirelik süreci doğrultusunda belirlenir. Örneğin: “Etkisiz solunum örüntüsü”, “Hipertermi ile ilişkili sıvı hacmi eksikliği riski”, “Yetersiz beslenme riski”, “Bilgi eksikliğiyle ilişkili kaygı”. Girişimlerin etkinliği düzenli olarak değerlendirilip kayıt altına alınmalıdır.

Çizelge 1. Alt Solunum Yolu Hastalıklarında Klinik Özellikler, Tedavi ve Hemşirelik Yaklaşımları

Hastalık	Klinik Bulgular	Tıbbi Tedavi	Hemşirelik Yaklaşımı
Pnömoni	Ateş, öksürük, solunum sıkıntısı	Antibiyotik, oksijen	Solunum izlemi, pozisyonlama, sıvı desteği
Bronşiolit	Hışıltı, takipne, inleme	Destek tedavi, oksijen	Oksijen desteği, aspirasyon, ebeveyn eğitimi
Bronşit	Öksürük, balgam, göğüs rahatsızlığı	Semptomatik tedavi	Dinlenme, sıvı alımı, ateş takibi
Astım	Nefes darlığı, öksürük, hışıltı	Beta-agonist, steroid	İnhaler kullanımı eğitimi, tetikleyici takibi
Krup	Havlama öksürük, stridor	Steroid, nebulize epinefrin	Nemli hava, izlem, anksiyete giderici yaklaşım

5. AİLE EĞİTİMİ VE İZLEM

Alt solunum yolu hastalıklarının yönetiminin sağlanmasında sadece tıbbi tedavi ve hemşirelik uygulamaları yeterli olmayıp, aynı zamanda çocuğun bakım sürecine ailesinin de etkin katılımının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Aile eğitiminin sağlanması, yalnızca tedavi sürecine uyumu artırmakta kalmayıp, hastalığın tekrarını ve hatta komplikasyonlarını önlemede de etkin rol oynamaktadır (Smith ve Coleman, 2020; WHO, 2023).

5.1. Hastalık Bilgilendirmesi

Hemşire, aile bireylerine hastalığın belirtileri, tanısı, tedavi süreci, bulaş yolları ve iyileşme beklentisine dair hastalık hakkında sade ve anlaşılır bir dille bilgi vermelidir. Özellikle hastalığın viral ya da bakteriyel kaynaklı olması, antibiyotik kullanım gerekliliği ve bulaşıcılık süresi gibi konular açıklanmalıdır (Smith ve Coleman, 2020; WHO, 2023).

5.2. İlaç Kullanımı ve Tedavi Uygulamaları

Aile üyelerine reçete edilen ilaçların isimleri, kullanım şekli, dozu ve sıklığı detaylı olarak anlatılmalı; yan etkileri ve ilaçların zamanında ve düzenli uygulanmasının önemi vurgulanmalıdır. Nebulizatör, inhaler gibi tıbbi cihazların kullanımı gerektiğinde hemşire

tarafından uygulamalı olarak gösterilmelidir (Smith ve Coleman, 2020; Selek ve Topaloğlu, 2021).

5.3. Hijyen ve Koruyucu Önlemler

Solunum yolu hastalıklarının yayılımını önlemek için aileye temel hijyen kuralları (el yıkama, yüzey temizliği, maske kullanımı, odaların havalandırılması) öğretilmelidir. Özellikle hasta çocukla temas sonrası el hijyenine dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Kreş/okul ortamında bulaş riskleri hakkında bilgilendirme yapılmalıdır (WHO, 2023).

5.4. Beslenme ve Sıvı Alımı

Hastalık sürecinde çocuğun beslenme alışkanlıkları ve sıvı alımı izlenmelidir. Aileye, çocuğun kalori ve protein ihtiyacına, yaşına ve semptomlarına uygun olacak besinlerin nasıl sunulacağı, hangi aralıklarla alınması gerektiği konusunda bilgi verilmelidir. Ayrıca iştahsızlıkla baş etme yolları ve yeterli sıvı alımının sağlanması konusunda da varsa bilgi eksikliği için destek verilmelidir (Smith ve Coleman, 2020).

5.5. İzlem ve Erken Uyarı Belirtileri

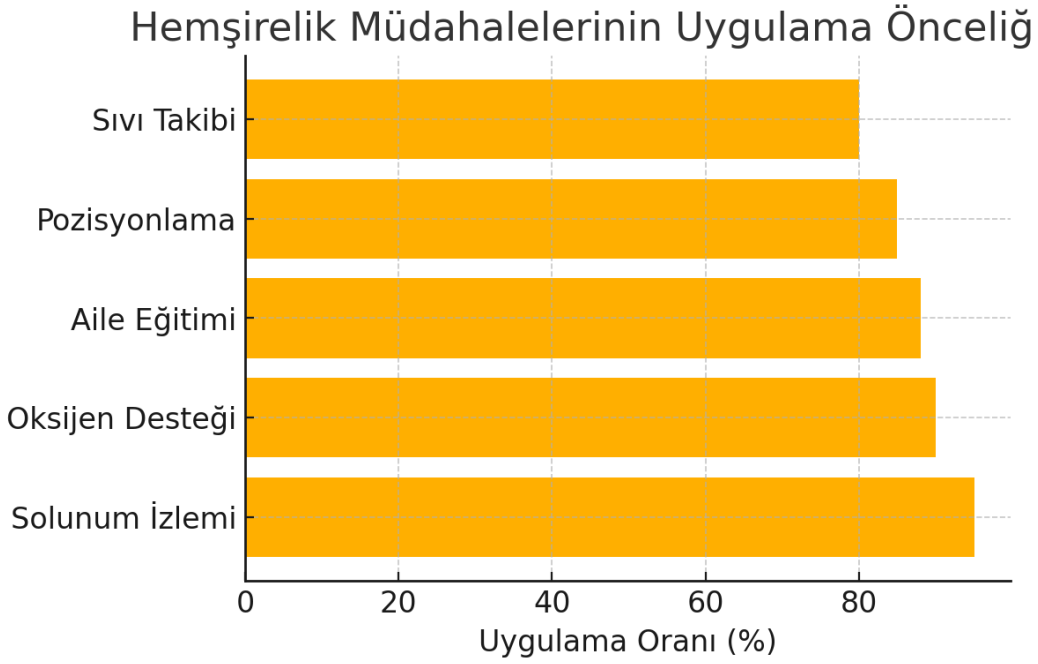
Hemşire, aileyi çocuğun iyileşme süreci boyunca nelere dikkat etmesi gerektiği konusunda bilgilendirmelidir. Örneğin; solunum sıkıntısında artış, inatçı ateş, morarma, beslenme reddi gibi durumlar acil değerlendirme gerektirebilir. Aileye bu uyarı işaretleri açıkça anlatılmalı ve gerektiğinde nereye başvuracakları belirtilmelidir (Selek ve Topaloğlu, 2021).

5.6. Psikososyal Destek

Hastalığın seyri, aile bireylerinde kaygı, stres ve yetersizlik hissi oluşturabilir. Hemşire, ailenin duygusal durumunu gözlemlemeli, gerekirse psikososyal destek birimlerine yönlendirme yapmalıdır. Empatik bir iletişim tarzı, hem hasta çocuğun hem de bakım verenlerin motivasyonunu artırır (Vilaça ve Oliveira, 2023; WHO, 2023).

Sonuç olarak, aile eğitimi ve izlem süreci, alt solunum yolu hastalıklarının etkili yönetiminde vazgeçilmez bir unsurdur. Ailenin bilinçli, motive ve katılımcı olması, çocuğun tedavi sürecini olumlu yönde etkilemekte; hemşirenin bu süreçte rehberlik rolü, sağlık sonuçlarını doğrudan iyileştirmektedir (Smith ve Coleman, 2020; WHO, 2023).

Görsel 2. Hemşirelik Müdahalelerinin Uygulama Önceliği (%)



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Alt solunum yolu hastalıkları, bilhassa çocukluk çağı döneminde sıkça karşılaşılan ve ciddi sağlık problemlerine yol açabilen enfeksiyon hastalıklarındandır. Bu hastalıkların yönetimi yalnızca farmakolojik tedavi ile sınırlı kalmamakta; etkili bir hemşirelik bakımı, aile eğitimi ve izlem süreçlerinin bütüncül bir şekilde yürütülmesini gerektirmektedir (WHO, 2023).

Hemşireler, çocuk sağlığı hastalıklarının erken tanınmasında, tedavi süreçlerine destek olunmasında, komplikasyonların önlenmesi ve korunmasında merkezi bir role sahiptir. Solunum izlemi, hava yolu açıklığının korunması, sıvı dengesi ve pozisyonlama gibi klinik uygulamalar; hemşirelik mesleğinin temel bileşenlerindendir (Craven ve Hirnle, 2016; Sole ve ark., 2021). Ayrıca, ailelerin bilinçlendirilmesi, hijyen önlemleri, tedaviye uyum ve evde bakımın sürdürülmesi noktasında da hemşireler önemli bir eğitim ve destek rolü üstlenmektedir (Smith ve Coleman, 2020; WHO, 2023).

Bu kapsamda şu öneriler sunulabilir:
- Alt solunum yolu hastalıklarına ilişkin hemşirelik bilgi ve becerilerinin geliştirilmesi amacıyla düzenli hizmet içi eğitim programları oluşturulmalıdır (Vilaça ve Oliveira, 2023).
- Çocuklara uygulanacak hemşirelik bakım protokolleri güncel rehberler ışığında standardize edilmelidir (GINA, 2024).

- Aile eğitimi süreci özellikle düşük sağlık okuryazarlığına sahip bireyler için görsel ve pratik materyallerle zenginleştirilerek, yapılandırılmış programlarla desteklenmelidir (Selek ve Topaloğlu, 2021; WHO, 2023).
- Hemşirelik bakım süreci ekip anlayışıyla multidisipliner olarak planlanmalı; ebeveyn, hekim

ve sosyal hizmet birimleri ile etkili koordinasyon sağlanmalıdır (Smith ve Coleman, 2020).
- Toplum temelli sağlık hizmetlerinde hemşirelere daha aktif roller verilerek, enfeksiyonların yayılımı azaltılmalı ve erken müdahale olanakları artırılmalıdır (CDC, 2023).

Sonuç olarak, özellikle alt solunum yolu hastalıklarında etkin bir hemşirelik yaklaşımının sağlanması, sadece hastane ortamında değil, aynı zamanda toplum sağlığının genelinde de fark yaratma potansiyeline sahiptir. Hemşirelerin bilgi, beceri ve liderlik kapasitelerinin geliştirilmesi, çocuk sağlığına yönelik sağlık hizmetlerinin niteliğini doğrudan artıracaktır.

7. KAYNAKLAR

Arslan, S., *Pediatri Hemşireliğinin Temelleri*, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2023.

Avcı, S., ve Gök, Ü., Laringotrakeal bronşiolite ilk yaklaşım, C. Cingi (Ed.), *Acil Hastaya İlk Yaklaşım*, 2. Baskı, SEBAT Yayıncılık, 393–397, 2019.

Can, C., ve Yazıcıoğlu, M., (2020). Çocuklarda Astım Tanısına Pratik Bir Bakış. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi, 12*(2), 45–48.

Çavuşoğlu, H., *Pediatri: Hemşirelik Yaklaşımıyla Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları*, Güneş Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2022.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *Guidelines for preventing the spread of respiratory illnesses in pediatric populations*, https://www.cdc.gov/flu/professionals/infectioncontrol (Erişim tarihi: 10.06.2025)

Craven, R. F., ve Hirnle, C. J., *Fundamentals of Nursing: Human Health and Function*, 8. Baskı, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2016.

Ebeledike, C., ve Ahmad, T. (2023). Pediatric pneumonia. *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536940/ (Erişim Tarihi: 07.06.2025)

Global Initiative for Asthma (GINA) (2024). *Global strategy for asthma management and prevention*, https://ginasthma.org/gina-reports/ (Erişim tarihi: 10.06.2025)

Hockenberry, M. J., ve Wilson, D. (2018). *Wong's nursing care of infants and children*. Elsevier.

Kılıçarslan Törüner, E., ve Büyükgönenç, L., *Çocuk Sağlığı: Temel Hemşirelik Yaklaşımları*, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2017.

Selek, S., ve Topaloğlu, T., (2021). The effectiveness of structured education on parental anxiety and knowledge in managing pediatric pneumonia, *Journal of Pediatric Health Care*, 35(4), 335–342, https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2021.01.008 (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Smith, J. R., ve Coleman, C. D., (2020). The role of nurses in educating families of children with respiratory illnesses, *Journal of Pediatric Nursing*, 53, 21–26, https://doi.org/10.1016/j.pedn.2020.02.002 (Erişim tarihi: 09.06.2025)

Sole, M. L., Klein, D. G., ve Moseley, M. J., *Introduction to Critical Care Nursing*, 8. Baskı, Elsevier, St. Louis, 2021.

Torres, A., Cilloniz, C., Niederman, M. S., Menendez, R., Chalmers, J. D., Wunderink, R. G., ve van der Poll, T. (2021). Pneumonia. *Nature Reviews Disease Primers*, *7*(1), 25. https://doi.org/10.1038/s41572-021-00259-0

Vilaça, L. M., ve Oliveira, S. R., (2023). Nursing support for psychosocial stress in parents of hospitalized children with lower respiratory infections .*Revista Brasileira de Enfermagem*, 76(3), e20220381, https://doi.org/10.1590/0034-7167-2022-0381 (Erişim Tarihi: 10.06.2025)

World Health Organization. (2023). *Pneumonia*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia (Erişim Tarihi: 07.06.2025)

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EXAMINATION OF 112 EMERGENCY AMBULANCES SERVICE IN SAPANCA IN 2024

SALİH UYAR[1], Prof.Dr. , MURAT UTKUCU[2]

[1]SAKARYA University, Institute of Science, salihuyar36@gmail.com - 0009-0009-0432-7223

[2]SAKARYA University, Institute of Science, mutkucu@sakarya.edu.tr - 0000-0001-7528-937X

ABSTRACT

In this study, the services provided by Health Ministry subordinate 112 emergency medical service stations in the Sapanca district of Sakarya Province, Northwest Türkiye, between January 1 and December 31, 2024 were examined. The operational data of the emergency health service stations and emergency aid ambulances were officially requested from the relevant authorities and acquired after official approval. Examination of the data demonstrates that the total number of cases with medical intervention is 3915, shared by 2086 male and 1829 female patients. The majority of requests for emergency ambulance services in Sapanca in 2024 were made by individuals aged 65 and above with medical emergencies, patient transportations and traffic accidents constituting first three call reasons. The medical emergencies mostly includes general condition disorder, heart, lung, and brain diseases, vertigo, hypertension, respiratory failure, high fever, and hypoglycaemia. In most cases, the patients were transported to hospitals for further and advanced medical treatment. The highest number of cases occurred during the summer months (in June, July and August), coinciding with the published studies using the data coming from elsewhere in Türkiye. However, the percentage of cases in Sapanca during the summer months is discernibly higher. This can be attributed to its location along the transit route between Istanbul and Ankara provinces, being in close vicinity of İstanbul, its natural landscape with its popularity attractions, and its popularity for bungalow, hotel, and summer tourism. It is obtained that majority of the cases in Sapanca had a response time within 0–10 minutes, which is promising in terms of meeting the targets set by the Ministry of Health. Adding comparisons with other studies carried out in different provinces it is further concluded that emergency service stations in Sapanca performed satisfactorily in responding to emergency medical cases in 2024.

Keywords: Emergency Health Services, 112 Emergency Aid Ambulance, Ambulance, Sapanca

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

SAPANCA'DA 2024 YILINDAKİ 112 ACİL AMBULANS HİZMETLERİNİN İNCELENMESİ

SALİH UYAR[1], Prof.Dr. , MURAT UTKUCU[2]

[1]SAKARYA Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, salihuyar36@gmail.com - 0009-0009-0432-7223

[2]SAKARYA Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, mutkucu@sakarya.edu.tr - 0000-0001-7528-937X

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Sakarya İli'nin Sapanca ilçesindeki Sağlık Bakanlığı altında hizmet veren 112 acil sağlık hizmetli istasyonları tarafından 1 Ocak – 31 Aralık 2024 tarihleri arasında sunulan hizmetler incelenmiştir. Acil sağlık hizmeti istasyonlarına ve acil yardım ambulanslarına ait operasyonel veriler ilgili kurumlardan resmi izin alınarak temin edilmiştir. Verilerin incelenmesi sonucunda, tıbbi müdahale yapılan toplam vaka sayısının 3915 olduğu ve bu vakaların 2086'sının erkek, 1829'unun kadın hastalara ait olduğu belirlenmiştir. Sapanca'da 2024 yılı içerisinde acil ambulans hizmeti taleplerinin büyük çoğunluğunun 65 yaş ve üzeri bireyler tarafından yapıldığı; çağrı nedenlerinde ilk üç sırayı ise tıbbi acil durumlar, hasta nakilleri ve trafik kazalarının aldığı tespit edilmiştir. Tıbbi acil durumlar çoğunlukla genel durum bozukluğu, kalp, akciğer ve beyin hastalıkları, vertigo, hipertansiyon, solunum yetmezliği, yüksek ateş ve hipoglisemi gibi durumları içermektedir. Vakaların çoğunda hastalar, ileri ve detaylı tıbbi tedavi amacıyla hastanelere nakledilmiştir. Vaka sayısının en yüksek olduğu dönem yaz ayları (Haziran, Temmuz ve Ağustos) olup, bu durum Türkiye'nin diğer bölgelerinden elde edilen verilerle yapılmış yayınlarla da örtüşmektedir. Ancak, Sapanca'daki yaz aylarına ait vaka yüzdesi, belirgin şekilde daha yüksektir. Bu durum; ilçenin İstanbul ve Ankara arasında transit güzergâh üzerinde yer alması, İstanbul'a yakınlığı, doğal güzellikleri ve bungalov, otel ve yaz turizmi açısından popüler bir bölge olmasıyla açıklanabilir. Sapanca'daki vakaların çoğuna 0–10 dakika içerisinde müdahale edildiği görülmüş olup, bu durum Sağlık Bakanlığı tarafından belirlenen hedeflerin karşılanması açısından umut vericidir. Diğer illerde yapılan çalışmalarla karşılaştırmalar da eklendiğinde, Sapanca'daki acil sağlık hizmeti istasyonlarının 2024 yılı içinde acil tıbbi vakalara müdahale konusunda tatmin edici bir performans sergilediği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Acil Sağlık Hizmetleri, 112 Acil Yardım Ambulansı, Ambulans, Sapanca

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ENFEKSİYONLARIN ÖNLENMESİNDE KANITA DAYALI HEMŞİRELİK UYGULAMALARI

Yüksek Lisans Öğrencisi Şeyma Dilara AYDIN[1], Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ[2]

[1]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,
seyma.dilara@hotmail.com, 0009-0002-9528-0166

[2]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, 0000-0003-0568-5902

ÖZET

Sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonlar (SHİE), hastanın hastaneye yatışı sırasında mevcut olmayan ve kuluçka döneminde bulunmayan, sağlık hizmetlerinin sunumu sırasında veya sonrasında gelişen enfeksiyonlar olarak tanımlanır. Global çapta her yıl hastaların %7 ila %10'unu etkileyen sağlık hizmetleri ilişkili enfeksiyonlar hastaların hastanede kalış süresini uzatmakta, morbidite ve mortalite oranlarını arttırmakta, iş gücü kaybına yol açmakta ve tedavi masraflarını arttırarak ülkenin ekonomisi üzerinde önemli bir yük oluşturmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de en sık görülen sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonlar arasında; üriner katater ilişkili idrar yolu enfeksiyonları (Kİ-İYE), santra katater ilişkili kan dolaşımı enfeksiyonları (SKİ-KDE) ve ventilatör ilişkili pnömoniler (VİP) yer almaktadır. Tüm bu enfeksiyon çeşitlerinin önlenmesinde standart ortak uygulamalar yer almaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak; girişimsel işlem gerçekleştiren sağlık çalışanlarının yeterli eğitim ve sertifikasyona sahip olması, klinik uygulama öncesinde kanıta dayalı eğitimlerin verilmesi ve sürekli mesleki gelişimin desteklenmesi, standart adımlar içeren uygulama prosedürlerinin oluşturulması, gereksiz girişimsel işlemlerin önlenmesi amacıyla her müdahalenin klinik gerekliliğinin değerlendirilmesi, girişimsel uygulamalar esnasında aseptik tekniklere titizlikle uyulması, hastalar arası geçişte etkili el hijyeninin sağlanması, uygun koruyucu ekipman kullanımı, her hastanın katater gerekliliği açısından periyodik olarak değerlendirilmesi, katater ihtiyacı ortadan kalkan hastalardan mümkün olan en kısa sürede kataterlerin çıkartılması, hastaların uygun antiseptikler ve sabitleyiciler kullanılarak katater bakımlarının yapılması gibi önlemler sayılabilir. Sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonlar standart önlemler alınarak büyük oranda önlenebilir enfeksiyonlardır. Bu standart uygulamalara bağlı kalınması, sadece hasta sonuçlarının korunmasına katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda sağlık çalışanlarının iş yükünü azaltır. Bunun yanı sıra tıbbi cihaz ve malzeme kullanımını azaltarak sağlık hizmetlerinin maliyet etkinliğini ve genel verimliliğini de artırır.

Anahtar Kelimeler: hemşirelik, kanıta dayalı uygulamalar, enfeksiyon kontrolü, sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonlar

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EVIDENCE-BASED NURSING PRACTICES IN INFECTION PREVENTION

ABSTRACT

Healthcare-associated infections (HAIs) are defined as infections that develop during or after the delivery of healthcare services, which were neither present nor incubating at the time of a patient's admission. These infections affect approximately 7% to 10% of hospitalized patients globally each year. HAIs contribute significantly to prolonged hospital stays, increased rates of morbidity and mortality, reduced workforce productivity, and elevated healthcare expenditures, thereby imposing a substantial burden on national healthcare systems and economies. In both global and national contexts, the most frequently observed types of HAIs include catheter-associated urinary tract infections (CAUTIs), central line-associated bloodstream infections (CLABSIs), and ventilator-associated pneumonia (VAP). The prevention of these infections requires the implementation of standardized, evidence-based practices integrated into routine clinical care. Core preventive strategies include; ensuring that healthcare personnel performing invasive procedures are adequately trained and certified, delivering evidence-based education and continuous training prior to clinical implementation, developing and adhering to standardized procedural protocols, evaluating the clinical necessity of each intervention to avoid unnecessary invasive procedures, maintaining strict compliance with aseptic techniques during all interventions, practicing rigorous hand hygiene between patient contacts, utilizing appropriate personal protective equipment (PPE), regularly assessing the necessity of indwelling catheters, promptly removing catheters when no longer indicated, and performing catheter site care using appropriate antiseptic agents and securement devices. HAIs are largely preventable through adherence to these standardized practices. Effective infection prevention not only safeguards patient outcomes but also reduces the workload on healthcare professionals and enhances the overall cost-effectiveness and efficiency of healthcare delivery systems.

Keywords: nursing, evidence-based practices, infection control, healthcare-associated infections

1. GİRİŞ:

Enfeksiyon; bir organizmanın hastalığa neden olan ajanlar (patojenler) tarafından istila edilmesi ve bu mikroorganizmaların çoğalmasıyla birlikte konakçının bu mikroorganizmalara ve/veya mikroorganizmaların ürettiği toksinlere karşı verdiği reaksiyondur (National Center for Biotechnology Information, n.d.). Bir organizmada enfeksiyon gelişimi açısından risk faktörlerini dört ana başlık altında inceleyebiliriz (Yoldaşcan, 2016).

Çizelge 1. Enfeksiyon Gelişimi Açısından Risk Faktörleri

Konağa ait faktörler - İleri yaş - Daha önce mevcut hastalıklar - Alt hastalık - Hastalığın şiddeti - Beslenme bozukluğu - Nörolojik durum	**Tedaviye ait faktörler** - Hastanede kalış süresi - Primer enfeksiyon için uygun olmayan tedavi - İnvaziv girişimler - Trakeostomi - Solunum desteği sağlayan cihazlar - El hijyeninin sağlanmaması - İmmunsupresif ilaç kullanımı
Mikrobiyal faktörler - Mikroorganizmanın tipi ve virülansı - Konak kolonizasyonu - Antimikrobiyal dirençlilik	**Çevresel faktörler** - Hastanede yatış - Hemşire/hasta oranı - Hastanenin yatak kapasitesi

Yoldaşcan, B. E. Enfeksiyon Hastalıkları Hemşireliği ve Epidemiyoloji. Reaksiyon Matbaacılık/Ankara, 2016

2. Sağlık Hizmetleri İlişkili Enfeksiyonlar (SHİE)

Sağlık hizmetleri ilişkili enfeksiyonlar hastaya bir sağlık kurumunda tedavi ve bakım sunulması sırasında gelişen ve bireyin o kuruma başvurusu sırasında var olmayan (ya da kuluçka döneminde olmayan) enfeksiyonlardır (Erden ve ark.,2024). Bir enfeksiyonun sağlık hizmetleriyle ilişkili olduğunu varsayabilmek için; hastane yatışından 48-72 saat sonra başlamış, taburculuktan sonraki 10 gün, ameliyat olmuşsa 30 gün, protez gibi kalıcı cihaz takılmışsa bir yıl içerisinde gelişmiş bir enfeksiyon olması gerekir (Kurt & Yazıcı, 2021). SHİE dünya çapında hastaların %7 ila 10'unu etkileyecek kadar yaygındır. Düşük ve orta gelirli ülkelerde etkilenme oranı %15 olarak görülürken, cerrahi alan enfeksiyonu en yaygın görülen sağlık hizmetleriyle ilişkili enfeksiyondur (Peker & Peker, 2022).

Çizelge 2. SHİE Sınıflandırması

Cerrahi alan enfeksiyonları	Göz, kulak, burun, boğaz enfeksiyonları
Primer kan dolaşımı enfeksiyonları	Gastrointestinal sistem enfeksiyonları
Üriner sistem enfeksiyonları	Merkezi sinir sistemi enfeksiyonları
Kemik ve eklem enfeksiyonları	Genital sistem enfeksiyonları
Kardiyovasküler sistem enfeksiyonları	Deri ve yumuşak doku enfeksiyonları
Sistemik enfeksiyonlar	Nazokomiyal pnömoni
Alt solunum yolu enfeksiyonu (pnömoni hariç)	

Görak, G., Savaşer, S., Yıldız, S. Bulaşıcı Hastalıklar Hemşireliği. Nobel Matbaacılık/İstanbul, 2018.

Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğünün 2023 yılı Ulusal Sağlık Hizmeti İlişkili Enfeksiyonlar Sürveyans Ağı (USHİESA) kapsamında incelemiş olduğu Türkiye'deki yoğun bakım ünitelerinde görülen üç temel enfeksiyon türünün analizine göre; SKİ kan dolaşım enfeksiyon hızının çocuk cerrahi yoğun bakım ünitelerinde, kateter ilişkili idrar yolu enfeksiyonunun nöroloji yoğun bakımında ve ventilatör ile ilişkili pnömoninin beyin cerrahisi yoğun bakım ünitesinde sık görüldüğü belirlenmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2024).

3. Üriner Katater İlişkili İdrar Yolu Enfeksiyonu

Hastanelerde yatarak tedavi gören hastalarda üriner sistem enfeksiyonu görülme sebeplerinden en majörü katater ilişkili enfeksiyonlardır. Bir üriner sistem enfeksiyonunun katater ilişkili olduğunu varsayabilmek için; enfeksiyon belirtilerinin ortaya çıktığı günde veya bir gün öncesinde üriner katater kullanılması, hastada iki günden uzun süredir üriner katater mevcudiyeti olması gerekir (Karamanoğlu & Giersbergen, 2023).

Üriner Katater İlişkili İYE'nun Önlenmesinde Kanıta Dayalı Hemşirelik Uygulamaları:

- Kateterler yalnızca uygun endikasyonlar için takılmalı ve yalnızca gerektiği kadar yerinde bırakılmalıdır (Zurmehly, 2018).
- İnkontinans yönetimi için hastalarda ve bakımevi sakinlerinde ilk tercih olarak üriner kateter kullanımından kaçınılmalıdır (Gould et al., 2009).
- Kateter takma işlemi, eğitimli sağlık personeli tarafından aseptik koşullar altında gerçekleştirilmelidir (Dehghanrad et al., 2019).
- Üriner kateterin aseptik olarak yerleştirilmesinin ardından kapalı bir drenaj sistemi sağlanmalıdır (Gould et al., 2009).
- İdrar akışının engellenmemesi sağlanmalıdır (Tyson, 2020).
- İdrar toplama torbası, mesane seviyesinin altında tutulmalı ve yere temas ettirilmemelidir (Erden et al., 2014)
- Kateterin veya toplayıcı sistemin herhangi bir müdahalesi sırasında uygun şekilde standart koruyucu önlemler (eldiven, önlük) kullanılmalıdır (Tyson, 2020).
- Kalıcı kateterlerin veya drenaj torbalarının rutin değiştirilmesi önerilmemektedir. Bunun yerine, enfeksiyon, tıkanıklık gibi klinik endikasyonlara bağlı olarak veya kapalı sistem tehlikeye girdiğinde kateterlerin ve drenaj torbalarının değiştirilmesi önerilmektedir (Gould et al., 2009).
- Kateter yerindeyken enfeksiyonu önlemek için periüretral bölgenin sabunlu su ile temizlenmesi uygundur (Tyson, 2020).
- İdrar örneklerini aseptik bir şekilde alınmalıdır (Erden et al., 2014).

4. İntravasküler Kateterle İlişkili Enfeksiyonlar

Katater takılması sırasında aseptik tekniklere uyulmaması, gönderilen ilaçların hazırlanması ya da uygulanması esnasında kontamine olması, katater takıldıktan sonra kullanılırken uygun aseptik tekniklere dikkat edilmemesi veya katater bakımının doğru şekilde yapılmaması nedeniyle lokal veya sistemik enfeksiyonlar gelişebilmektedir (Dost & Tosun, 2023).

Lokal enfeksiyon, flebit, tromboflebit, septisemi gibi durumlar katater ilişkili enfeksiyonlara örnek verilebilir (Çelik & Avşar, 2021).

İntravasküler Kateter İlişkili Enfeksiyonların Önlenmesinde Kanıta Dayalı Uygulamalar

- Sağlık personeline, intravasküler kateterlerin endikasyonları, doğru yerleştirme ve bakım prosedürleri ile enfeksiyon kontrol önlemleri konusunda eğitim verilmelidir (O'Grady et al., 2011).
- Kateter yerleştirme işlemi, aseptik teknikler kullanılarak gerçekleştirilmelidir (Marschall, 2014).
- Periferik venöz katater takılması sırasında temiz non steril eldiven giyilmeli ve antiseptik ile temizlenen alana dokunulmadan katater yerleştirilmelidir (HİDER, 2019).
- Kateter giriş bölgesi, steril ve geçirgen olmayan pansumanlarla kapatılmalı ve düzenli olarak değiştirilmelidir (Wang et al., 2010).
- Kateterlerin gerekliliği günlük olarak değerlendirilmelidir; artık ihtiyaç duyulmayan kateterler derhal çıkarılmalıdır (Kurt & Yazıcı, 2021).
- Kontaminasyon riskini azaltmak iğnesiz konnektörler tercih edilmelidir. Her girişim öncesinde iğnesiz konnektörün etkili dezenfeksiyonu yapılarak ve kuruması beklenmelidir (O'Grady et al., 2011).
- Kateter bakımı sırasında, klorheksidin bazlı antiseptikler tercih edilmelidir (Timsit et al., 2020).
- Venöz kataterden ilaç uygulaması yapılmadan önce ilaçlar aseptik koşullara göre hazırlanmalı ve dekontamine edilmeden uygulanmalıdır (HİDER, 2019).

5. Ventilatör İlişkili Pnömoni

Ventilatör ilişkili pnömoni; hastaneye başvuru sırasında pnömonisi olmayan trakeostomize veya entübe olan hastalarda mekanik ventilasyondan 48-72 saat sonra oluşan akciğer parankiminin enfeksiyonudur. (Kurt & Yazıcı, 2021)

Ventilatör İlişkili Pnömonilerin Önlenmesine Yönelik Kanıta Dayalı Hemşirelik Uygulamaları

- Çalışanlar sağlık hizmeti ortamındaki sorumluluk düzeyine göre yetkinliğini sağlamak için enfeksiyon kontrol prosedürleri konusunda eğitilmeli ve sağlık hizmetiyle ilişkili pnömoniyi önlemeye yönelik müdahalelerin uygulanmasına dahil edilmelidir (Cengiz & Kanan, 2019).
- Tek bir hastada kullanılmakta olan solunum devresini kullanım süresine bağlı olarak rutin olarak değiştirmeyin. Devre gözle görülür şekilde kirlendiğinde veya mekanik olarak arızalandığında değiştirilmelidir (Erden et al., 2024).
- Mekanik bir ventilatörün hortumunda toplanan yoğuşma suyu periyodik olarak boşaltılmalı yoğuşma suyunun hastaya doğru akmasına izin vermemek için önlem alınmalıdır (Yazıcı & Bulut, 2018).

- Hasta ve çevresi ile temastan sonra eller sabun ve suyla (eller gözle görülür şekilde kirliyse) veya alkol bazlı bir dezenfektanla dekontamine edilmelidir (Romero et al., 2019).
- Nebülizasyon için yalnızca steril sıvı kullanılmalı ve sıvı nebülizatöre aseptik olarak aktarılmalıdır (Kahraman & Özdemir, 2015).
- Solunum salgılarıyla veya herhangi bir hastanın solunum salgılarıyla kirlenmiş nesneler ile temastan önce mutlaka eldiven giyilmelidir (Kahraman & Özdemir, 2015).
- Açık sistem aspirasyon kullanılıyorsa, steril tek kullanımlık bir kateter kullanılmalıdır (Ardehali, 2020).
- Hastalara periyodik aralıklarla sedasyon tatili yapılarak ventilatörden ayrılmaya uygunluğu değerlendirilmelidir (Yazıcı & Bulut, 2018).
- Tıbbi kontrendikasyon(lar) yoksa, mekanik ventilatöre bağlı hastalara 30-45º yarı yatar pozisyon verilmelidir (Güner & Kutlutürkan, 2020).
- Beslenme tüpünün uygun şekilde yerleştirildiğini rutin olarak kontrol edilmelidir (Kallet, 2019).
- Ventilatöre bağlı hastaların ağız temizliğinde klorheksidin içeren antiseptiklerin kullanımı uygundur (Sözkeş & Sözkeş, 2021).
- Ameliyat sonrası tüm hastalar derin nefes egzersizi yapmaya, yatakta hareket etmeye ve tıbbi olarak kontrendike olmadıkça yürümeye teşvik edilmelidir (Tablan et al., 2003).
- Pnömoni gelişimi açısından yüksek risk taşıyan postoperatif hastalarda spirometre kullanımını teşvik edilmelidir (Tablan et al., 2003).
- Nebülizasyon için kullanılan cihazların haznelerini doldurmak için yalnızca steril su kullanın. (Kanıt Düzeyi IA)

Çizelge 3. Enfeksiyonların Önlenmesinde Kanıta Dayalı Örnek Araştırmalar

Yazar-Yıl	Ülke	Araştırma Tipi	Örneklem	Yöntem	Sonuç
Schweiger et al., (2020)	İsviçre	Randomize olmayan, çok merkezli müdahale çalışması	25.880 hasta	Katater ilişkili üriner sistem enfeksiyonlarını önlemek için müdahale paketi oluşturulmuş olup müdahale öncesi ve sonrası enfeksiyon oranları değerlendirilmiştir.	Müdahale paketi, kateter kullanımını ve enfeksiyon dışı komplikasyonları azaltırken, endike üriner kateterlerin ve günlük değerlendirmelerin oranını artırmıştır. Enfeksiyon oranı çok düşük bir seviyede olsa da sabit kalmıştır.
Elhamed et al., (2025)	Mısır	Yarı deneysel	50 hasta	Kontrol grubu rutin hemşirelik bakımı alırken, müdahale grubu kanıta dayalı	Kanıta dayalı kılavuz eğitimi müdahale grubunda kontrol grubuna (%64) kıyasla kateterle ilişkili idrar

				kılavuzlara uygun bakım almıştır.	yolu enfeksiyonu oluşumunu (%24) önemli ölçüde azaltmıştır.
Henry, (2018)	ABD	Sistematik derleme	20 çalışma	Veri tabanlarından 2018-2023 arası yayınlar taranmış ve 15 makale belirlenen kriterlere göre seçilmiştir. Seçilen çalışmaların bulguları sistematik şekilde karşılaştırılmıştır.	* El yıkama protokolü uygulaması sonrası: Katater İlişkili Enfeksiyon (KİE) oranı: %38 düşüş (9.1 → 5.6 / 1.000 gün) Kateter kullanım süresi azaldı: 5.190 → 4.992 gün * Hemşire odaklı kateter çıkarma protokolü uygulaması sonrası: Kateter kullanım oranı: %37.6 → %27.7 KİE oranı: %0.77 → %0.35
Galiczewski , (2016)	ABD	İntegratif (bütünleştirici) derleme	14 çalışma	PubMed, Cochrane Review, CINAHL veri tabanları üzerinden 1998-2014 yılları arası üriner katater enfeksiyonunu önleme konusunda ≥18 yaş bireyler ile yapılmış orijinal çalışmalar dahil edilmiştir.	Günlük hatırlatma sistemleri ile katater ilişkili enfeksiyon (KİE) oranları %48'e kadar azaldı. Kateter kullanım süresi ortalama 7 günden 4.6 güne indirildi. Silver-hydrogel kateter kullanımı ile KİE oranı %45 azaldı.
Chi et al., (2024)	Çin	Prospektif	2018: 3.021 hasta 2019: 3.276 hasta 2020: 2.364 hasta 2021: 2.607 hasta Toplam: 11.268 hasta	Araştırmacılar, katater ilişkili enfeksiyonu önlemeye yönelik en iyi kanıta dayalı uygulamaları belirlemek için profesyonel dernekler, kılavuzlar ve veri tabanlarını incelemişlerdir.	Katater ilişkili enfeksiyon oranları, 2018'de 2,98‰ (9/3.021), 2019'da 1,83‰ (6/3.276), 2020'de 1,69‰ (4/2.364) ve 2021'de 0,38‰ (1/2.607) olarak raporlanmıştır. Bu veriler, geliştirilen kanıta dayalı protokollerin YBÜ'de

				SVK yerleştirme ve bakımına ilişkin kontrol listeleri oluşturulmuştur. Ocak 2018'den Aralık 2021'e kadar YBÜ'deki enfeksiyon oranları aylık olarak toplanmıştır.	katater ilişkili enfeksiyon oranlarını azaltmada etkili olduğunu göstermektedir.
Xu et al., (2024)	Avustu ralya	Sistematik inceleme ve meta analiz	46 çalışma	Farklı pansuman ve sabitleme yöntemlerinin etkinliğini karşılaştırmak amacıyla bir sistematik derleme ve ağ meta-analizi gerçekleştirmiştir. Bu analizde, klorheksidin glukonat emdirilmiş pansumanlar, poliüretan pansumanlar ve diğer sabitleme cihazları gibi çeşitli yöntemler incelenmiştir.	Klorheksidin glukonat emdirilmiş pansumanlar, SVK uygulanan hastalarda enfeksiyon oluşumu ve kateter ucu kolonizasyonunu önlemede etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.
Catho et al., (2023)	İsviçre	Kohort çalışması	574 hasta	Ocak 2017 ile Aralık 2020 tarihleri arasında YYBÜ'ye kabul edilen ve en az bir santral intravasküler kateter takılan tüm yenidoğanlar çalışmaya dahil edildi. Farklı kateter tipleri arasında KABSİ riskini belirlemek için marjinal Cox modeli kullanılmıştır.	Venöz umblikal kateteri, arteriyel umblikal kateteri ve PICC'si olan yenidoğanlarda sırasıyla on yedi, dört ve dört katater ilişkili enfeksiyon tespit edildi. Özellikle düşük ve çok düşük doğum ağırlıklı yenidoğanlarda umblikal kateterin kalma süresini azaltmaya yönelik stratejiler, bu

					popülasyonda enfeksiyon insidansını azaltmada etkili olabilir.
Cruz et al., (2023)	Brezilya	Sistematik inceleme ve meta analiz	10 çalışma	Veriler Pubmed, Cochrane Library ve EMBASE'den elde edilmiştir. Yalnızca en az 48 saat mekanik olarak ventile edilen hastalar ve klorheksidinin herhangi bir dozaj formunu uygulayan randomize klinik çalışmalar dahil edilmiştir.	Oral Klorheksidin uygulaması VİP insidansını azaltmış ve tüm nedenlere bağlı mortalitede bir artış göstermemiştir.
Sözkeş & Sözkeş, (2021)	Türkiye	Randomize kontrollü çalışmaların analizi	7 çalışma	Klorheksidin'in VİP riski üzerindeki etkisinin randomize tek etkili meta karşılaştırmasını yapan randomize klinik çalışmaların analizi Klorheksidin (kontrol) ve Diş fırçalama (müdahale) arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ortalama farkları (MD), rölatif riskleri (RR) ve %95 güven aralıklarını (CI) belirlemek için Haenszel modeli kullanılmıştır.	Klorheksidin ile ağız bakımı + Diş fırçalama, tek başına Klorheksidin ile karşılaştırıldığında VİP oranlarını azaltmıştır. İlki (Klorheksidin + diş fırçalama) ayrıca mekanik ventilasyon süresini ve YBÜ kalış süresini azaltmış ancak YBÜ ölüm riskini azaltmamıştır.
Güner & Kutlutürkan, (2020)	Türkiye	Randomize kontrollü deneysel çalışma	60 hasta	Hastalar entübasyon gününde rastgele olarak <30°, 30° veya 45° baş yukarı pozisyonlarına yerleştirilmiş ve 5 gün boyunca takip	VİP gelişimi, sırasıyla <30°, 30° ve 45° baş yukarı pozisyon verilen hastaların %55'inde, %25'inde ve %20'sinde görüldü.

				edilmiştir. Çalışma süresince, endotrakeal aspirat kültürü ile mikrobiyolojik olarak doğrulanmış VİP gelişimi açısından değerlendirilmişlerdir.	Mekanik ventilasyona bağlı hastaların mümkün olduğunca 45°'lik yarı yatar pozisyonda tutulması, VİP gelişimini önlemede hedeflenmelidir. Tıbbi bir gereklilik olmadıkça, <30° sırt açısı kullanılmamalıdır.

7. SONUÇ

Bu çalışmada incelemiş olduğumuz üriner katater ilişkili idrar yolu enfeksiyonları, intravenöz katater ilişkili enfeksiyonlar ve ventilatör ilişkili pnömoni önlenebilir sağlık hizmeti ilişkili enfeksiyonlardır. Her türlü komplikasyon ve enfeksiyonun önlenmesinde ilk ve en önemli adım nitelikli personel yetiştirmektir. Girişimsel uygulamaları gerçekleştirecek tüm personel kanıta dayalı uygulamalar doğrultusunda eğitilmeli, kurumlarda standart uygulama adımlarını içeren protokoller geliştirilmeli ve personelin protokole uyumu periyodik olarak değerlendirilmelidir. Kurumlarca enfeksiyon kontrolü için sürveyans çalışmaları yapılmalı, sonuçlar şeffaf bir şekilde kamu ile paylaşılarak enfeksiyon kontrolü önlem paketlerinin oluşturulması ve geliştirilmesine katkıda bulunulmalıdır. Yine kurum bazında alınacak bir önlem olarak hemşire/hasta sayısına dikkat edilmeli, hemşireler iş yükü dikkate alınarak enfeksiyon kontrol uygulamaları konusunda desteklenmelidir.

KAYNAKÇA

1) National Center for Biotechnology Information. (n.d.). *Infection (Concept Id: C3714514)*. MedGen. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/medgen/811352 (Erişim: 18.04.2025)
2) Yoldaşcan, B. E. Enfeksiyon Hastalıkları Hemşireliği ve Epidemiyoloji. Reaksiyon Matbaacılık/Ankara, 2016
3) Erden, S., Akoğlu, C. A., & Belgin, B. (2024). Yoğun bakim ünitesinde sağlik hizmeti ilişkili enfeksiyonlarin önlenmesi ve hemşirelik uygulamaları. *Dental and Medical Journal-Review*, 6(1), 50-69.
4) Kurt, M., & Yazici, G. (2021). Yoğun bakım ünitesinde sık görülen sağlık hizmetiyle ilişkili enfeksiyonların önlenmesinde kanıta dayalı uygulamalar. *Türkiye Sağlık Araştırmaları Dergisi,* 2(3), 25-44.
5) Peker, K., & Peker, S. A. (2023). Yoğun Bakım Ünitelerinde Sağlık Hizmeti İlişkili Enfeksiyonlardan Korunma. *USCEH Dergisi,* 2(3), 16-25.
6) Görak, G., Savaşer, S., Yıldız, S. Bulaşıcı Hastalıklar Hemşireliği. Nobel Matbaacılık/İstanbul, 2018.
7) T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2024, Temmuz 3). Ulusal Sağlık Hizmeti İlişkili Enfeksiyonlar Sürveyans Ağı (USHİESA) Özet Raporu 2023.

https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/bulasici-hastaliklar-ve-erken-uyari-db/Dokumanlar/Raporlar/USHIESA_OZET_RAPOR_2023_03.07.2024.pdf (Erişim: 18.04.2025)

8) Yavuz Karamanoğlu, A. & Yavuz Van Giersbergen, M. (2023). Sağlık hizmeti ilişkili idrar yolu enfeksiyonunun önlenmesine yönelik kanıtlar ve uygulama önerileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.* 12(2), 209-819.
9) Gould, C. V., Umscheid, C. A., Agarwal, R. K., Kuntz, G., & Pegues, D. A. (2009). Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections 2009. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/infection-control/media/pdfs/Guideline-CAUTI-H.pdf (Erişim: 16.04.2025)
10) Dehghanrad, F., Nobakht-e-Ghalati, Z., Zand, F., Gholamzadeh, S., Ghorbani, M., & Rosenthal, V. (2019). Effect of instruction and implementation of a preventive urinary tract infection bundle on the incidence of catheter associated urinary tract infection in intensive care unit patients. *Electronic Journal of General Medicine*, *16*(2).
11) Tyson, A. F., Campbell, E. F., Spangler, L. R., Ross, S. W., Reinke, C. E., Passaretti, C. L., & Sing, R. F. (2020). Implementation of a nurse-driven protocol for catheter removal to decrease catheter-associated urinary tract infection rate in a surgical trauma ICU. *Journal of Intensive Care Medicine*, *35*(8), 738-744.
12) Dost, T., & Tosun, N. (2023). Periferik venöz katetere bağlı flebit gelişiminin önlenmesinde kanıta dayalı hemşirelik uygulamaları: Geleneksel derleme. *Turkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences,* 15(4).
13) Çelik, Ş., & Avşar, G. (2021). Periferik İntravenöz kateter Uygulamasında Hemşirelik Bakımı: Kanıta dayalı uygulamalar. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi,* 3(3), 177-182.
14) O'grady, N. P., Alexander, M., Burns, L. A., Dellinger, E. P., Garland, J., Heard, S. O., ... & Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC)(Appendix 1). (2011). Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *Clinical infectious diseases*, *52*(9), e162-e193.
15) Marschall, J., Mermel, L. A., & Fakih, M. (2014). Society for healthcare Epidemiology of America. *Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals*, 2014.
16) Hastane İnfeksiyonları Derneği (HİDER). (2019). *Damar erişimi rehberi*. https://www.hider.org.tr/global/Dernek_Kilavuzlari/HID_Damar%20Erisimi%20Rehberi_2019.pdf (Erişim tarihi: 18.05.2025)
17) Wang, H., Huang, T., Jing, J., Jin, J., Wang, P., Yang, M., ... & Shen, H. (2010). Effectiveness of different central venous catheters for catheter-related infections: a network meta-analysis. *Journal of Hospital Infection*, *76*(1), 1-11.
18) Timsit, J. F., Baleine, J., Bernard, L., Calvino-Gunther, S., Darmon, M., Dellamonica, J., ... & Maxime, V. (2020). Expert consensus-based clinical practice guidelines management of intravascular catheters in the intensive care unit. *Annals of intensive care*, *10*, 1-26.
19) Oner Cengiz, H., & Kanan, N. (2019). The effectiveness of training given to nurses for reducing ventilator-associated pneumonia in intensive care patients. *Developments in Health Sciences*, *2*(2), 36-45.

20) Tablan, O. C., Anderson, L. J., Besser, R., Bridges, C., & Hajjeh, R. (2003). Guidelines for preventing health-care–associated pneumonia, 2003: Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/infection-control/media/pdfs/Guideline-Healthcare-Associated-Pneumonia-H.pdf (Erişim: 16.04.2025)
21) Kahraman, B. B., & Özdemir, L. (2015). Ventilatör İlişkili Pnömoninin Önlenmesinde Nonfarmakolojik Yaklaşımlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, *8*(3), 209-213.
22) Yazici, G., & Bulut, H. (2018). Efficacy of a care bundle to prevent multiple infections in the intensive care unit: A quasi-experimental pretest-posttest design study. *Applied Nursing Research*, *39*, 4-10.
23) Ardehali, S. H., Fatemi, A., Rezaei, S. F., Forouzanfar, M. M., & Zolghadr, Z. (2020). The effects of open and closed suction methods on occurrence of ventilator associated pneumonia; a comparative study. *Archives of academic emergency medicine*, *8*(1), e8.
24) Kallet, R. H. (2019). Ventilator bundles in transition: from prevention of ventilator-associated pneumonia to prevention of ventilator-associated events. *Respiratory care*, *64*(8), 994-1006.
25) Schweiger, A., Kuster, S. P., Maag, J., Züllig, S., Bertschy, S., Bortolin, E., ... & Marschall, J. (2020). Impact of an evidence-based intervention on urinary catheter utilization, associated process indicators, and infectious and non-infectious outcomes. *Journal of Hospital Infection,* 106(2), 364-371.
26) Zurmehly, J. (2018). Implementing a nurse-driven protocol to reduce catheter-associated urinary tract infections in a long-term acute care hospital. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, *49*(8), 372-377.
27) Abd-Elhamed, A. G., Mahran, G. S. K., Altayeb, A. A., khamies Mohamed, N., & Hussien, A. A. (2025). Maintaining prevention focus: Effect of evidence-based guidelines in reducing catheter-associated urinary tract infections among critically ill children, A quasi-experimental study. *Journal of Neonatal Nursing*, 31(3), 101661.
28) Henry, M. (2018). Evaluation of evidence-based practice of catheter associated urinary tract infections prevention in a critical care setting: An integrative review. *Journal of Nursing Education and Practice*, 8(7), 22-30.
29) Galiczewski, J. M. (2016). Interventions for the prevention of catheter associated urinary tract infections in intensive care units: an integrative review. *Intensive and Critical Care Nursing,* 32, 1-11.
30) Chi, X. W., He, R., Wu, X. H., Wu, L. J., Yang, Y. L., & Huang, Z. (2024). Development of best evidence-based practice protocols for central venous catheter placement and maintenance to reduce *CLABSI. Medicine,* 103(27), e38652.
31) Xu, H., Hyun, A., Mihala, G., Rickard, C. M., Cooke, M. L., Lin, F., ... & Ullman, A. J. (2024). The effectiveness of dressings and securement devices to prevent central venous catheter-associated complications: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 149, 104620.
32) Catho, G., Mangeret, F. R., Sauvan, V., Chraïti, M. N., Pfister, R., Baud, O., ... & Buetti, N. (2023). Risk of catheter-associated bloodstream infection by catheter type in a neonatal

intensive care unit: a large cohort study of more than 1100 intravascular catheters. *Journal of Hospital Infection,* 139, 6-10.

33) Cruz, J. C., Martins, C. K., Piassi, J. E. V., Júnior, I. G., Junior, J. S., & Faverani, L. P. (2023). Does chlorhexidine reduce the incidence of ventilator-associated pneumonia in ICU patients? A systematic review and meta-analysis. *Medicina Intensiva,* 47(8), 437-444.

34) Sozkes, S. & Sozkes, S. (2023). Use of toothbrushing in conjunction with chlorhexidine for preventing ventilator-associated pneumonia: A random-effect meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Dental Hygiene,* 21(2), 389-397.

35) Güner, C. K. & Kutlutürkan, S. (2022). Role of head-of-bed elevation in preventing ventilator-associated pneumonia bed elevation and pneumonia. *Nursing in Critical Care,* 27(5), 635-645.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

HEMŞİRELİKTE KANITA DAYALI UYGULAMALAR: ENGELLER VE KOLAYLAŞTIRICILAR

Yüksek Lisans Öğrencisi Hatice ÇAKMAK[1], Prof. Dr. Feride TAŞKIN YILMAZ[2]

[1]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
haticecakmak205@gmail.com, 0009-0006-8970-8495

[2]Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
feridetaskinyilmaz@subu.edu.tr, 0000-0003-0568-5902

ÖZET

Kanıta dayalı uygulamalar birçok disiplinde olduğu gibi hemşirelik için de oldukça önemli bir yere sahiptir. Kanıta dayalı bakım uygulamaları ülkemizde 2000'li yıllardan sonra hemşirelikte gündeme gelmiş ve ilgi çekmiştir. Kanıta dayalı bakım sağlık hizmeti kalitesinin ve hasta güvenliğinin artırılması amacıyla geçerli araştırma kanıtlarının toplanması, en iyi araştırma kanıtlarının klinik uzmanlıkla, hastanın tercihleri ve değerleriyle bütünleştirilerek karar vermeye yönelik bir problem çözme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda kanıta dayalı bakım uygulamalarının hemşireler, kurumlar ve hastaneler açısından pek çok yararı bulunmaktadır. Ancak kanıta uygulamaların uygulamalar ilgili engeller de mevcuttur ve bu engeller uygulama bilgisinin pratiğe geçişine engel olmaktadır. Bu çalışmada amaç kanıta dayalı uygulamaların yararları, bu uygulamalarla ilgili engeller ve kolaylaştırıcıları incelemek ve belirlemektir. Literatür ışığında, kanıta dayalı bakım uygulamaları ile ilgili engeller araştırma ile ilgili, hemşire ile ilgili, kurumsal engeller ve hemşirelik mesleğiyle ilgili olarak gruplandırılabilmektedir. Bununla birlikte, Kanıta dayalı uygulamalarla ilgili kolaylaştırıcı ve destekleyici faktörler de mevcuttur. Tüm bu kolaylaştırıcı faktörler ile hemşirelik bakımında kanıta dayalı uygulamalar yaygınlaşmalı ve engeller belirlenip çözüm yolu üretilerek bakımda standardize, yenilikçi uygulamalara öncelik verilmelidir.

Anahtar kelimeler: Kanıta dayalı bakım, sağlık, hemşirelik

EVIDENCE-BASED PRACTICES IN NURSING: BARRIERS AND FACILITATORS

ABSTRACT

Evidence-based practices have a very important place in nursing as in many disciplines. Evidence-based care practices have come to the fore in nursing in our country after the 2000s and have attracted attention. Evidence-based care is defined as a problem-solving approach aimed at collecting valid research evidence in order to increase the quality of healthcare services and patient safety, and integrating the best research evidence with clinical expertise, patient preferences and values to make decisions. In this context, evidence-based care practices have many benefits for nurses, institutions and hospitals. However, there are also barriers related to the implementation of evidence-based practices, and these barriers prevent the transition of practice knowledge into practice. The aim of this study is to examine and determine the benefits of evidence-based practices, barriers and facilitators related to these practices. In the light of the literature, barriers related to evidence-based care practices can be grouped as research-related, nurse-related, institutional barriers and nursing profession-related. However, there are also facilitating and supporting factors related to evidence-based practices. With all these facilitating factors, evidence-based practices in nursing care should become widespread and priority should be given to standardized, innovative practices in care by identifying obstacles and producing solutions.

Keywords: Evidence-based care, health, nursing

1. GİRİŞ

Kanıta dayalı tıp kavramı 1970'li yıllarda ilk kez Dr. Cochrane tarafından ortaya konmuştur. Son 20 yıldan bu yana ise kanıta dayalı hemşirelik ve Kanıta dayalı uygulama kavramı gelişmeye başlamıştır (Uysal & Düzkaya,2013). Kanıta dayalı bakım kavramı sağlık hizmetlerinin kalitesinin artırılması, hasta güvenliğinin artırılması amacıyla geçerli araştırma kanıtlarının toplanması, en iyi araştırma kanıtlarının klinik uzmanlıkla, hastanın tercihleri ve değerleriyle bütünleştirilerek karar vermeye yönelik bir problem çözme yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Evcili ve Kaya, 2023).

Kanıta dayalı uygulamalar, pek çok disiplin gibi hemşireliğin de son yıllarda yakından ilgilendiği bir konu haline gelmiştir. Hemşirelikte kanıta dayalı uygulama kavramı sağlık bakımının; hastanın rapor ettiği, hemşirenin gözlemlediği ve araştırma sonuçlarından elde edilen önemli ve uygulanabilir özellikteki kanıtların toplanması, yorumlanması ve entegrasyonu yoluyla verilmesi olarak belirtilmektedir (Şenyuva,2016). Hemşirelik bakımının bilimselliği açısından kanıta dayalı hemşirelik yaklaşımları oldukça önemlidir. Buna rağmen hemşirelerin kanıta dayalı bakım uygulamalarında çeşitli engellerle karşılaştıkları bildirilmektedir (Mathieson ve ark., 2018). Tüm bu engellere rağmen günümüzde kanıta dayalı uygulamaların araştırılması, geliştirilmesi, uygulanması ve desteklenmesi açısından

kolaylaştırıcılar da mevcuttur. Bu derlemede kanıta dayalı bakım uygulamalarının yararları, uygulamalar önündeki engeller, kolaylaştırıcı ve destekçiler literatür ışığında incelenmiştir.

2. KANITA DAYALI HEMŞİRELİK

Hemşirelikte kanıta dayalı uygulamalar, yeni bir uygulama olarak görülmesine rağmen hemşirelik alanında ilk girişimler, Kırım Savaşı asker mortalitesini gözlemlediği çalışmalarla Florence Nightingale tarafından atılmıştır (Youngblut ve Brooten 2001). Kanıta dayalı hemşirelik kavramı ilk olarak Kanada, ABD, İngiltere ve Avustralya gibi gelişmiş ülkelerde tartışılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ise kanıta dayalı uygulama konusu ilk kez 2000 yılında gündeme gelmeye başlanmıştır (Yılmaz ve ark, 2019). 2000'li yıllardan sonra kanıta dayalı hemşirelik hakkında çeşitli araştırma ve derleme makaleler yayınlanmıştır (Çopur ve ark, 2015). Daha sonra ise ülkemizde kanıta dayalı uygulama kavramının hemşirelik yönetmeliğine de girdiği görülmüştür. Yönetmelikte, "Hemşirelerin görev ve sorumluluklarından birisi de, bireyin, ailenin ve toplumun her ortamda hemşirelik girişimleri ile karşılanabilecek sağlıkla ilgili gereksinimlerini belirlemek ve hemşirelik tanılama süreci kapsamında belirlenen gereksinimler çerçevesinde hemşirelik bakımını kanıta dayalı olarak planlamak, uygulamak, değerlendirmek ve denetlemektir" ifadesi kullanılmıştır, bu bağlamda hemşirelere kanıta dayalı uygulamalar ile ilgili sorumluluk tanımlanmıştır. (T.C Sağlık Bakanlığı, Hemşirelik Yönetmeliği, 8 Mart 2010).

Kanıta dayalı hemşirelik koordineli bir çalışma gerektirmektedir. Kanıta dayalı hemşirelik, deneyimlere dayalı kararlardan kanıta dayalı kararlara almaya geçiştir. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde sık kullanılan kanıta dayalı sağlık bakımı hemşireliğin araştırmaya dayalı bir meslek olma zorunluluğunu vurgulamaktadır (Baran ve ark, 2020). Kanıta dayalı uygulamalar sağlık hizmeti için oldukça önemlidir. Kanıta dayalı hemşirelik koordineli bir çalışma gerektirmektedir. Klinisyen hemşirelerin ve araştırmacıların iş birliği içinde olması yüksek düzeyde kanıt elde edilmesinde oldukça önemlidir (Akçoban, S.). Yoo ve ark.'larının yaptığı çalışmada hemşirelerin bireysel olarak kanıta dayalı uygulamaları gerçekleştirme çabalarının önemi olsa da her şeyden önce hemşirelik örgütü düzeyinde KDU'yu hazırlamak ve desteklemek için bir örgütsel kültür oluşturma çabalarının gerekliliği vurgulanmıştır (Yoo ve ark., 2019).

3. KANITA DAYALI BAKIM UYGULAMALARININ YARARLARI

Genel olarak, kanıta dayalı uygulamalar sağlık çalışanlarının güncel kalmasına, hastanın gereksinim ve tercihlerini de göz önünde bulundurarak etkili klinik kararlar alınmasına yardımcı olan bir süreçtir (Ashktorab ve ark., 2015). Kanıta dayalı bakım uygulamaların hastalar, hemşireler ve kurumlar açısından pek çok yararı bulunmaktadır. Kanıt temelli uygulamaların sayesinde hemşireler kendi bilgi birikimini kullanarak doğru karar verebilir, elde edilen güvenilir kanıtları hangi hastaya nasıl uygulayacağını bilebilir, hastaya özgü bakım hizmeti sunabilir ve uzun vadede bakıldığında hemşirelik mesleğinin gelişimine katkı sunabilirler (Can ve Özdemir, 2023). Ayrıca, kanıta dayalı ugulamalar hemşirelerin kendilerini güncellemelerine katkı veren bir süreçtir. Kanıta dayalı uygulamalar sağlık maliyetlerini ve

klinik uygulamadaki değişkenliği azaltmaya yardımcı olur, hemşirelik bakımı uygulamalarının kalitesini arttırır (Doğan ve arkadaşları, 2021). Yılmaz ve arkadaşlarının (2019) yaptığı çalışmada, kanıta dayalı uygulamaların hemşirelik bakımının kalitesini artırdığı, bakımı standardize ettiği, hasta memnuniyetini arttırdığı belirtilmiştir. Baran ve arkadaşlarının (2020) yaptığı bir çalışmada da, kanıta dayalı uygulamaların yararları olarak, uygulamalara yenilik getirmek, hemşirelik bakımında farklılıkları azaltmak olarak sıralanmıştır.

4. KANITA DAYALI BAKIM UYGULAMALRINDA ENGELLER

Hemşirelerin kanıta dayalı uygulama yapma sorumluluğunun yönetmelikte tanımlanması, eğitim programlarında ve bilimsel toplantılarda kanıta dayalı uygulamaların önemine yer verilmesi farkındalığı artırmıştır. Ancak bu durum kanıta dayalı hemşireliğin kolaylıkla uygulanacağı anlamına gelmemektedir. Literatürde, kanıta dayalı uygulamaların gerçekleştirilmesinin çok karmaşık ve yavaş bir süreç olduğunu belirtilmektedir (Ayhan ve ark, 2015). Bununla birlikte literatür ve klinik incelendiğinde kanıta dayalı uygulamalar için pek çok engelle karşılaşıldığı görülmüştür. Kanıta dayalı bakım vermenin önündeki engeller; araştırma ile ilgili engeller, hemşire ile ilgili engeller, kurumsal engeller ve hemşirelik mesleğiyle ilgili engeller olarak gruplandırılmaktadır (Kahveci Ceylan ve Mete, 2023).

4.1. Araştırma ile ilgili engeller:

Araştırma sonuçlarının uygulamaya geçirilmesinde olanakların yetersiz olması, sağlık kurumlarındaki kütüphanelerde hemşirelik dergilerinin eksik olması olarak sıralanabilir (Çopur ve ark., 2015). Akçoban'ın (2023) yaptığı bir çalışmada araştırma ile ilgili engeller araştırma sonuçlarını okumaya zaman bulamama, iş yoğunluğu ve iş yoğunluğuna bağlı araştırmaları geri plana atma, yapılan çalışmaların klinik uygularda kullanılacağına inanmama, araştırma sonuçlarına hangi şekilde, nasıl ve hangi yöntemler kullanılarak ulaşılacağını bilememe, Araştırmaları tartışma konusunda yetersiz güven duygusunun varlığı olarak sıralanmıştır.

4.2. Hemşire ile ilgili engeller:

Hemşirelerin kanıta dayalı uygulamalar karşısında hem kişisel hem de örgütsel açıdan birçok engel vardır. Bireysel olarak, hemşirelerin araştırma değerlendirme becerilerinin eksik olması, hemşirelerin araştırmaları tartışacak akademik ortamdan izole edilmiş olması, değişiklikleri kabul edebilmek için güven eksikliğinin olması hemşirelerin kanıta dayalı uygulamalar karşısındaki en önemli engelleridir (Çopur ve ark., 2015). Çoğu hemşire ve öğrenci araştırmalara nasıl ulaşacağını, literatür taramasının nasıl yapılacağını, hangi veri tabanlarını ne şekilde kullanılacağını ve ulaştığı kaynakların kanıt düzeyinin ne olduğunu bilmemektedir (Can ve Özdemir, 2023). Çerçer ve arkadaşlarının (2023) yaptığı çalışmada ise kurumsal hiyerarşide hemşirelerin karar alma mekanizmalarında yeterince yer almaması engel olarak belirtilmiştir.

4.3. Kurumsal Engeller:

Kanıta dayalı bakımın uygulanabilmesinde kurum yaklaşımı önemlidir. Çopur ve arkadaşlarının (2015) yaptığı bir çalışmada hemşireler, kanıta dayalı bakım uygulaması için

destek sistemlerinin olmadığını ve yöneticiler arasında kanıta dayalı bakım uygulaması ile ilgili bir bakışı olmayan kişilerin olmasının etkisi üzerinde durmuşlardır. Ayrıca hemşirelerin hasta bakımındaki değişiklikleri uygulama konusunda, yetki ve özerkliğe sahip olduklarına ilişkin inanç oluşturmada örgütsel desteğin yeterince verilmediği ve bunun önemli olduğu belirtilmiştir (Çopur ve arkadaşları, 2015).

4.4.Hemşirelik mesleğiyle ilgili engeller:

Hemşirelerin ağır çalışma şartlarının olması nedeniyle kanıta dayalı bakımı uygulayacak zamanlarının olmaması olarak belirtilmiştir (Çopur ve arkadaşları, 2015). Odak grup çalışması şeklinde 31 hemşirenin katılımı ile yürütülen bir çalışmada, hemşirelikte kanıta dayalı uygulamanın uygulanmasında karşılaşılan engellere ilişkin ortaya çıkan başlıca kategorilerin lojistik destek eksikliği, verilere erişim zorluğu, hemşirelerin bilgi ve tutumlarının yetersizliği, işin niteliği, karar alma süreci ve alınan kararların güvence altına alınmasının imkansızlığı şeklinde belirlenmiştir (Pitsillidou ve ark, 2023).

5. KANITA DAYALI BAKIM UYGULAMALARI İLE İLGİLİ KOLAYLAŞTIRICILAR

Günümüzde internet vb. aracılığı ile bilimsel kaynaklara kolayca ulaşabilmek kanıta dayalı uygulamalar için en önemli kolaylaştırıcılardandır. Bunun yanı sıra hemşirelik lisans ve lisansüstü eğitim programlarında kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarının öğretimi ve projeler geliştirilmesine fırsat sağlayacak biçimde düzenlemeler yapılması da oldukça önemlidir. Elsheikh ve arkadaşlarının (2023) yayınladığı bir yazıda sağlık çalışanlarını Kanıta dayalı uygulamaya teşvik etmenin yanı sıra bilgi ve kanıta dayalı karar verme becerilerini geliştirmek için her yıl uzun vadeli veya kısa vadeli kurslar düzenlemek teşvik edici bir faktör olarak belirlenmiştir Daştan ve Hintistan'ın (2018) yaptığı bir çalışmada, hizmet içi eğitimler verilmesi, klinik araştırmaların anlaşılabilir ifadelerle tanıtılması, kurum yöneticilerinin araştırma yapma ve sonuçlarını kullanma konusunda hemşireleri teşvik etmesi, hemşirelerin bilimsel etkinliklere katılımı için daha fazla kurumsal destek sağlanması kanıta dayalı uygulamaları destekleyiciler olarak önerilmiştir. Baran ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışmada kongre, sempozyum ve kurslar düzenlenmesi, Younas ve arkadaşlarının (2020) yaptığı çalışmada ise hemşirelerin araştırma yapması için yönetimsel ve organizasyonel desteğin artması kolaylaştırıcı faktör olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1: Kanıta dayalı bakım uygulamaları ile ilgili engeller ve kolaylaştırıcılar araştırma makale örnekleri

Çalışma Ekibi	Ülke	Örneklem	Ölçüm aracı	Elde edilen bulgular (Sonuç)
Pitsillidou et al, 2021	Kuzey kıbrıs	302 hemşire	• Barriers Scale (Engeller Ölçeği) • Araştırma Kullanımında Karşılaşılan Engeller Ölçeği (Barriers to the Research Utilisation Scale)	Hemşirelere göre, kanıta dayalı uygulamanın uygulanmasındaki en büyük engel, bakım prosedürlerini değiştirme yetkisine/gücüne sahip olmamalarıdır (%83,8), bunu takip eden ise, sonuçların hemşirelerin ortamına uygulanabilir olmadığı görüşüdür (%81,5).
Aygun ve Yıldırım, 2021	Türkiye	202 hemşire	• Kanıta Dayalı Hemşireliğe Yönelik Tutum Ölçeği	Araştırmaya katılan hemşirelerin kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumlarının olumlu yönde olduğu saptanmıştır. Hemşirelerin yaş, eğitim durumu, çalıştıkları birim, yaşanılan yer, mesleki yayın okuma değişkenlerinin kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumlarında etkileyen faktörler olduğu belirlenmiştir.
Demir ve ark, 2012	Türkiye	82 hemşire	• Hemşirelik Araştırmalarından Yararlanmada Engeller Ölçeği	Hemşirelik Araştırmalarından Yararlanmada Engeller Ölçeği'ne göre hemşirelerin algıladıkları en önemli engellerin "zaman, işbirliği ve bireysel otorite eksikliği" olduğu belirlenmiştir. Hemşireler için, araştırmaların uygulanması ve sonuçlarının kullanılması için en önemli kolaylaştırıcı faktörler olarak yönetimsel destek sağlanması ve araştırma eğitimi verilmesini önerilmiştir.
Köse ve ark, 2023	Türkiye	335 hemşire	• Bilimsel Araştırmaya Yönelik Tutum Ölçeği	Hemşirelerin bilimsel araştırmalara ve kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumlarının olumlu yönde olduğu görülmüştür. Lise mezunu olan, çalışma yılı fazla olan, klinik

			• Kanıta Dayalı Hemşireliğe Yönelik Tutum Ölçeği	hemşiresi olarak çalışan, dergi okumayan, bilimsel toplantılara katılmayan ve hemşirelikte araştırma yapmayan hemşirelerin araştırmalara yönelik olumsuz tutumlarının yüksek olduğu belirlenmiştir.
Daştan ve Hintistan, 2018	Türkiye	64 hemşire	• Kanıta Dayalı Hemşireliğe Yönelik Tutum Ölçeği	Dahiliye kliniklerinde çalışan hemşirelerin kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumları orta düzeydedir ve geliştirilmeye gereksinimi vardır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kanıta dayalı uygulamaların hasta, hemşire ve kurumlara pek çok yararı bulunmaktadır. Hasta bakım kalitesinin artması, hemşirelik mesleğinin gelişmesi, doğru karar verme, bilgilerin güncel tutulması, sağlık maliyetlerini azaltma, bakımı standardize etme, uygulamalara yenilik getirme, hasta memnuniyetinin artması olarak sıralamak mümkündür. Bunun yanı sıra kanıta dayalı uygulamalar ile ilgili mesleki ya da kurumsal çeşitli engeller bulunmaktadır. Bu engellere ek olarak, benzer şekilde mesleki ve bilimsel kolaylaştırıcılar da bulunmaktadır. Kanıta dayalı bakım uygulamalarının yaygınlaştırılabilmesi amacıyla kolaylaştırıcıların arttırılması ve desteklenmesi önemlidir. Ayrıca, kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarında, hemşirelerin araştırma yaparak kendilerini geliştirmesi, lisansüstü hemşire sayısının artırılması, kurumların kanıta dayalı uygulamalara önem vermesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

1. Akçoban, S., (2023). Hemşirelikte kanıta dayalı uygulamalara (Translasyonel Hemşirelik) genel bakış. *Sağlık Bilimleri Araştırmaları* (pp.35-43), Gaziantep: Özgür Yayınları.
2. Aygun, O., & Yıldırım, M. (2021). Hemşirelerin kanıta dayalı uygulamalara yönelik tutumları: tanımlayıcı bir çalışma. Izmir Democracy University Health Sciences Journal, 4(3), 327-338. https://doi.org/10.52538/iduhes.1033115. (Erişim tarihi:28.04.2025)
3. Ashktorab T, Pashaeypoor S, Rassouli M, Alavi Majd H. (2015). Nursing students'competencies in evidence-based practice and its related factors. Nursing Midwifery Studies, 23047. Doi:10.17795/nmsjournal 23047. (Erişim tarihi:28.04.2025)
4. Aygun, O., & Yıldırım, M. (2021). Hemşirelerin kanıta dayalı uygulamalara yönelik tutumları: Tanımlayıcı bir çalışma. *Izmir Democracy University Health Sciences Journal*, *4*(3), 327-338.
5. Ayhan, Y., Kocaman, G., & Bektaş, M. (2015). Kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutum ölçeği"nin Türkçe'ye uyarlanması: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi*, 17(2/3), 21-35.
6. Baran, G. K., Atasoy, S., & Şahin, S. (2020). Hemşirelerin kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarına yönelik farkındalık ve tutumlarının değerlendirilmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 352-359.
7. Can, G., & Özdemir, F. A. (2023). Hemşirelikte kanıta dayalı bakım ve araştırma süreci. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, *5*(3), 245-252.
8. Ceylan, B. K., & Mete, M. (2023). Kanıta dayalı hemşirelik kavramı ve kanıt niteliği oluşturan durumlar. *Selçuk Üniversitesi Akşehir Meslek Yüksekokulu Sosyal Bilimler Dergisi*, (15), 121-132.
9. Çerçer, Z., Aydıngülü, N., Nazik, E., & Arslan, S. (2023). Kadın hastalıkları ve doğum kliniklerinde çalışan ebe ve hemşirelerin araştırma sonuçlarını kullanma engelleri ve kolaylaştırıcıları. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, *6*(3), 709-718
10. Çopur, E. Ö., Kuru, N., & Seyman, Ç. C. (2015). Hemşirelikte kanıta dayalı uygulamalara genel bakış. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi*, *1*(2), 51-55.
11. Demir, Y., Ak, B., Bilgin, N. Ç., Efe, H., Albayrak, E., Çelikpençe, Z., & Güneri, N. (2012). Hemşirelik uygulamalarında araştırma sonuçlarının kullanımındaki engeller ve kolaylaştırıcı faktörler. *Çağdaş Tıp Dergisi,* 2(2), 94-101.

12. Daştan, B., & Hintistan, S. (2018). Dahiliye kliniklerinde çalışan hemşirelerin kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumlarının belirlenmesi: Kırsal bölge örneği. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi, 1*(1), 1-9.
13. Doğan, E. S., Cin, A., Demirağ, H., & Uçan, M. F. (2021). Hemşirelerin kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarına yönelik tutumlarının incelenmesi. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, *5*(2), 612-622.
14. Elsheikh R, Le Quang L, Nguyen NQT, Van PT, Hung DT, Makram AM, Huy NT. Hemşirelik liderliğinin kanıta dayalı hemşirelik uygulamasını teşvik etmedeki rolü. J Prof. Hemşire. 48:93-98.
15. Evcili, F., & Kaya, D. (2023). Hemşirelerin kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumlarının belirlenmesi. *Institute of Health Sciences Journal, 8*(2), 179-184.
16. Köse, S., Çelik, A. S., & Kılıç, D. (2023). Hemşirelerin bilimsel araştırmalara ve kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumlarının ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, *6*(2), 329-339.
17. Mathieson, A., Grande, G., & Luker, K. (2019). Strategies, facilitators and barriers to implementation of evidence-based practice in community nursing: a systematic mixed-studies review and qualitative synthesis. *Primary Health Care Research & Development*, 20, e6.
18. Pitsillidou M, Roupa Z, Farmakas A, Noula M. (2021). Factors affecting the application and ımplementation of evidence-based practice in nursing. *Acta Inform Med,* 29(4), 281-287.
19. Pitsillidou M, Noula M, Roupa Z, Farmakas A. (2023). Barriers to the adoption of evidence based practice in nursing: a focus group study. *Acta Inform Med,* 31(4), 306-311.
20. Şenyuva, E. (2016). Hemşirelik eğitimi ve kanıta dayalı uygulamalar. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, *24*(1), 59-65.
21. Yılmaz, D., Düzgün, F., & Dikmen, Y. (2019). Hemşirelerin kanıta dayalı hemşireliğe yönelik tutumlarının incelenmesi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (4), 713-719.
22. Yılmaz, M., & Gürler, H. (2017). Opinions of nurses in relation to evidence-based practice. *Florence Nightingale Journal of Nursing*, *25*(1), 1-12.
23. Yoo JY, Kim JH, Kim JS, Kim HL, Ki JS. (2019). Clinical nurses' beliefs, knowledge, organizational readiness and level of implementation of evidence-based practice: The first step to creating an evidence-based practice culture. PLoS One. 14(12), e0226742.
24. Younas A. (2020). Identifying international barriers and facilitators to research utilization. Nursing, 50(7), 63- 67
25. Youngblut, J. M., Brooten, D. (2001). Evidence-based nursing practice: Why is it important? *AACN,* 12(4): 468-476

YOĞUN BAKIM, DELİRYUM, DEMANS YOLCULUĞU

Elif DEMİRAL[1], Assoc. Prof., Özlem DOĞU [2]

[1] Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü Fakülte,
elif.demiral@ogr.sakarya.edu.tr- ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-3521-5914

[2] Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü Fakülte,
ozlemdogu@sakarya.edu.tr- ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1256-2551

ÖZET

Bu derleme, yoğun bakım ünitelerinde (YBÜ) sık karşılaşılan iki nörokognitif bozukluk olan deliryum ve demansın klinik özelliklerini, tanısal zorluklarını ve yönetim stratejilerini kapsamlı biçimde ele almaktadır. Yoğun bakım ortamları, yalnızca fizyolojik açıdan kritik hastaların değil, aynı zamanda bilişsel olarak savunmasız bireylerin de bakımını içerir. Bu bağlamda, bilişsel durumdaki değişiklikler sıklıkla göz ardı edilmekte ya da yanlış değerlendirilmektedir. Deliryum; dikkat ve farkındalıkta ani, dalgalı seyirli bozulma ile karakterize iken, demans yavaş gelişen ve geri dönüşsüz bilişsel kayıplarla seyreden kronik bir bozukluktur. Ancak bu iki durum, yönelim bozukluğu, ajitasyon ve hafıza sorunları gibi benzer belirtiler gösterebildiğinden, özellikle daha önce kognitif değerlendirme yapılmamış yaşlı hastalarda ayırıcı tanı güçleşmektedir. Epidemiyolojik veriler, YBÜ hastalarında deliryum görülme sıklığının %24 ile %45 arasında değiştiğini ve mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda bu oranın belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Deliryum; hastanede kalış süresini uzatmakta, komplikasyon riskini artırmakta ve uzun vadede mortalite ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca, yoğun bakım sürecinde deliryum yaşayan hastalarda, hastaneden taburcu olduktan sonra demans gelişme riskinin anlamlı şekilde arttığı bildirilmektedir. Demansı olan bireylerde deliryum gelişme riski 2–5 kat daha fazladır. DSM-5 tanı ölçütleri ve CAM-ICU gibi yapılandırılmış değerlendirme araçları, doğru tanı koymada önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, hemşirelik uygulamalarında yaygınlaşan ABCDEFGH Paketi**,** deliryumu önleme ve yönetmede etkili, hasta odaklı bir yaklaşım sunmaktadır. Türkiye özelinde, YBÜ hastalarında demans prevalansına yönelik veri eksikliği dikkat çekicidir. Ancak yaşlanan nüfus ve artan yoğun bakım başvuruları, bu konuda daha fazla araştırma ve sağlık politikası geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu derleme, erken tanılama, sürekli kognitif izlem ve multidisipliner iş birliğinin, kritik bakım hastalarında nörokognitif sonuçları iyileştirmede temel bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hemşire, Yoğun Bakım, Deliryum, Demans

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

THE JOURNEY OF INTENSİVE CARE, DELİRİUM, AND DEMENTİA

Elif DEMİRAL[1], Assoc. Prof., Özlem DOĞU [2]

1 Sakarya University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Faculty Member, elif.demiral@ogr.sakarya.edu.tr – ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-3521-5914

2 Sakarya University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Faculty Member, ozlemdogu@sakarya.edu.tr – ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1256-2551

ABSTRACT

This review comprehensively addresses the clinical features, diagnostic challenges, and management strategies of delirium and dementia, two common neurocognitive disorders encountered in intensive care units (ICUs). Intensive care settings involve not only the management of physiologically critical patients but also the care of individuals who are cognitively vulnerable. In this context, changes in cognitive status are often overlooked or misinterpreted. Delirium is characterized by an acute and fluctuating disturbance in attention and awareness, whereas dementia is a chronic condition marked by slowly progressive and irreversible cognitive decline. However, due to overlapping symptoms such as disorientation, agitation, and memory impairment, differential diagnosis becomes particularly challenging in elderly patients without prior cognitive assessment. Epidemiological data indicate that the prevalence of delirium among ICU patients ranges from 24% to 45%, with significantly higher rates observed in those undergoing mechanical ventilation. Delirium is associated with prolonged hospital stays, increased risk of complications, and higher long-term mortality. Moreover, patients who experience delirium during intensive care have a significantly elevated risk of developing dementia after discharge. Individuals with pre-existing dementia are 2 to 5 times more likely to develop delirium. Structured diagnostic tools such as the DSM-5 criteria and the Confusion Assessment Method for the ICU (CAM-ICU) play a crucial role in accurate diagnosis. Additionally, the ABCDEFGH Bundle, which has gained traction in nursing practice, provides an effective, patient-centered approach to the prevention and management of delirium. In the context of Turkey, there is a notable lack of data on the prevalence of dementia among ICU patients. However, the aging population and increasing ICU admissions highlight the need for further research and the development of targeted health policies. This review emphasizes that early detection, continuous cognitive monitoring, and multidisciplinary collaboration are essential for improving neurocognitive outcomes in critically ill patients.

Keywords: Nurse, Intensive Care, Delirium, Demantia

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Konusu ve Önemi

Yoğun bakım üniteleri (YBÜ), kritik hastalıkların tedavi edildiği, hayati tehlike taşıyan durumların yönetildiği, ancak aynı zamanda karmaşık nörolojik komplikasyonların da sıklıkla görüldüğü ortamlardır. Bu komplikasyonların başında, genellikle geçici ancak ciddi etkiler yaratabilen ve sıklıkla gözden kaçan iki durum öne çıkmaktadır: deliryum ve demans. Bu iki durum benzer semptomlara sahip olabilir; ancak kökenleri, seyirleri ve yönetimleri farklıdır. Bu nedenle doğru ayrım yapmak, klinik sonuçlar açısından yaşamsal öneme sahiptir. Deliryum, ani başlangıçlı, dalgalı seyirli bir bilinç ve dikkat bozukluğu olarak tanımlanırken demans, yavaş ilerleyen, kalıcı kognitif gerilikle karakterize bir hastalıktır (Bölüktaş ve ark.,2015; Deniz ve ark., Özturan D,2018). Her iki bozuklukta da kognitif bozulma, yönelim kaybı, ajitasyon olabilir. Bu benzerlikler, özellikle önceden tanı almamış demans hastalarında deliryum tanısını zorlaştırır. Deliryum, demansı maskeleyebilir veya tam tersine yanlışlıkla demans sanılabilir (Katsumi ve ark., 2022). Yapılan birçok araştırmada, deliryum gelişen hastalarda hastanede, yoğun bakımda ve mekanik ventilasyonda kalış süresinin arttığı, buna bağlı olaraktan mortalite ve morbiditenin oranın da arttığı gösterilmiştir (Duvar Publishing, 2023). Deliryum, toplumdaki erişkinlerin %1'inde, acilde yatan hastaların %10'unda, terminal dönemdeki hastaların %40'ında ve hastanede yatan hastaların yaklaşık olarak yarısında görülmektedir. Demansı olan yatan hastaların %30'unda deliryum görüldüğü bildirilmiştir (Özel-Kızıl ve ark, 2017). Uluslararası çok merkezli yapılan sistematik derleme ve meta-analiz, 42 çalışmadan elde edilen verilerle, yoğun bakım ünitesine kabul edilen hastaların %31,8'inde deliryum tespit edilmiştir (Bölüktaş ve ark., 2015; Krewulak ve ark., 2018). YBÜ hastalarında demans gelişimi ise, önemli bir sağlık sorunu olup, özellikle yaşlı bireylerde daha yaygındır. Deliryum, depresyon ve inme gibi faktörler, demans gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, YBÜ hastalarının bilişsel durumlarının izlenmesi ve bu risk faktörlerinin yönetilmesi, demansın önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Wang ve arkadaşlarının yaptığı kohort çalışmasında; yoğun bakım ünitesinden kurtulan 3144 yaşlı kişiden, önceden var olan tıbbi ve nöropsikiyatrik risk faktörlerinden bağımsız olarak, deliryumu olan yoğun bakım hastalarında yoğun bakım sonrası demans riski, yoğun bakım deliryumu olmayanlara göre %60 daha yüksekti. Bu bulgular, YBÜ sonrası ortamda demans için potansiyel olarak değiştirilebilir risk faktörleri olabileceğini ve bu risk faktörlerinin YBÜ sonrası demans için etkisinin hastaneye yatıştan sonra en az 5 yıl devam ettiğini göstermektedir (Wang ve ark., 2024). Yoğun bakım ünitesinde yatan hastalarda demans prevalansına dair spesifik bir çalışma bulunmamaktadır. Yoğun bakım ünitesinde yatan hastaların genellikle daha ağır sağlık sorunları olan bireyler olduğu göz önüne alındığında, bu grupta demans prevalansının genel yaşlı popülasyona göre daha yüksek olabileceği düşünülebilir. Demansı olan bireylerde deliryum gelişme riski 2–5 kat daha fazladır (Fick ve ark., 2002). Deliryum tanınmazsa, hastada yanlışlıkla demans tanısı konabilir ve bu yanlış tanı, taburculuk sonrası bakım planını olumsuz etkiler (Han ve ark., 2010).

Türkiye'de YBÜ hastalarında demans prevalansı üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak, yaşlanan nüfus ve artan YBÜ yatışları göz önüne alındığında, bu konuda daha fazla araştırma yapılması önemlidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Deliryum Tanımı

Deliryum, başlı başına bir hastalık olarak değil, genellikle ani başlayan ve çeşitli nedenlere bağlı gelişen, bilinç, algı, düşünce süreçleri ile uyku-uyanıklık düzeninde dalgalanmalarla seyreden bir klinik tablo olarak tanımlanır (Inouye ve ark. 2013; Yılmazer Serbes ve ark., 2025). Bu durum özellikle bireyin dikkatini toplamada, dikkatini sürdürmede, çevresel uyaranlara karşı tepki verme ve yönelim sağlama gibi bilişsel becerilerinde bozulmalarla kendini gösterir (Trzepacz ve ark., 2008). Hızla gelişen organik bir mental bozukluk olan deliryum, sadece bilişsel işlevleri ve bilinç durumunu değil, aynı zamanda kişinin psikomotor aktivitelerini de olumsuz etkiler (J Geriatr Soc, 2015). Deliryum çoğu zaman demans ile karıştırılsa da ayırt edici özelliği genellikle ani ve kısa sürede gelişen bir tablo olmasıdır. Ayrıca ajitasyon ya da stupor gibi davranışsal belirtiler ve terleme, yüksek ateş, kalp çarpıntısı, sıvı kaybı gibi fiziksel bozukluklar da tabloya eşlik edebilir. Deliryumun yalnızca semptomatik yönleri değil, aynı zamanda hastanın ölüm riski (mortalite) ve hastalıkla yaşama durumu (morbidite) üzerinde de ciddi etkileri bulunmaktadır. Bu da toplumsal ve ekonomik açıdan önemli bir yük anlamına gelir. Bu yüzden sağlık çalışanlarının, özellikle hastaneye yatırılan tüm hastaları deliryum riski açısından değerlendirmesi büyük önem taşır. Deliryum gelişiminde birden fazla etiyolojik faktör rol oynamaktadır. Özellikle yoğun bakım ünitelerinde mekanik ventilatöre bağlı kalma, mevcut sistemik hastalıkların varlığı ve sayısı, farmakolojik ajanların kullanımı ile çevresel ve fiziksel koşullar gibi çeşitli unsurlar deliryumun görülme sıklığını etkilemektedir (Barr ve ark.,2013). Bu etmenlerin çeşitliliği, deliryumun farklı klinik alt tiplerle ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Literatürde deliryum; hiperaktif, hipoaktif ve mikst olmak üzere üç temel klinik formda sınıflandırılmaktadır (Trzepacz ve ark.,2008; Hüzmeli ve ark., 2023). **Hiperaktif deliryum**, ajitasyonun eşlik ettiği, hezeyan, sanrı ve halüsinasyon gibi psikotik semptomlarla karakterize bir tablodur (Trzepacz ve ark.,2008, J Geriatr Soc, 2015). **Hipoaktif deliryum**, hiperaktif tipe kıyasla daha yaygın görülmekle birlikte; letarji, konfüzyon ve sedasyonun ön planda olduğu, davranışsal belirtilerin silik olması nedeniyle çoğu zaman klinik ortamlarda tanı konulması güç olan bir formdur. Bu nedenle sıklıkla depresyon ile karıştırılabilmektedir (Trzepacz ve ark.,2008, J Geriatr Soc, 2015). **Mikst tip deliryum** ise, hiperaktif ve hipoaktif tiplerin özelliklerini bir arada barındıran, dalgalı bir klinik seyir gösteren form olarak tanımlanmaktadır (Trzepacz ve ark.,2008, J Geriatr Soc, 2015). Her ne kadar literatürde genel olarak bu üç deliryum alt tipi üzerinde durulsa da bazı hastalarda yalnızca bilişsel işlev bozukluğu ile seyreden ve motor semptomların gözlenmediği, "motor semptomu olmayan deliryum" olarak tanımlanan bir formun da mevcut olduğu bildirilmektedir.

2.2 Demans Tanımı

Demans, beyin işlevlerini etkileyen bir grup semptomun ortak adıdır ve genellikle doğrudan beyin kaynaklı hastalıkların bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu sendrom, başta hafıza, düşünme, yönelim, anlama, hesaplama, öğrenme kapasitesi, dil ve yargılama gibi üst düzey kortikal işlevlerde çoklu bozulmalarla karakterizedir (Krzych ve ark., 2020). Demans, etiyolojisine göre birincil (nörodejeneratif hastalıklar) ya da ikincil (vasküler bozukluklar veya enfeksiyonlar gibi bilinen nedenlere bağlı) olmak üzere sınıflandırılabilir. Ancak tüm demans türlerinde ortak özellik, nöronların ve nöronal bağlantıların kaybıdır (Nemutlu Samur, 2021). Birincil demans

türlerinde, sinir hücresi dejenerasyonunun nedeni çoğu zaman beyinde anormal protein birikimidir. Örneğin, Alzheimer hastalığında amiloid plakları, Lewy cisimcikli demansta ve Parkinson hastalığına bağlı demansta ise sinüklein proteinleri bu bozulmalara neden olur. Bu protein agregatları, Toll-benzeri reseptörler (TLR'ler) aracılığıyla mikroglia hücrelerinin aktivasyonuna ve inflamatuar yanıtın başlamasına yol açar. Bu süreç, hastalığın ilerleyici ve kronik yapısını destekleyen nöroinflamasyonun gelişimine katkı sağlar. Ancak merkezi sinir sisteminin yüksek bilişsel rezervi nedeniyle, nöronal kayıpların başlangıcı genellikle klinik olarak belirti vermez (Nemutlu Samur, 2021). İkincil demanslar ise farklı tıbbi durumların bir sonucu olarak ortaya çıkar. En yaygın nedeni serebrovasküler hastalıklar olup, özellikle santral sinir sistemini besleyen damarların ileri derecede aterosklerozu sonucu gelişir. Enfeksiyöz etkenler, özellikle viral ajanlar da ikincil demans nedenleri arasında yer alır (Nemutlu Samur, 2021). Demans, genellikle ilerleyici bir seyir izleyen, kronik bir klinik tablo olup bellek ve entelektüel kapasitede azalmayla birlikte, en az iki bilişsel işlevde (örneğin, konuşma, yönelim, hesaplama, soyut düşünme, yargılama, problem çözme) bozulma ile karakterizedir. Araştırmalara göre demans, 65 yaş üstü bireylerde %5, 80 yaş civarında ise %20 oranında görülmektedir. 2001 yılında dünya genelinde 24 milyon olarak tahmin edilen demans hasta sayısının, 2050 yılına kadar 81 milyona ulaşacağı öngörülmektedir (Demir, 2018; Akyar, 2011). "Demans" terimi Latince kökenli olup "de-mentia" yani “zihin kaybı” anlamına gelmektedir. Deliryum gibi, demans da birden fazla etyolojisi olan bilişsel bozulma ile karakterize bir sendromdur. Hafıza kaybına ek olarak yönelim bozukluğu, afazi, apraksi, agnozi, yürütücü işlevlerde bozulma, duygudurum ve davranış değişiklikleri, kişilikte farklılıklar ve psikotik belirtiler gibi semptomlar görülebilir. Ayrıca bu bireylerde günlük yaşam aktivitelerinde ciddi bozulmalar meydana gelir (Kızıl Özel ve ark., 2017).

2.3.Deliryum ve Demans Ayrımı

Deliryum ve demans, özellikle yaşlı bireylerde sık karşılaşılan, ancak ayırıcı tanısı çoğu zaman zor olan iki önemli nörokognitif bozukluktur. Klinik seyirleri, nedenleri ve tedavi yaklaşımları birbirinden farklı olmasına rağmen, özellikle ileri yaş grubunda bu iki durum sıklıkla bir arada görülebilir ve birbirleriyle karıştırılabilir. DSM-5 tanı kriterleri, her iki bozukluğun ayırt edilmesinde önemli bir referans sağlar. Ancak özellikle deliryum-süperimpoze *demans (DSD)* vakalarında tanı koymak klinik açıdan ciddi zorluklar doğurmaktadır (Kızıl Özel ve ark., 2017). DSM-5’e göre deliryum, saatler ila günler içinde gelişen, dikkat ve bilinçte bozulma ile karakterize akut bir sendromdur. Genellikle tıbbi bir duruma sekonder olarak gelişir. Belirtiler dalgalı seyir gösterir ve zaman içinde iniş çıkışlarla kendini belli eder. Bilinçte azalma, dikkat dağınıklığı, algı bozuklukları (özellikle görsel halüsinasyonlar), uyku-uyanıklık döngüsünde bozulmalar ve konuşma tutarsızlığı sık gözlenir (Volland ve ark., 2015). Buna karşılık demans (DSM-5’te major nörokognitif bozukluk), daha yavaş başlayan ve ilerleyici seyreden bir bozukluktur. Hafıza kaybı, yürütücü işlevlerde bozulma, dil, yönelim ve muhakeme gibi birçok bilişsel alanda gerileme ile karakterizedir. Demansta dikkat genellikle uzun süre korunur ve bilinç bozulmaz. Geri dönüşümsüz bir seyir gösterir (Volland ve ark., 2015).

Deliryum-süperimpoze demans (DSD), demansı olan bireylerde gelişen deliryum tablosudur. Demansın varlığı deliryumun tanınmasını zorlaştırır çünkü zaten mevcut olan bilişsel bozulmalar,

deliryuma özgü belirtilerle örtüşebilir. Bu durum, tanıda belirsizliklere yol açmakta ve sağlık hizmeti sunucuları tarafından sıklıkla gözden kaçmaktadır (Kuas, 2022). DSD'nin tanılamasında başarısızlık; hastanede kalış süresinin uzaması, işlevsel gerileme, morbidite ve mortalite artışı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, demansı olan bireylerde yeni başlayan dikkat ve bilinç bozuklukları mutlaka deliryum açısından değerlendirilmelidir.

Deliryumun ayırıcı tanısında karşılaşılan en önemli güçlüklerden biri, *hipoaktif deliryumun* diğer durumlarla (özellikle depresyon ve demans) benzer klinik özellikler göstermesidir. Deliryumun ayırt edici yönleri arasında dalgalı seyir, akut başlangıç, dikkat bozukluğu ve bilinç düzeyindeki değişiklikler öne çıkar. Buna karşılık demans, kronik ve istikrarlı bir bilişsel gerileme tablosudur. Halüsinasyonlar her iki durumda da görülebilir; ancak deliryumda görsel halüsinasyonlar daha yaygındır (Kuas, 2022).

Çizelge 1. Deliryum ve demansın karşılaştırılması (Krzych ve ark., 2020; Volland ve ark., 2015)

Özellik	Deliryum	Demans
Başlangıç	Ani- saatler/ günler	Sinsi ve yavaş
Neden	(Diğer Tıbbi) acil durum	Temel MSS hastalığı-nörodejeneratif veya diğer
Gidişat	Tedavi edilirse kısa sürebilir; genellikle geri döndürülebilir	İlerleyici, tedavi ilerlemeyi yavaşlatır
Dikkat	Değer düşüklüğüne uğramış başlangıçta	Genellikle korunur; İleri aşamalar da bozulabilir
Oryantasyon	Değer düşüklüğüne uğramış başlangıçta	Genellikle korunur; İleri aşamalar da bozulabilir
Hafıza	Başlangıçta engelli; olayı hatırlamayabilir	Başlangıçta kısa süreli hafıza kaybı; hastalık ilerledikçe hafıza kaybının derecesi artar
Davranış	Tedirgin	Genellikle normaldir, ileri aşamalarda tedirgin olabilir
Algısal Rahatsızlıklar	Görsel halüsinasyonlar; yanlış algılamalar; illüzyonlar	Halüsinasyonlar ve yanlış algılamalar çoğunlukla Lewy cisimcikli demansta ortaya çıkabilir

2.4.Deliryum ve Demans Tanı Ölçütleri ve Değerlendirme Rehberleri

Deliryum, akut başlangıçlı ve dalgalanan seyir gösteren bilinç ve dikkat bozukluğu ile karakterize edilen, sıklıkla altta yatan tıbbi durumlara ikincil gelişen bir nöropsikiyatrik sendromdur. Klinik önemi, morbidite, mortalite ve hastane kalış süresini artırması ile ilişkilidir. Tanısal karmaşıklığı, özellikle demans gibi kronik nörokognitif bozukluklardan ayırt edilmesini zorlaştırmaktadır (Kızıl Özel ve ark.).

DSM-5'e göre deliryum hastalık aşağıdaki kriterlerin karşılanmasıyla konur (American Psychiatric Association, 2013):

A. Dikkat (örneğin odaklanma, sürdürebilme, kaydırabilme yetisinde) ve bilinçte azalma.

B. Bu bozukluk kısa sürede (genellikle saatler ila birkaç gün içinde) gelişir, günlük seyir değişkenlik gösterir.

C. Bilişsel bozulma (örneğin bellek eksiklikleri, dezoryantasyon, dil bozuklukları, görsel-uzaysal beceriler veya algı).

D. Bozukluk, başka bir nörokognitif bozuklukla daha iyi açıklanamaz ve bilinç düzeyindeki azalma, ciddi derecede azalmış bir uyanıklık seviyesiyle açıklanamaz.

E. Klinik tabloya, başka bir tıbbi durum, madde intoksikasyonu/çekilmesi ya da bir toksinin etkisi neden olur veya multifaktöryel etiyolojiden kaynaklanır.

Deliryumun tanılanması, klinik açıdan oldukça zorludur ve doğru tanının konulabilmesi için yapılandırılmış değerlendirme araçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, çeşitli ölçekler geliştirilmiş olup, özellikle yoğun bakım ortamlarında etkinliği yüksek değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Deliryumun tanısı için başlıca kullanılan ölçekler şunlardır:

- Yoğun Bakım Deliryum İzlem Kontrol Listesi (Intensive Care Delirium Screening Checklist, ICDSC)
- Yoğun Bakımda Konfüzyon Değerlendirme Ölçeği (Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit, CAM-ICU)
- Yeni Deliryum Değerlendirme Skalası (New Delirium Rating Scale, NDRS)
- Mini Mental Durum Değerlendirme (MMSE)
- Neelon ve Champagne Konfüzyon Skalası (The Neelon and Champagne Confusion Scale, NEECHAM)

MCV Hemşire Deliryum Değerlendirme Skalası (Doğu ve ark., 2017; Kılıç ve ark., 2022).

Yoğun Bakım Ünitesinde Konfüzyon Değerlendirme Metodu (CAM-ICU) (55,56)

1.Zihinsel durumdaki akut bir değişiklik veya zihinsel durumdaki dalgalanan değişiklikler
a. Başlangıçtan farklı ani bilinç değişikliği oldu mu?
b. Son 24 saatte bilinci açılıp kapandı mı? Uygunsuz davranışın düzelip, kötüleştiği oldu mu?
c. Sedasyon skalası ve ya koma skalası değerleri son 24 saat içinde değişti mi?
2.İşitsel veya görsel test kullanılarak ölçülen dikkatsizlik
a. Hasta dikkatini toplamakta zorluk çekiyor mu?
b. Hastanın dikkatini sürdürmekte ve ya başka yöne kaydırmakta sıkıntısı var mı?
c. Dikkat değerlendirme muayenesinde başarılı oldu mu?
Şimdi size harfleri okuyacağım. Her A harfini duyduğunuzda elimi sıkınız. (Her bir harfi bir saniyede okuyunuz.)

L T P E A O A I C T D A L A A
A N I A B F S A M R Z E O A D
P A K L A U C J T O E A B A A
Z Y F M U S A H E V A A R A T

3.Dağınık düşünce
a. Hasta ekstübe ise, hastanın konuşması, düşünce içeriği konudan konuya atlıyor, düşünce içeriği, akışı ve organizasyonu bozulmuş mu?
b. Hasta ventilatörde ise şu sorulara cevap verebiliyor mu?
-Taş suda yüzer mi? Balık denizde mi olur? Bir kilogram iki kilogramdan daha mı ağırdır? Çivi çakmak için çekiç mi kullanılır?
-Sorulara yönelik 3'ten fazla yanlış yaptı mı?
c. Hasta soruları izleyebiliyor, şu komutlara uyabiliyor mu?
-Düşüncelerinizde, karışıklık, düzensizlik var mı? Bu kadar parmağınızı kaldırın (muayene eden hastanın görebileceği mesafede iki parmağınızı kaldırın). Aynı hareketi diğer elinizle yapın.
4.Değişmiş bilinç seviyesi durumu
a. Aşırı aler tb. Laterjik c. Stupord. Koma

Değerlendirme
1. ve 2. kriterlerin mutlaka olumsuz olması, bunlara ek olarak **3. ya da 4. kriterlerden en az birinin olumsuz** olması deliryum lehine.

Çizelge 2. Yoğun Bakım Ünitesinde Konfüzyon Değerlendirme Metodu (Erbay ve ark, 2020)

Bu ölçeklerin her biri farklı klinik bağlamlara özgü değerlendirme yetkinliklerine sahip olmakla birlikte, **CAM**, deliryumun dört temel özelliğinden üçünü temel alması nedeniyle en sık tercih edilen ve en kullanışlı araçlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Erbay ve ark., 2020).

Yardımcı Kognitif Değerlendirme Araçları

Mini Mental State Examination (MMSE)

Birincil basamak sağlık hizmetlerinde demansın tanılanmasına yönelik kullanılan tarama araçları arasında en yaygın kullanılan ölçek, Mini Mental Durum Değerlendirme (MMSE) testidir. Her ne kadar tanısal bir araç olarak değerlendirilmemesi gerekse de bilişsel işlev bozukluklarını saptamada pratik bir tarama yöntemi olarak önemli bir yer tutar. MMSE; oryantasyon, kısa süreli bellek (kayıt ve hatırlama), dikkat ve hesaplama, dil yetisi ile yapılandırılmış beceriler gibi bilişsel alanları değerlendirir. Deliryum tanısında MMSE sınırlı bir rol oynar. Her ne kadar deliryumda MMSE puanları genellikle düşse de bu düşüş dikkat bileşenindeki bozulma (örneğin seri 7 çıkarma testi) üzerinden değerlendirilmelidir. Ancak testin özgüllüğü düşüktür, çünkü MMSE puanları kronik kognitif bozukluklarda da düşük olabilir.

Saat Çizme Testi

Mini Mental Durum Değerlendirme (MMSE) testini tamamlayıcı nitelikte en sık kullanılan nöropsikolojik tarama araçlarından biridir. Bu test; işleyen bellek, yürütücü işlevler (örneğin planlama ve kavramsallaştırma), görsel-uzamsal beceriler gibi bilişsel alanları değerlendirme açısından oldukça değerlidir. Dil, eğitim düzeyi ve kültürel farklılıklardan MMSE gibi diğer testlere kıyasla daha az etkilenmesi, kullanımını daha evrensel hale getirmektedir (Akdeniz ve ark., 2009). Saat çizme testi, bireyde bilişsel bozulmayı erken saptamada etkili bir araçtır. Özellikle deliryum şüphesi olan bireylerde yönelim bozuklukları sık görüldüğü için bu test tanılamaya katkı sağlayabilir. Örneğin, deliryum semptomları gösteren bireyler genellikle yalnızca birkaç rakam yazar ve görevi tamamlayamaz; örneğin sadece "12-1" rakamlarını yazıp

bırakmaları testte tipik bir bulgudur. Bu durum kişinin dikkat ve planlama işlevlerinde ciddi bozulma olduğunu gösterir (Akdeniz ve ark., 2009).



Çizelge 6. Saat Çizimleri (Akdeniz ve ark., 2009)

Mini Cog Testi

Mini-Cog, özellikle birincil bakım ortamlarında yaşlı erişkinlerde bilişsel yetersizliği hızlı ve etkili bir şekilde taramak amacıyla geliştirilmiş, yaklaşık 3 dakika içinde uygulanabilen kısa bir değerlendirme aracıdır. Bu test, iki temel bileşenden oluşur: kısa süreli belleği ölçen üç sözcük hatırlama testi ve saat çizme testi (Clock Drawing Test) (Akdeniz ve ark., 2009). Mini-Cog'un önemli avantajlarından biri; dil, eğitim düzeyi ve kültürel farklılıklardan göreceli olarak daha az etkilenmesidir. Bu özelliği sayesinde, geniş hasta popülasyonlarında uygulanabilirliği ve geçerliliği yüksektir (Akdeniz ve ark., 2009).

MİNİ COG TESTİ
Birinci bölüm: 3 nesnenin yenden hatırlanması Lütfen dikkatli bir şekilde dinleyin ve aşağıdakileri tekrarlatın. ELMA, SAAT, KURUŞ **İkinci bölüm: Saat çizme testi** Saat çizme testini yaptırın. **Üçüncü bölüm: Yukardaki 3 maddenin isimlerini tekrarlamasını isteyin.** --------- ---------- ---------- Skorlama Doğru hatırlanmış madde sayısı ---------- (3 ise negatif tarama, Durdurun) Yanıt 1-2 ise →Saat çizme testine bakın. Saat çizimi anormal mi? Yanıt "hayır" ise tarama negatif Yanıt "Evet ise bilişsel bozulma pozitif

Çizelge 7. Mini Cog Testi (Akdeniz ve ark., 2009)

İşlevsel Etkinlikler Testi (FAQ)

FAQ, bilişsel bozuklukların bireyin günlük yaşam üzerindeki etkisini nicel olarak değerlendirmede faydalı bir araçtır. Bu yönüyle özellikle birincil bakımda tarama, klinik izlem ve demansın evrelenmesi süreçlerinde tamamlayıcı bir değerlendirme aracı olarak önerilmektedir (Akdeniz ve ark., 2009).

İşlevsel Etkinlikler Anketi (FAQ)

Bu skalayı kullanarak aşağıdaki görevlerin her birinde hastanın performans düzeyini değerlendirin:
0 = normal
1 = zorluk var ama kendisi yapıyor.
2 = yardım gerekiyor.
3 = bağımlı

- Çek yazma, faturaları ödeme ve finansal kayıtları tutma.
- Vergi kayıtlarını birleştirme ve iş ve sigorta kağıtlarını idare etme.
- Yalnız başına giysi, ev işleri gereçleri ya da şarküteri alışverişi yapma
- Beceri oyunu oynama (ör. Bingo ya da satranç) ya da bir hobi üzerinde çalışma
- Kahve ta da çay için su kaynatma ve ocağı kapatma
- Dengeli yemek hazırlama
- Güncel olayların izini sürme
- TV şovu, kitap ya da dergi takip etme ve anlama
- Randevuları, aile durumlarını ve ilaçları hatırlama
- Başka semtlere gezmeye gitme (araba kullanarak ya da otobüse binerek)
- Skor: ... .

YORUM
Bağımlı: Diğer iki yanıt seçeneği de skorlanabilir:
0 = etkinliği hiçbir zaman yapmadı ama şimdi yapabilir.
1 = etkinliği hiçbir zaman yapmadı ama şimdi yapmakta zorlanacaktır.
Skorlama: Skor 10 soru için puanlar toplanarak yapılır.
Toplam 30 puan mümkündür.
Skor yorumu: Daha yüksek skor daha zayıf işlev (daha fazla bozulma). 9 puan sınır olarak önerilir. (ör. Hasta üç ya da daha fazla etkinlikte bağımlıdır.

Çizelge 8. İşlevsel Etkinlikler Anketi (Akdeniz ve ark., 2009).

Deliryum, hızlı gelişen ve değişken seyreden nörokognitif bir bozukluk olup erken tanı ve tedavisi, hasta prognozunu olumlu etkiler. DSM-5 tanı kriterleri, deliryumun temel özelliklerini belirtirken, CAM, CAM-ICU, DRS-R-98, MDAS gibi değerlendirme araçları klinik uygulamada tanıyı desteklemekte ve semptom şiddetini belirlemede etkilidir. Deliryumun demanstan ayrımı, dikkat, bilinç düzeyi ve seyir özelliklerinin iyi değerlendirilmesiyle mümkündür. MMSE ve Saat Çizme Testi gibi yardımcı testler ise ayırıcı tanıda ek bilgi sunabilir ancak özgün tanısal araçlar olarak sınırlıdır (Akdeniz ve ark., 2009).

DSM-5'e göre Alzheimer tipi demans için tanı ölçütleri;

A. Aşağıdakilerden her ikisinin bulunması ile belirli çoğul kognitif defisitin gelişmesi

   1. Bellek bozukluğu (yeni bilgiler öğrenme ya da önceden öğrenilmiş bilgileri anımsama yetisinde bozulma)

   2. Aşağıdaki kognitif bozukluklardan birinin ya da daha fazlasının bulunması

      a) Afazi(dil bozukluğu)

      b) Apraksi (motor işlevlerde bozukluk olmamasına karşın motor etkinlikleri yerine getirme yetisinde bozulma)

      c) Agnozi (duyu işlevlerinde bozukluk olmamasına karşın nesneleri tanıyamama ya da tanımlayamama)

      d) Yönetici işlevlerde bozukluk (yani, tasarlama, organize etme, sıraya koyma, soyutlama)

B. A1 ve A2 tanı ölçütlerinde sözü edilen kognitif bozuklukların her biri toplumsal ya da mesleki işlevsellikte belirgin bir bozukluğa neden olur ve önceki işlevsellik düzeyinde belirgin bir düşme olur.

C. Aşama aşama başlar ve sürekli kognitif bir düşme görülür.

D. A1 ve A2 tanı ölçütlerinde sözü edilen kognitif bozukluklar aşağıdakilerden herhangi birine bağlı değildir.

   1. Bellekte ve bilişte ilerleyici bozukluklara neden olan merkezi sinir sistemini ilgilendiren diğer durumlar (örn. Serebrovasküler hastalık, Parkinson hastalığı, Huntington hastalığı, subdural hematom, normal basınçlı hidrosefali, beyin tümörü)

   2. Demansa neden olduğu bilinen sistemik durumlar (örn.hipotiroidizm, vitamin B12 ya da folik asit eksikliği, niasin eksikliği, hiperkalsemi, nörosifiliz, HIV enfeksiyonu)

   3. Madde kullanımının yol açtığı durumlar.

E. Bu bozukluklar sadece deliryumun gidişi sırasında ortaya çıkmamaktadır.

Bu bozukluk başka bir Eksen I bozukluğu ile daha iyi açıklanamaz (örn. Majör depresif bozukluk, Şizofreni)

Davranışsal bozukluk olan/Davranışsal bozukluk olmayan Erken başlangıçlı (65 yaş ve üzerinde) ve Geç başlangıçlı (65 yaşından küçük) olarak kodlanır (Kızıl Özel ve ark., 2017). Demansa neden olan diğer durumların dışlanması için ayrıntılı anamnez ve fizik muayene sonrasında hastalara bazı laboratuar tetkikleri uygulanabilir. Tam kan sayımı, karaciğer, böbrek ve tiroid fonksiyon testleri, kan Glukoz ve elektrolit düzeyleri, Vitamin B12 ve folat düzeyleri, idrar tetkiki, beyin tomografisi ya da kraniyel manyetik rezonans görüntüleme yapılabilir. Bunun dışında anamnez ve fizik muayeneden hareketle diğer demans nedenlerini araştırmak amacıyla VDRL, HIV testleri, Homosistein düzeyi, immünolojik belirteçler, kanser belirteçleri, beyin SPECT ya da PET incelemesi de yapılabilir (Kızıl Özel ve ark., 2017).

2.5.Deliryum ve Demansa Yönelik Hemşirelik Bakım Yönetimi

Deliryum ve demans tanısı almış ya da bu durumdan şüphelenilen yaşlı bireylerde, aile merkezli bakım yaklaşımı temel alınmalı; hasta, ailesi ve bakım verenlerle güvene dayalı, iyileştirici ilişkiler kurulmalıdır. Bu süreçte, aile üyeleri ve bakım verenler bilgilendirilmeli, eğitilmeli ve bakım sürecine aktif olarak dâhil edilmelidir. Yaşlı bireylerin değerlendirilmesinde deliryum ve demansa ilişkin belirtiler dikkatle gözlemlenmeli, bu iki durumun birbirinden ayırt edilmesine özen gösterilmelidir. Ayrıca, bireyin ailesi veya sağlık ekibi tarafından bildirilen davranışsal ya da bilişsel değişiklikler ciddiyetle ele alınmalıdır (Sarı, 2017).

Yoğun bakım ünitelerinde (YBÜ) kritik hastaların bakımını iyileştirmek amacıyla geliştirilmiş bir multimodal yaklaşım olan ABCDEFGH paketi; **deliryum**, **mobilizasyon**, **bilinç düzeyinin yönetimi** ve **ağrı kontrolü** gibi çeşitli faktörleri içeren bir dizi müdahaleyi bir arada sunar. Amacı, hastaların iyileşme süreçlerini hızlandırmak, komplikasyonları azaltmak ve genel yaşam kalitesini iyileştirmektir (Balas ve ark., 2012).

A harfi, **Ağrı yönetimini** ifade eder. Yoğun bakım hastalarında ağrı yönetimi, hastanın iyileşme sürecinde önemli bir rol oynar. Yetersiz ağrı kontrolü, deliryum ve komplikasyonların gelişmesine yol açabilir (Balas ve ark., 2012). Bu nedenle, etkili ağrı kontrolü sağlanmalı; kişisel

hijyen, boşaltım, beslenme, elektrolit dengesi gibi temel gereksinimler karşılanmalıdır. Bu noktada, ağrı yönetimi, hastanın kendi bakımına katılımını da destekleyerek iyileşme sürecini hızlandırır (Sarı, 2017).

B harfi ise **Bilinç düzeyinin yönetimini** ifade eder. Bilinç düzeyinin doğru şekilde yönetilmesi, deliryumun önlenmesinde kritik bir faktördür. Hastaların aşırı sedasyonuna engel olmak ve sedasyon düzeylerini mümkün olduğunca düşük tutmak, bilincin daha iyi korunmasına yardımcı olur (Balas ve ark., 2012). Bu kapsamda; Hastanın çevresine, kişilere ve zamana oryante edilmesi; hemşirenin kendini tanıtması, kısa cümlelerle iletişim kurması ve hastaya ismiyle hitap etmesi, bilinci destekler. Görme ve işitme gibi duyusal girdilerin optimize edilmesi (takvim, gözlük, işitme cihazı kullanımı) bilinç düzeyini korur. Gürültü ve ışığın azaltılması, aşırı uyarandan kaçınmayı sağlar. Uyku kalitesini artırmak, özellikle gece loş ışık, sessiz ortam ve sirkadiyen ritmin korunması ile bilincin dalgalanmasının önüne geçer (Sarı, 2017).

C harfi, **Kooperasyon** ve **Komünikasyon**un iyileştirilmesini ifade eder. Hastalarla doğru bir iletişim (örneğin adıyla hitap, anlaşılır dil kullanımı (Sarı, 2017)), kurmak, bilinç düzeyinin arttığı durumlarda hastanın tedaviye uyumunu güçlendirir.

D harfi, **Deliryumun önlenmesi ve tedavisini** kapsar. Deliryum, yoğun bakımda sıklıkla karşılaşılan ve tedavi edilmezse iyileşme sürecini zorlaştıran bir durumdur. ABCDEFGH paketi, deliryumun erken tespiti ve yönetimi için spesifik stratejiler sunar (Balas ve ark., 2012). Bu nedenle D harfi, paketin tamamını kapsayan bir çatı ilke olarak değerlendirilmelidir.

E harfi, **Erken mobilizasyonu** ifade eder. Erken mobilizasyon, YBÜ hastalarının fiziksel işlevlerini hızlı bir şekilde geri kazanmalarına yardımcı olur ve hastaneye yatış süresini kısaltabilir. Fiziksel hareketsizlik, kas kaybı, akciğer enfeksiyonları ve kan pıhtılaşması gibi komplikasyonları tetikleyebilir. Bu sebeple; hastaların günlük egzersiz yapmaları, yataktan kalkmaları ve gerekirse yardımcı araçlarla yürümeleri teşvik edilmelidir. Bu fiziksel aktivite aynı zamanda bilinç düzeyinin sürdürülmesini de destekler (Sarı, 2017).

F harfi, ise **Aile katılımı ve desteğini** ifade eder. Aile üyelerinin tedavi sürecine dahil edilmesi, hastaların duygusal iyileşmelerine katkıda bulunur ve aile üyelerinin hastalarına daha iyi bakım vermelerini sağlar (Balas ve ark., 2012). Bu unsurda, hasta yakınlarının bilgilendirilmesi, bakım sürecine katılmaları ve hastayla zaman geçirmeleri desteklenmelidir (Sarı, 2017).

G harfi, ise **İletişimin güçlendirilmesini** ifade eder. Etkili hemşire-hasta iletişiminin temel bileşenlerinden biri olan terapötik iletişim tekniklerinin kullanımı, hasta bakım kalitesini doğrudan etkilemektedir. Özellikle sözel iletişim kuramayan hastalarda, hemşirelerin yazılı ifade biçimlerini teşvik etmesi ve hastaların beden dili gibi sözel olmayan iletişim kanallarını doğru biçimde yorumlayabilmesi büyük önem taşır (Yeni ve ark., 2022).

H harfi, ise **Hasta ve yakınlarına basılı materyallerin verilmesini** ifade eder. Hemşireler tarafından hazırlanan bu materyaller, tedaviye uyumu artırmak ve hasta yakınlarını bilgilendirerek sürece dahil etmeyi amaçlar (Yeni ve ark., 2022).

ABCDEFGH Paketi, YBÜ'lerdeki multidisipliner yaklaşımlarla uyumlu olarak hastaların daha hızlı iyileşmesini sağlamakta etkili bir araçtır. Bu paket, özellikle deliryumun yönetimi, bilinç düzeyinin korunması ve erken mobilizasyon gibi unsurlarla, YBÜ hastalarının bakım kalitesini artırmayı hedefler (Balas ve ark., 2012).

3. SONUÇ

Bu derleme, deliryum ve demansın yoğun bakım ortamında etkili yönetimi için kapsamlı bir bakış açısı sunmaktadır. Deliryumun zamanında tanılanmaması, geri dönüşümsüz kognitif yıkımlara ve demans gelişimine zemin hazırlayabileceğinden, hemşirelik bakımında proaktif ve bütüncül yaklaşımlar benimsenmelidir. Literatür doğrultusunda, deliryumun önlenmesi ve yönetiminde ABCDEFGH Bundle protokolünün sistematik uygulanması, hemşirelerin klinik kararlarda etkin rol almasını sağlamaktadır. Ayrıca bu derleme, sağlık profesyonellerine deliryum ile demansın ayırıcı tanısı konusunda farkındalık kazandırmayı ve hemşirelik bakımının kalitesini artırmaya katkı sunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, deliryumdan demansa giden sürecin erken müdahale ile durdurulması mümkün olup, bu süreçte hemşirelik uygulamaları kilit bir rol üstlenmektedir.

4. KAYNAKLAR

Uslu, D., & DEDELİ ÇAYDAM, Ö., (2023). Yoğun Bakım Hastalarında Deliryum Sıklığı, Etyoloji ve Risk Faktörleri: Sistematik Bir Değerlendirme. 2023 (pp.309-337), Duvar.

Bölüktaş, P. R. (2015). Yoğun bakım ünitelerindeki yaşlı hastalarda deliryumun değerlendirilmesi, önlenmesi ve yönetimine ilişkin stratejiler.

Deniz Özturan, D., & Özyıldız Güz, H. (2018). Yoğun bakımda deliryum ve tedavisi. In Z. Doğanay (Ed.), *Yoğun bakımda sedasyon ve analjezi* (pp. 29–36). Türkiye Klinikleri.

Sharma, A., Malhotra, S., Grover, S., & Jindal, S. K. (2012). Incidence, prevalence, risk factor and outcome of delirium in intensive care unit: A study from India. *General Hospital Psychiatry, 34*(6), 639–646. https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2012.06.009

Krewulak, K. D., Stelfox, H. T., Parsons Leigh, J., Ely, E. W., & Fiest, K. M. (2018). Yetişkin yoğun bakım ünitesinde deliryum alt tiplerinin insidansı ve yaygınlığı: Sistematik bir inceleme ve meta-analiz. *Yoğun Bakım Tıbbı, 46*(12), 2029–2035. https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003402

Wang, S., Perkins, A. J., Chi, R., Yates, B. A., Khan, S. H., Gao, S., Boustani, M., & Khan, B. A. (2024). Yaşlı yoğun bakım ünitesinden (YBÜ) kurtulanlarda demans için risk faktörleri. *Alzheimer's & Dementia, 20*(1), 278–287. https://doi.org/10.1002/alz.13423

Katsumi, Y., Wong, B., Cavallari, M., Fong, T. G., Alsop, D. C., Andreano, J. M., ... & Touroutoglou, A. (2022). Anterior orta singulat korteksin yapısal bütünlüğü, SuperAging'de deliryuma karşı dayanıklılığa katkıda bulunur. *Brain Communications, 4*(4), fcac163. https://doi.org/10.1093/braincomms/fcac163

Witlox, J., Eurelings, L. S. M., de Jonghe, J. F. M., Kalisvaart, K. J., Eikelenboom, P., & van Gool, W. A. (2010). Delirium in elderly patients and the risk of postdischarge mortality, institutionalization, and dementia: A meta-analysis. *JAMA, 304*(4), 443–451.

Marcantonio, E. R. (2017). Hastanede yatan yaşlı erişkinlerde deliryum. *New England Journal of Medicine, 377*(15), 1456–1466. https://doi.org/10.1056/NEJMcp1605501

Fick, D. M., Agostini, J. V., & Inouye, S. K. (2002). Demans üzerine bindirilmiş deliryum: Sistematik bir inceleme. *Journal of the American Geriatrics Society, 50*(10), 1723–1732. https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50468.x

Han, J. H., Wilson, A., & Ely, E. W. (2010). Yaşlı acil servis hastasında deliryum: Sessiz bir salgın. *Emergency Medicine Clinics of North America, 28*(3), 611–631. https://doi.org/10.1016/j.emc.2010.03.005

Yılmazer Serbes, R. G., & Pehlivan, S. (2025). Investigation of the awareness about delirium and delirium management of intensive care nurses. *Journal of Intensive Care Nursing, 29*(1), 55–66.

Krzych, L. J., Rachfalska, N., & Putowski, Z. (2020). Perioperatif dönemde ve yoğun bakımda demansın üstüne binen deliryum. *Journal of Clinical Medicine, 9*, 3279.

Kızıl Özel, E., & Turan, E. (2017). Deliryum ve demans. In *Ankara Üniversitesi Ders Materyalleri*.

Inouye, S. K., Westendorp, R. G., & Saczynski, J. S. (2014). Delirium in elderly people. *The Lancet, 383*(9920), 911–922. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60688-1

Trzepacz, P. T., & Meagher, D. J. (2008). Neuropsychiatric aspects of delirium. In *Delirium in Old Age*. Oxford University Press.

American Geriatrics Society Expert Panel on Postoperative Delirium in Older Adults. (2015). American Geriatrics Society abstracted clinical practice guideline for postoperative delirium in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society, 63*(1), 142–150. https://doi.org/10.1111/jgs.13281

Barr, J., Fraser, G. L., Puntillo, K., Ely, E. W., Gélinas, C., Dasta, J. F., ... & Jaeschke, R. (2013). Yoğun bakım ünitesindeki yetişkin hastalarda ağrı, ajitasyon ve deliryum yönetimi için klinik uygulama kılavuzları. *Critical Care Medicine, 41*(1), 263–306. https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182783b72

Doğu, Ö., & Kaya, H. (2017). Yoğun bakımda deliryum ve hemşirelik bakımı. *Derleme Makale*, ISSN:2149-455X.

Nemutlu Samur, D., & Özbey, G. (2021). Mikroglial Toll-benzeri reseptörlerin Alzheimer ve Parkinson hastalıklarındaki rolü. *Akdeniz Tıp Dergisi, 7*(3), 448–456.

Demir, G. (2018). Demans ve hemşirelik bakımı. *Black Sea Journal of Health Science, 1*(2), 35–39.

Akyar, İ. (2011). Demanslı hasta bakımı ve bakım modelleri. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi*, 79–88.

Volland, J., Fisher, A., & Drexler, D. (2015). Delirium and dementia in the intensive care unit: Increasing awareness for decreasing risk, improving outcomes, and family engagement. *Dimensions of Critical Care Nursing, 34*(5), 259–264.

Kuas, Ç. (2022). Yaşlı hastada 3D (Deliryum – Demans – Depresyon) tanısı koymak kolay mı? *TATD Akademik*. https://tatd.org.tr/geriatri/genel/yasli-hastada-3d-deliryum-demans-depresyon-tanisi-koymak-kolay-mi/

Hüzmeli, İ., Arslan, Y. Z., Göktaş, A., & Yavaş, F. (2023). Yoğun bakımda görülen emosyonel problemler ve fizyoterapi. *MAUN Sağlık Bilimleri Dergisi, 3*(1), 53–63.

Akdeniz, M., Yaman, A., Howe, J., Kavukçu, E., & Yaman, H. (2009). Birincil bakımda bilişsel sorunların yönetimi. Antalya. http://dx.doi.org/10.5490/gerofam.2010.1.2.3

Erbay, Ö., & Kelebek Girgin, N. (2020). Deliryumun değerlendirilmesinde sık kullanılan ölçüm araçlarının incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 46*(1), 113–121. https://doi.org/10.32708/uutfd.676518

Kılıç, G., Kav, S., & Çevik, B. (2022). Yoğun bakım ünitelerinde deliryumun kanıta dayalı olarak değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 15*(2), 227–232. https://doi.org/10.46483/deuhfed.951777

Balas, M. C., Vasilevskis, E. E., Burke, W. J., Boehm, L., Pun, B. T., Olsen, K. M., ... & Ely, E. W. (2012). Critical care nurses' role in implementing the 'ABCDE bundle' into practice. *Critical Care Nurse, 32*(2), 35–48. https://doi.org/10.4037/ccn2012229

Sari, N., & Giersbergen, M. (2017). Yaşlılarda deliryum, demans ve depresyonun değerlendirilmesi ve hemşirelik bakım rehberi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 33*(3), 138–152.

Yeni, T., & Enç, N. (2022). Yoğun bakım sonrası sendromu ve hemşirelik yönetimi. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*.

Sari, N., & Giersbergen, M. (2017). Yaşlılarda deliryum, demans ve depresyonun değerlendirilmesi ve hemşirelik bakım rehberi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 33*(3), 138–152.

KÜLTÜREL SÖYLEMDEN ŞİDDET TUTUMUNA: ŞİDDETE ATIFTA BULUNAN ATASÖZLERİNİN KADINA YÖNELİK ŞİDDET TUTUMUNA ETKİSİ

Dr. Aysun Akçam[1], Doç. Dr. Sedat Bahadır[2], Doç. Dr. Yalçın Kanbay[3], Doç. Dr. Burcu Arkan[4]; Prof. Dr. Hatice Karakuş Öztürk[5], Dr. Öğr. Üyesi Elçin Babaoğlu[6]

[1]Bağımsız Araştırmacı, akcamaysun1@gmail.com – 0000-0001-9428-3942

[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, sedatbahadir@artvin.edu.tr - 0000- 0002-1018-016X

[3]Artvin Çoruh Üniversitesi, yalcinkanbay@gmail.com - 0000-0002-8025-9877

[4]Uludağ Üniversitesi, burcuarkan@uludag.edu.tr – 0000-0002-7285-6196

[5]Artvin Çoruh Üniversitesi, hatice_karakus@gmail.com – 0000-0002-9929-7204

[6]Üsküdar Üniversitesi, elcin.babaoglu@uskudar.edu.tr – 0000-0002-0952-2652

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada şiddete atıfta bulunan atasözlerinin şiddet tutumu ve kadına yönelik şiddet tutumu üzerindeki etkisinin cinsiyet ve yaş değişkenleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Çalışmanın örneklemini 18 yaş ve üstü 418 birey oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak "Kişisel Bilgi Formu", "Şiddete Atıfta Bulunan Atasözleri Formu", "Sisivet Şiddete Yönelik Tutum Ölçeği" ve "Sahara Kadına Yönelik Şiddet Tutum Ölçeği" kullanılmıştır.

Bulgular ve Sonuçlar: Bulgular, şiddeti yücelten, öven ya da tavsiye eden atasözlerine katılım düzeyinin şiddete yönelik tutumu ve kadına yönelik şiddet tutumunu anlamlı şekilde artırdığını göstermiştir. Ayrıca şiddete yönelik tutumun kadına yönelik şiddet tutumu üzerindeki etkisi anlamlıdır ve bu değişken, atasözleri ile kadına yönelik şiddet tutumu arasındaki ilişkide kısmi bir aracı rol üstlenmektedir. Cinsiyet ve yaş, bu ilişkiyi anlamlı biçimde düzenlemektedir. Erkeklerin kadına yönelik şiddet tutumu daha yüksek bulunmuştur ve şiddete yönelik tutumun kadına yönelik şiddet tutumu ile ilişkisinde cinsiyetin ve yaşın düzenleyici etkileri anlamlıdır. Ayrıca yaş ve cinsiyetin ortak etkileşimi de anlamlı bulunmuştur. En güçlü etki yaşlı erkeklerde gözlenmiştir. Dolaylı etki açısından, atasözlerinin şiddete yönelik tutum aracılığıyla kadına yönelik şiddet tutumu üzerindeki etkisi yaşa göre anlamlı biçimde değişmektedir; ancak cinsiyete göre fark, istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu sonuçlar, kültürel değerlerin ve toplumsal söylemlerin bireylerin şiddet eğilimleri üzerindeki etkisini ortaya koymakta; şiddetle mücadelede yaş ve cinsiyet gibi demografik değişkenlerin dikkate alınmasının gerekliliğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Atasözleri, şiddet tutumu, kadına yönelik şiddet

FROM CULTURAL DISCOURSE TO ATTITUDE TOWARD VIOLENCE: THE EFFECT OF PROVERBS REFERRING TO VIOLENCE ON ATTITUDES TOWARD VIOLENCE AGAINST WOMEN

ABSTRACT

Objective: This study aimed to examine the effects of proverbs referring to violence on attitudes toward violence and attitudes toward violence against women, considering gender and age variables.

Method: The study sample consisted of 418 individuals aged 18 and above. Data were collected using the "Personal Information Form," the "Proverbs Referring to Violence Form," the "Sisivet Attitude Toward Violence Scale," and the "Sahara Attitude Toward Violence Against Women Scale."

Results and Conclusion: The findings revealed that the level of agreement with proverbs that glorify, praise, or encourage violence significantly increased both general attitudes toward violence and attitudes toward violence against women. Moreover, attitudes toward violence had a significant effect on attitudes toward violence against women and partially mediated the relationship between proverbs and attitudes toward violence against women. Gender and age significantly moderated this relationship. Men exhibited higher levels of attitudes toward violence against women, and the moderating effects of gender and age on the relationship between attitudes toward violence and attitudes toward violence against women were significant. Furthermore, the interaction between age and gender was also significant, with the strongest effect observed in older men. In terms of indirect effects, the mediating role of attitudes toward violence between proverbs and attitudes toward violence against women varied significantly by age; however, the difference by gender was not statistically significant. These results highlight the influence of cultural values and societal discourses on individuals' tendencies toward violence, emphasizing the need to consider demographic variables such as age and gender in efforts to combat violence.

Keywords: Proverbs, attitude toward violence, violence against women

DİJİTAL DEMANS ÖLÇEĞİ ERGEN FORMUNUN GELİŞTİRİLMESİ VE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Yalçın Kanbay[1], Dr. Öğr. Aydan Akkurt Yalçıntürk[2], Dr. Öğr. Üyesi Elçin Babaoğlu[3], Dr. Aysun Akçam[4]

[1]Artvin Çoruh Üniversitesi, yalcinkanbay@gmail.com- 0000-0002-8025-9877

[2]Sağlık Bilimleri Üniversitesi, aydanyalcinturk@gmail.com – 0000-0002-5386-0624

[3]Üsküdar Üniversitesi, elcin.babaoglu@uskudar.edu.tr – 0000-0002-0952-2652

[4]Bağımsız Araştırmacı, akcamaysun1@gmail.com – 0000-0001-9428-3942

ÖZET

Bu çalışmada dijital demans ölçeği ergen formunun Türk kültüründe geçerlik ve güvenirliğinin yapılması amaçlanmıştır. Ölçeğin geliştirilme süreci, kapsam geçerliği, yapı geçerliği, benzeşim ve ayrışım geçerliği, güvenirlik çalışmaları ve elde edilen yapının doğrulanması aşamalarından oluşmuştur. Çalışmada veri toplama aşaması sonucu akıllı telefon, tablet, bilgisayar, televizyon vb. dijital cihaz kullanan 12-18 yaş arası 613 ergene ulaşılmıştır (AFA için 312 ve DFA için 301).

Analizler sonucu 3 faktör (“dijital bağımlılık faktörü”, “sosyal işlevsellikte bozulma faktörü”, “zihinsel ve fiziksel bozulma faktörü”) ve 12 maddeden oluşan bir yapı elde edilmiştir. Ölçeğin açıkladığı toplam varyans %67.5’tir ve ölçek genelinde hesaplanan Cronbach α güvenirlik katsayısı .89’dur. Ölçek 5’li likert tipte (Hiçbir Zaman: “0”, Nadiren: “1”, Bazen: “2”, Sık Sık: “3” ve Her Zaman: “4”) bir ölçektir. Ölçekte ters puanlanan madde bulunmamaktadır. Ölçeğin puanlanması alt boyutlara ait puanların toplanmasıyla elde edilmektedir ve 0-48 puan aralığında bir puan elde edilmektedir. Puan artışı dijital demans düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir. Elde edilen puan yönergede belirtilmiş olan standardizasyona kurallarına bağlı olarak 0-100 puana standardize edilmeli ve yapılacak çalışmalarda standardize edilmiş puanlar üzerinden analizler yapılması zorunludur.

Anahtar Kelimeler: Dijital demans, geçerlik, güvenirlik, ergenler

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

Development and Psychometric Evaluation of the Digital Dementia Scale: Adolescent Form

In this study, the aim was to examine the validity and reliability of the Digital Dementia Scale Adolescent Form in Turkish culture. The scale development process consisted of content validity, construct validity, convergent and discriminant validity, reliability studies, and confirmation of the obtained structure. During the data collection phase, a total of 613 adolescents aged 12-18 who use digital devices such as smartphones, tablets, computers, and televisions were reached (312 for EFA and 301 for CFA).

As a result of the analyses, a structure consisting of 3 factors ("digital addiction factor," "social dysfunction factor," and "mental and physical impairment factor") and 12 items was obtained. The total variance explained by the scale is 67.5%, and the Cronbach's α reliability coefficient calculated for the entire scale is .89. The scale is a 5-point Likert-type scale ("Never": 0, "Rarely": 1, "Sometimes": 2, "Often": 3, and "Always": 4). There are no reverse-coded items in the scale. Scoring is obtained by summing the scores of the sub-dimensions, resulting in a total score ranging from 0 to 48. Higher scores indicate a higher level of digital dementia. The obtained scores must be standardized to a 0-100 scale based on the standardization rules specified in the guidelines, and analyses in future studies must be conducted using these standardized scores.

Keywords: Digital dementia, validity, reliability, adolescents

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

SECURITY THREATS AND PROTECTION STRATEGIES IN LARGE LANGUAGE MODELS

SEDAT SAĞINÇ[1], Assoc. Prof. FARUK AYATA[2], Assoc. Prof. TANER UÇKAN[3]
[1] Van Yuzuncu Yil University, Institute of Science, sedatvan@hotmail.com- 0009-0001-5632-0551
[2] Van Yuzuncu Yil University, Başkale Vocational School, farukayata@yyu.edu.tr- 0000-0003-2403-3192
[3] Van Yuzuncu Yil University, Computer Engineering, taneruckan@yyu.edu.tr- 0000-0001-5385-6775

ABSTRACT
Large Language Models (LMMs) have become an indispensable part of modern technology with their groundbreaking capabilities in natural language processing. These models have a wide range of applications, from virtual assistants to code development, but they also pose serious security and privacy threats. This study examines in detail the major security threats to LLMs: backdoor attacks, model inversion attacks, membership inference attacks, and data poisoning. Especially in sensitive data processing areas such as healthcare, finance and law, risks such as leakage of personal information and malicious content generation are of great concern. This study addresses various protection strategies against these threats such as data encryption, access control, attacker training and differential privacy. It also emphasizes that international legal regulations such as GDPR, HIPAA, CCPA and the EU Artificial Intelligence Act (AI Act) provide a critical framework for the responsible and ethical development and use of LLMs. As a result, it is stated that ensuring the security of LLMs will be possible not only with technical measures, but also with legal compliance, ethical principles and interdisciplinary collaboration.

Keywords: large language models, cybersecurity, cyber threat, protection strategies, legal regulations.

1. INTRODUCTION
A large language model is a type of language model used for the general processing and understanding of natural languages. Natural Language Processing deals with how computers can process, interpret and produce natural language and includes a set of algorithms and models that have the ability to take natural language as input and produce some desired output (Hagiwara, 2021). Large language models are divided into two categories according to their usage area: open source large language models and closed source large language models. Open source language models are language models whose source code is freely available and has been collaboratively created and developed by a community of researchers, such as Mistral 7B, LLaMA 3. Closed source language models are large language models whose source code is proprietary, i.e. developed and controlled by a specific company, such as GPT-4, Gemini 2.

The main difference between open source large language models and closed source large language models is accessibility. From virtual assistants to text translation, from sentiment analysis to question-answer systems, from code development to voice analysis, large language models are used in many fields such as computer technology, customer service, healthcare and finance. However, there are significant security and privacy risks such as data leakage, data disclosure, and rapid injection that may be unintentionally caused by the widespread use of these models. While large language models offer significant advantages to their users, they are also vulnerable to security and privacy attacks such as backdoor attacks, data poisoning attacks, and personally identifiable information leakage attacks (Das, 2024). For example, Samsung Electronics faced three separate incidents where sensitive company data was unintentionally leaked through ChatGPT.

Large language models are trained with billions of words and trillions of parameters. They are trained with many different types of data such as internet data, various platforms, books, blog pages, digital newspapers and magazines. In this training process, they are first pre-trained to capture the linguistic meaning. After this pre-training phase, they go through a fine-tuning phase for specific tasks. It is not possible to control the data during the training process, which consists of huge datasets. It has been shown that adding a malicious data set to the training data of a large language model, i.e. data poisoning or backdoor attacks, can significantly affect the behavior of the model (Hintersdorf et al. 2023). Possible risks can be minimized by methods such as obtaining data from secure sources, anonymizing data, multi-factor authentication, and differential privacy.

2. SECURITY THREATS TO LARGE LANGUAGE MODELS

Large language models that are trained on large amounts of data and constantly process this data can unintentionally learn and generate sensitive information and ultimately disclose private information, causing significant privacy concerns, especially in areas such as health and finance. It has been stated that the use of fine-tuned large language models in various applications requires additional security challenges, and that fine-tuning or adapting these pre-trained models to specific tasks may unintentionally expose them to exploitation of vulnerabilities and compromise the confidentiality, integrity or availability of sensitive information (Luo et al. 2023; Renaud et al. 2021). In particular, the use of open source language models in the public domain and even the use of community-trained models of these large language models on platforms such as Hugging Face and PyThorch Hub, which can be easily downloaded by users, may be seen as an advantage, but it can become a target point for malicious attackers in terms of reliability. Pre-existing vulnerabilities such as backdoor attacks, membership inference attacks, and model inversion attacks can be exploited against pre-trained or fine-tuned models to illegally obtain sensitive data (Yan et al. 2024). In large language models, attackers can exploit them by manipulating training data or fine-tuning procedures, introducing backdoors or vulnerabilities that compromise the security and effectiveness of the models. Despite being black-box models, large language models are susceptible to attacks where an attacker can infiltrate the training data pipeline and inject malicious data (Wu et al. 2024). Under the security threats heading, we will examine backdoor attacks, model inversion attacks, membership inference attacks, and data poisoning.

2.1. Backdoor Attacks

A backdoor attack on large language models is the introduction of a hidden backdoor that allows the model to function normally on benign instances but be ineffective on poisoned ones. Attackers can use backdoors to leak sensitive or private information processed by large language models. This may include personal data, confidential documents, or proprietary information, and may lead to privacy breaches and potential violations of data protection regulations. Backdoors allow attackers to manipulate the output of large language models, potentially leading to the generation of misleading or harmful content. This may have detrimental effects on users' privacy, especially if the manipulated content contains misinformation or malicious intent (Yan et al. 2024). The goal of backdoor attacks is to compromise model integrity. Once the attacker determines a trigger mode and target content, they aim to create a strong mapping between the two by modifying the training data or manipulating model parameters. When a trigger prompt is given, the compromised model will produce a predefined backdoor behavior. At the same time, the backdoored model will maintain benign predictions for clean prompts without the trigger (Wang et al. 2024).

Backdoor attacks aim to inject a limited number of poisoned samples into the training data of a model and inject a hidden model function, for example, to always predict a certain class in a classification problem or to produce a desired output in another problem. Detecting this type of model manipulation is difficult for users as the models work as expected on clean inputs. However, when the hidden backdoor function is activated, the model behaves as the attacker intended.

2.2. Model Inversion Attacks

Model inversion attacks aim to extract sensitive information about the training data of a pre-trained model, while posing a threat by reconstructing this information or generating texts containing private information contained in the training data. For a model inversion attack, it is usually assumed that the attacker has full access to the model and its parameters, and also has some generative models to generate samples from the training data space. Imagine an open source model trained to classify facial features such as hair or eye color. An attacker who successfully executes a model inversion attack can then generate synthetic facial images from the training data that reveal the identity of individuals (Hintersdorf et al. 2023).

2.3. Membership Inference Attacks

Membership Inference Attacks aim to determine whether a particular instance is part of the model's training data. These attacks typically exploit the fact that models tend to behave differently on the inputs they are trained on compared to inputs that are not. By analyzing the model's output probabilities or loss values, attackers can infer the presence of certain information in the training dataset. Another type of privacy attack attempts to infer which data samples were used to train a model. For example, suppose a hospital builds a model to predict whether future patients will get cancer based on their medical data. If an attacker gains access to the model and has a set of private data samples, they can infer whether a person's data was used to train the cancer prediction model. If the attack is successful, the attacker may only know that the person has cancer or that he was once a patient in that hospital. In the traditional setting of membership inference attacks, the attacker is interested in predicting whether a particular

instance, i.e. a particular image or text, is present in the training data. Having full access to an open source model makes membership inference attacks more feasible compared to closed source large language models held behind APIs. This is because the attacker can observe the intermediate activations of each input, making it easier to infer membership. As a result, open-source models can leak sensitive information about the data used for training. More importantly, this information about the training data is permanently encoded in the model weights. If private information is deleted from public network sites, it is often no longer fully accessible. However, if the model is trained on this data, it still contains information about the data and can be leaked to malicious users (Hintersdorf et al. 2023). Such attacks raise significant concerns for models trained on sensitive data, including medical or financial information, and disclosing membership can lead to serious privacy violations.

2.4. Data Poisoning

Data poisoning is the intentional inclusion of malicious samples in the training dataset with the intention of manipulating the learning outcome. Attackers introduce misleading or malicious data into the system by introducing minor changes that can bias the learning process. This causes the model to make incorrect decisions and produce misleading outputs. Large language models are typically trained on large datasets consisting of millions or even billions of data samples. Due to this large scale, human data auditing is completely impossible and requires trust in the integrity of these datasets. However, it has been shown that adding a small set of manipulated data to a model's training data can significantly affect its behavior. This dataset manipulation is called data poisoning, and for many applications, manipulating less than 10% of the available data is enough for the model to learn some additional, hidden functions (Hintersdorf et al. 2023). For example, adding certain expressions to the training data can cause the model to produce malicious outputs when these expressions are added to the input.

3. INTERNATIONAL LEGAL REGULATIONS

As mentioned above, the use of large language models, especially in the fields of health and finance, causes serious privacy concerns due to the processing of sensitive information. Regulations such as the General Data Protection Regulation (GPDR) in Europe and the KVKK (Personal Data Protection Law) in Turkey require strict regulations on issues such as data storage and data processing. In the event of a possible attack on models, especially open source large language models, the presentation of personally identifiable information (PII) used in the training of these models, which may lead to serious privacy violations if disclosed, without the consent of the person or the models may give unethical responses as a result of the attack is extremely worrying. While there are some regulations regarding these, they need to be developed.

3.1. GPDR (General Data Protection Regulation)

The General Data Protection Regulation (GDPR) officially, Regulation (EU) 2016/679, is a comprehensive data protection law that came into force on May 25, 2018. It was created by the European Union (EU) to strengthen and unify data protection for all individuals within the EU and the European Economic Area (EEA). In fact, by addressing the export of personal data

outside the EU and EEA regions, the GDPR extends its scope globally due to its applicability outside the laws of the country. Article 3 of the GDPR significantly extends the scope of EU data protection law beyond its borders by defining its territorial scope. The Regulation applies under the establishment criterion when a data controller or processor operates within the EU and under the targeting criterion when entities outside the EU offer goods or services to individuals in the EU or monitor their behavior. Even companies with no physical presence in the EU may fall within the scope of the GDPR if their activities involve EU individuals, and the Regulation also applies where Member State law is relevant under public international law (Feretzakis et al. 2025). The main objectives of the GDPR are to give individuals control over their personal data, to simplify the regulatory environment for international businesses by unifying data protection within the EU, and to increase corporate accountability for data protection. Its fundamental principles require that personal data be processed lawfully, fairly and transparently; that data be collected for specific, explicit and legitimate purposes; that only data necessary for those purposes be processed (data minimization); that personal data be kept accurate and up-to-date, that data be stored only for as long as necessary and that all processing be carried out securely, and that the data controller is responsible for ensuring compliance. Under regulations such as the GDPR in the European Union, personal data is defined as any information relating to an identified or identifiable natural person (data subject). This includes direct identifiers such as names and addresses, and indirect identifiers such as IP (Internet Protocol) addresses and biometric data. The GDPR emphasizes that identifiability can be context-based, meaning that even apparently anonymized data can be considered personal data if re-identification is possible in a specific context. Given the cross-border nature of large language models, the GDPR is an important regulatory framework for shaping AI governance globally as well.

3.2. Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA)

HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act), enacted in the United States in 1996, sets standards for protecting the security of individually identifiable medical records and other personal health information at the national level. The law applies to covered entities such as health plans, health care clearinghouses, and health care providers and their business associates. The HIPAA Privacy Rule lists protective conditions for individually identifiable health information, referred to as protected health information (PHI). The Security Rule describes the protective actions that must be in place to protect electronically protected health information (e-PHI), including administrative, physical, and technical security measures. These regulations impact the development and deployment of AI systems, particularly large language models that deal with large amounts of personal and sensitive data. Compliance challenges include ensuring data minimization, obtaining informed consent for data processing, and implementing techniques such as anonymization and pseudonymization to protect personal data. For organizations with an international presence, legal cross-border data transfer becomes a critical success factor. Failure to comply can lead to heavy fines under the GDPR and civil or criminal penalties under HIPAA (Feretzakis and Verykios 2024).

3.3. California Consumer Privacy Act (CCPA)

The California Consumer Privacy Act (CCPA), first introduced in 2018, gives consumers more control over the personal information businesses collect about them, and the CCPA regulations provide guidance on how to implement the law. It legislated that consumers have rights such as the right to know what personal information a business collects about them and how it is used and shared; the right to delete personal information collected from them (with some exceptions); the right to opt out of the sale or sharing of their personal information; and the right not to be discriminated against for exercising their CCPA rights. Subsequent updates have provided the right for a business to correct inaccurate personal information it has about them and the right to limit the use and disclosure of sensitive personal information collected about them. Businesses subject to the CCPA have various responsibilities, such as responding to consumer requests to exercise these rights and providing consumers with certain notices explaining their privacy practices. The CCPA has been stated to apply to many businesses, including data brokers.

3.4. The European Union's Artificial Intelligence Act (AI Act)

The EU's Artificial Intelligence Act (AI Act) was officially adopted on June 13, 2024, providing a harmonized regulatory framework for AI systems across the European Union. According to the Act, organizations must document and share detailed information about the functioning of AI systems. Thus, it is emphasized that traceability and explainability will increase. In addition, the Law mandated the establishment of compliance frameworks, requiring providers to maintain detailed technical documentation, register high-risk AI systems in an EU database, and conduct continuous monitoring and reporting to mitigate risks related to data accuracy, bias and security. Providers must clearly disclose when users interact with an AI system and ensure that risk management practices are in place, including comprehensive risk assessments. Data management is also critical. Training data must meet high standards of quality and fairness to prevent bias from persisting, and human oversight is essential, especially in critical decision-making contexts such as recruitment or credit assessments. It has been stated that organizations must overcome the overlaps between the AI Act and the GDPR and ensure compliance with both sets of regulations. This is understood to include maintaining detailed technical documentation for each AI system and implementing robust risk management and human oversight measures to ensure AI systems are deployed in a secure, transparent, and ethically sound manner. In summary, the AI Act represents an important step towards making AI systems, including large language models, safer and more transparent by requiring robust risk management, human oversight, and detailed documentation (Feretzakis et al. 2025).

4. PROTECTION STRATEGIES AND SOLUTIONS

4.1. Data Encryption

Encrypting data in transit involves using secure protocols such as HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure) to protect data as it moves across networks. This helps prevent unauthorized interception and access to data during transmission. Encrypting data ensures that stored data cannot be accessed without the appropriate decryption keys, protecting it from theft or unauthorized disclosure. In addition, the homomorphic encryption technique, which is a

cryptographic technique that allows calculations to be made on encrypted data without decryption, is another solution that ensures that sensitive data is protected throughout the collection process since the calculations are performed on ciphertexts instead of plaintexts (Aziz et al. 2023). Some companies have pioneered the use of homomorphic encryption, which enables encrypted data calculations without disclosing sensitive information in cloud services. Another method is the SMPC (Secure multi-party computation) system, which is especially applied by banks, where they can jointly analyze risk models without sharing customer data.

4.2. Access Controls

Access controls mean managing who can view or use data within large language models. These controls may include access controls implemented by the provider of an open source or closed source large language model, or access controls implemented by an organization that distributes a model for use by employees or customers. The use of authentication mechanisms such as multi-factor authentication (MFA) and the use of role-based access control (RBAC) systems can limit access to sensitive data based on user roles and responsibilities. This can minimize the risk of unauthorized access and potential data breaches. In addition, keeping strict access logs and monitoring access patterns can help to immediately detect and address anomalous behavior or potential security threats. Regular audits and reviews of access controls and permissions can ensure that only authorized users can access critical data, providing a secure environment for large language models.

4.3. Attacker Training for Model Security

Attackers may have various goals, such as financial gain, political manipulation, or the desire to weaken systems for personal satisfaction. They often aim to deceive models by creating specially designed inputs for these goals. Attacker training is a technique that involves exposing a large language model to potential attacks and incorporating these attack examples into the training process to increase its resilience. Robust model architectures focus on developing large language models that can withstand adversarial manipulation by incorporating defenses such as randomization and noise injection. Anomaly detection techniques aim to identify deviations from normal patterns and flag potential adversarial activities. These techniques are crucial to protect transformer-based systems from being manipulated and exploited by attackers. By exposing the large language model to these adversarial inputs during training, it is made more resilient and can correctly classify or detect potential attacks. Adversarial training helps the model learn from these adversarial examples and can effectively reduce its vulnerability to evasion attacks (Ogundairo and Broklyn 2024).

4.4. Differential Privacy

The application of differential privacy techniques during the training process can help protect individual data points. Differential privacy limits the impact of any single data point on the model's results by adding random noise to the training data or gradients, thus protecting against inference attacks. This approach can greatly reduce the likelihood of gradient leakage and membership inference attacks (Nguyen et al. 2024). Given that larger and more complex models

are more prone to leaking private information, differential privacy can have significant impacts on model utility.

5. CONCLUSION

Large Language Models (LLMs) continue to be one of today's most groundbreaking technological advances with their human-like inference capabilities, rapid development, and ability to provide instant solutions to a wide range of problems. Application areas ranging from virtual assistants to complex code development, from text translation to sentiment analysis demonstrate the potential of these models. However, the fact that these models constantly improve and learn from massive datasets has also brought with it serious security and privacy concerns.

The threats detailed in our study, such as backdoor attacks, model inversion attacks, membership inference attacks, and data poisoning, compromise the fundamental integrity, confidentiality, and reliability of LLMs. Especially in systems working with sensitive data (health, finance, law), vulnerabilities such as leakage of personally identifiable information (PII), misdirection, or malicious content generation are of great concern. For example, the deliberate spread of fake news or misinformation through the vulnerabilities of LLMs can have devastating effects on society and various sectors.

Against these threats, various protection strategies such as differential privacy, data encryption, access control, adversarial training, and secure multi-party computation (SMPC) have been developed and implemented. These strategies aim to reduce the sensitivity of the model's training data, prevent unauthorized access, and increase the model's resistance to malicious inputs. Advanced cryptographic techniques such as homomorphic encryption offer an important step forward in privacy protection by allowing data to be processed in encrypted form.

However, it is clear that these protection strategies can never provide complete and absolute security. Cybersecurity threats are constantly evolving, and adversarial attacks against LLMs are becoming increasingly sophisticated. This emphasizes the need for continuous development and updating of protection strategies.

Alongside technological solutions, it is vital to harmonize and strengthen legal and regulatory frameworks. Existing regulations such as GDPR, HIPAA, and CCPA have made significant strides in protecting personal data and ensuring privacy. The European Union's Artificial Intelligence Act (AI Act) has also made significant progress by providing a comprehensive framework for AI systems, including LLMs, on transparency, traceability, risk management, and human oversight. However, there is an inevitable need to continuously update and internationally harmonize these legal regulations in parallel with the rapid development of LLMs.

In the future, ensuring the security of LLMs will be possible not only through technical measures, but also through the adoption of ethical principles, transparent development processes, and interdisciplinary collaboration. A constant dialogue and collaboration between researchers, developers, policymakers, and users will allow us to exploit the potential of LLMs in a safe and responsible manner. This will allow us to fully exploit the benefits offered by large language models while minimizing potential risks.

REFERENCES

AI Act (The European Union's Artificial Intelligence Act), 2023. (Last updated: 19-02-2025).

Aziz, R., Banerjee, S., Bouzefrane, S., Le Vinh, T., Exploring homomorphic encryption and differential privacy techniques towards secure federated learning paradigm, 2023.

CCPA (California Consumer Privacy Act), 2018. (Updated on March 13, 2024).

Das, B.C., Amini, M.H., Security and Privacy Challenges of Large Language Models: A Survey, 2024.

Feretzakis, G. and Verykios, V.S., Trustworthy AI: Securing Sensitive Data in Large Language Models, 2024.

Feretzakis, G., Vagena, E. et al., GDPR and Large Language Models: Technical and Legal Obstacles, 2025.

GPDR (General Data Protection Regulation), 23.5.2018, 2016/679.

Hagiwara, M., Real-world natural language processing. Manning Publications, 2021.

HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act), The US Department of Health and Human Services, 1996.

Hintersdorf, D., Struppek, L., Kersting, K., Balancing Transparency and Risk: The Security and Privacy Risks of Open-Source Machine Learning Models, 2023.

Luo, L., Ning, J., Zhao, Y., Wang, Z., Ding, Z., Chen, P., Fu, W., Han, Q. Xu, et al., Taiyi: A bilingual fine-tuned large language model for diverse biomedical tasks, 2023.

Nguyen, T. T., Vu, H.T.T., Nguyen, H.N., Security, Privacy, and Ethical Challenges of Artificial Intelligence in Large Language Model Scope: A Comprehensive Survey, 2024.

Ogundairo, O., Broklyn, P., Adversarial Machine Learning for Cybersecurity Defense, 2024.

Renaud, K., Warkentin, M., & Westerman, G. (2023). From ChatGPT to HackGPT: Meeting the Cybersecurity Threat of Generative AI. MIT Sloan Management Review, 64(3), 1–4.

Wang, S., Zhu, T., Liu, B. at all., Unique Security and Privacy Threats of Large Language Model: A Comprehensive Survey, 2024.

Wu, X, Duan, R., Ni, J., Unveiling security, privacy, and ethical concerns of ChatGPT, 2024.

Yan, B., Li, K., Xu, M., On Protecting the Data Privacy of Large Language Models (LLMs): A Survey, 2024.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

MOBİL UYGULAMALAR: EKONOMİ VE TİCARETTE ÇEŞİTLİ ROLLERİ

FAHRETTİN TÜREDİOĞLU

Nişantaşı Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Sarıyer, İstanbul, Türkiye

E-Mail: turediogluf@gmail.com

ORCID ID: 0009-0003-3477-897X

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'de mobil uygulamaların ekonomi ve ticaret ekosistemi üzerindeki çok yönlü etkilerini sistematik bir yaklaşımla ele almaktadır. Dijital dönüşüm sürecini hızlandıran mobil uygulamalar, sadece birer teknoloji aracı olmanın ötesinde, ülke ekonomisinin genel yapısını etkileyen ve yönlendiren önemli unsurlar haline gelmiştir. Türkiye'de 2024 yılı itibarıyla e-ticaret hacminin 3,4 trilyon TL'ye ulaşmış olup, bu hacmin büyük bölümü mobil cihazlar aracılığıyla gerçekleşmiştir.

Mobil uygulamaların sunduğu erişilebilirlik, işlem hızı, kişiselleştirilmiş kullanıcı deneyimi ve operasyonel verimlilik avantajları, dijital ekonominin büyüme ivmesini doğrudan etkilemektedir. Tüketici davranışlarındaki paradigma değişimi, mobil platformların sağladığı etkileşimli çözümler ve gerçek zamanlı veri işleme kapasitesi ile yakından ilişkilidir. Kullanıcı arayüzü optimizasyonları, makine öğrenmesi tabanlı öneri sistemleri ve biyometrik ödeme yöntemleri gibi yenilikçi özellikler, tüketici deneyimini yeniden tanımlamaktadır.

İşletmeler açısından mobil uygulamalar, marka değerini artırma, müşteri elde tutma oranlarını yükseltme ve operasyonel maliyetleri düşürme gibi stratejik avantajlar sunmaktadır. Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerin (KOBİ) dijital dönüşüm süreçlerinde, mobil uygulamaların sağladığı düşük maliyetli pazarlama kanalları ve veri analitiği temelli karar destek sistemleri kritik rol oynamaktadır.

Yapay zekâ destekli algoritmaların mobil uygulama ekosistemine entegrasyonu, kullanıcı ihtiyaçlarının öngörülmesi ve kişiselleştirilmiş hizmet sunumu açısından yeni olanaklar yaratmaktadır. Bununla birlikte, veri mahremiyeti, siber güvenlik ve dijital etik konuları, bu dönüşüm sürecinin dikkatle yönetilmesi gereken boyutlarını oluşturmaktadır. Mobil teknolojilerin toplumsal kalkınma üzerindeki etkileri, finansal katılımın artırılması ve dijital okuryazarlık seviyelerinin yükseltilmesi bağlamında da değerlendirilmelidir.

Mobil uygulama ekonomisinin Türkiye'nin dijital dönüşüm stratejilerindeki merkezi konumu, önümüzdeki dönemde daha da belirgin hale gelecektir. Sürdürülebilir büyüme hedefleri doğrultusunda, mobil teknolojilerin iş modellerine entegrasyonu ve dijital altyapı yatırımları,

ülkenin rekabet gücünü artırmada kilit faktörler olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, mobil uygulama ekosisteminin gelişiminin, Türkiye'nin dijital ekonomi vizyonunun şekillenmesinde belirleyici rol oynayacağı açıktır.

Anahtar Kelimeler: Mobil uygulamalar, dijital dönüşüm, e-ticaret, mobil ticaret, kullanıcı deneyimi, yapay zekâ, Türkiye ekonomisi, tüketici davranışları.

1. MOBİL UYGULAMALAR: GENEL BİR BAKIŞ

Mobil uygulamalar, akıllı telefonlar ve tabletler gibi taşınabilir cihazlar aracılığıyla günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. İlk başlarda temel iletişim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kullanılan bu uygulamalar, teknolojik gelişmeler ve kullanıcı beklentilerinin artmasıyla birlikte eğitim, sağlık, finans, sosyal medya ve e-ticaret gibi pek çok alanda kapsamlı çözümler sunmaya başlamıştır (Duru, 2013). Mobil cihazların teknolojik olarak gelişmesi ve internetin hayatın her alanına girmesi, insanların alışkanlıklarını derinden etkilemiş; bu da mobil uygulamaları hem bireyler hem de işletmeler açısından önemli ve vazgeçilmez bir araç konumuna getirmiştir (Güler vd., 2017). Mobil uygulama teknolojisinin temelleri, 1990'lı yılların başlarında atılmış ve zamanla gelişerek günümüzün akıllı cihaz ekosisteminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu dönemdeki cihazlar, alarm, takvim ve hesap makinesi gibi temel işlevlere sahip önceden yüklenmiş uygulamalar içeriyordu. Bu basit uygulamalar, günümüzün gelişmiş yazılımlarının ilk örnekleri olarak kabul edilebilir (Funk & Methe, 2001; Xanthopoulos & Xinogalos, 2013). İnternetin gelişim süreci, 1960'larda ARPANET projesiyle başlamış ve 1980'lerde TCP/IP protokolünün standart hale gelmesiyle önemli bir ivme kazanmıştır. Mobil cihazların bu küresel ağa entegre olması 1990'ların sonunda gerçekleşmiş, 3G, 4G ve 5G gibi kablosuz iletişim teknolojilerindeki ilerlemeler, mobil uygulama ekosisteminin gelişmesine ve çeşitlenmesine zemin hazırlamıştır (Gönenç, 2003; Törenli, 2005).

Mobil uygulamaların tarihsel gelişimi, 2002 öncesi, 2002-2008 ve 2008 sonrası olmak üzere üç ana dönemde incelenebilir. 2002 öncesinde, WAP gibi sınırlı teknolojiler baskındı ve mobil uygulamalar cihazlara önceden yüklenmiş şekilde geliyor, sonradan indirilemiyordu (Clark, 2012). BlackBerry'nin 2002 ile 2008 yılları arasında sunduğu kablosuz e-posta hizmetleri, mobil cihazların iş hayatında kullanımını hızlandırmıştır. 2008 yılında Apple'ın iPhone'u piyasaya sürmesi ve App Store'u faaliyete geçirmesi, günümüz mobil uygulama dünyasının şekillenmesinde önemli bir kırılma noktası olmuştur. Steve Jobs'un da vurguladığı gibi, bu adım yazılım dünyasında devrim niteliğinde bir dönüşümün kapılarını aralamıştır (Ryan, 2016; Novac vd., 2017). Android işletim sisteminin yaygınlaşması ve Google Play'in ortaya çıkışı, uygulama ekosisteminin küresel çapta büyümesini hızlandırmıştır.

Mobil uygulama geliştirme süreci genellikle üç temel yöntem üzerine kuruludur: yerel (native), web tabanlı ve hibrit Yerel uygulamalar, yalnızca belirli bir mobil işletim sistemi için özel olarak geliştirilir. Örneğin, iOS için geliştirilen uygulamalar genellikle Swift ya da Objective-C ile, Android için olanlar ise Java veya Kotlin programlama dilleriyle yazılır. Bu uygulamalar,

cihazın donanımına doğrudan erişim sağlayarak yüksek performans sunar (Korf & Oksman, 2012). Web tabanlı uygulamalar, HTML5, JavaScript ve CSS gibi teknolojilerle oluşturulur, tarayıcı üzerinden çalışır ve platform bağımsızlığı sağlar. Ancak donanıma sınırlı erişim ve çevrimdışı çalışmadaki kısıtlamalar gibi dezavantajları vardır (Xanthopoulos & Xinogalos, 2013). Hibrit uygulamalar, hem iOS hem de Android cihazlarda çalışabilen, tek bir kod tabanıyla geliştirilen yazılımlardır. Bu sayede, hem yerel (native) uygulamaların performansını hem de web tabanlı uygulamaların esnekliğini bir araya getirirler.

Bu özellikleri sayesinde, özellikle birden fazla platformda çalışması gereken e-ticaret gibi projelerde hem zaman hem de maliyet açısından verimli bir tercih sunarlar (Xanthopoulos & Xinogalos, 2013). Mobil uygulama geliştirme sürecindeki farklı yöntemler Görsel 1'de özetlenmiştir. Bugün mobil uygulamalar, çoğunlukla Google Play ve Apple App Store gibi çevrim içi platformlar aracılığıyla kullanıcıların erişimine sunulmaktadır. 2018 yılı itibarıyla, Google Play'de yaklaşık 2.1 milyon, App Store'da ise 2 milyonu aşan uygulama yer almaktadır (Statista, 2019).



Görsel 1. Mobil Uygulama Geliştirme Süreçlerindeki Farklı Yöntemler

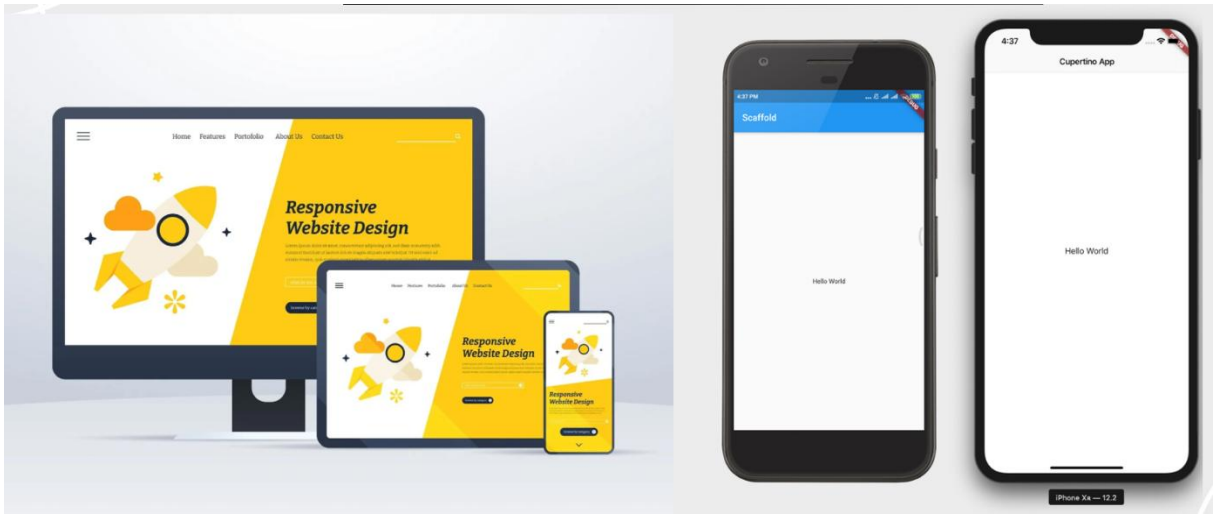
Ancak uygulama sayısındaki artış, keşfedilebilirlik sorununu beraberinde getirmiştir. Geliştiriciler, uygulamalarını doğru kategorilere yerleştirerek ve kullanıcı geri bildirimlerini dikkate alarak optimize etmek durumundadır (Bashir vd., 2019). Bunun yanı sıra, özellikle Google Play Store'da görülen sahte uygulamalar, kullanıcı güvenliğini tehdit eden önemli bir sorun haline gelmiştir. Netflix, Angry Birds ve bankacılık uygulamalarını taklit eden bu uygulamalar, kullanıcı verilerini çalmak ve kripto para madenciliği yapmak amacıyla kullanılmıştır (Eis vd., 2022). Bu durum, mağaza operatörlerinin denetim mekanizmalarını güçlendirmesini zorunlu kılmaktadır.

Mobil uygulamaların kullanıcı arayüzü (UI) tasarımı, kullanıcı deneyimi (UX) ile doğrudan ilişkilidir. Kullanıcıların uygulamayla ilk etkileşimini şekillendiren bu tasarım, yalnızca görsel bir unsur olmanın ötesinde, sistemle kullanıcı arasındaki iletişimin temelini oluşturur (Moreno, 2014). Mobil arayüz tasarımında pencereler, menüler, butonlar ve form öğeleri gibi grafik öğeler kullanılır. İkonlar ise Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) tarafından "ekran

üzerindeki grafik semboller" olarak tanımlanır ve uygulamanın görsel etkisini artırır (ISO, 2004). Bu öğelerin yerleşimi, renk seçimi ve erişilebilirliği, uygulamanın kullanılabilirliğini doğrudan etkiler.

Mobil arayüz tasarımında iki temel yaklaşım öne çıkar: uyarlamalı (adaptive) ve duyarlı (responsive) tasarım. Uyarlamalı tasarım, Aaron Gustafson'un 2011 yılında ortaya koyduğu bir yöntem olup, belirli ekran boyutları için önceden hazırlanmış sabit düzenler kullanır. Ancak bu yapı, farklı cihaz boyutlarına tam anlamıyla esneklik sağlayamayabilir (Stephens, 2017).

Duyarlı tasarım anlayışı, Ethan Marcotte'un 2010'daki "Responsive Web Design" makalesiyle gündeme gelmiştir. Bu yaklaşım**,** HTML **ve** CSS3 medya sorguları sayesinde web sitelerinin içeriğinin farklı ekran boyutlarına otomatik olarak uyum sağlamasını mümkün kılmıştır (Goodman, 2013). Mobil arayüz tasarımında iki temel yaklaşım olan uyarlamalı (adaptive) ve duyarlı (responsive) tasarım arasındaki fark Görsel 2'de görülmektedir.



Görsel 2. Responsive (duyarlı) ve Adaptive (uyarlamalı) Tasarım Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Mobil işletim sistemleri, taşınabilir cihazların donanımını ve yazılımını yöneten, cihazın çalışmasını sağlayan gelişmiş yazılım altyapılarıdır.. Bu sistemler, akıllı telefonlar, tabletler ve giyilebilir teknolojiler gibi cihazların donanımsal bileşenleriyle kullanıcı etkileşimini sağlayan kritik bir ara katman görevi üstlenir (Karakoç & Varol, 2016). Mobil işletim sistemlerindeki asıl devrim, 2007-2008 yılları arasında Apple'ın iOS ve Google'ın Android sistemlerini piyasaya sürmesiyle yaşanmıştır (Novac vd., 2017). Günümüzde bu iki sistem, geniş uygulama kütüphaneleri ve kullanıcı sadakati sayesinde pazarda hakim durumdadır. Ancak Huawei'nin HarmonyOS'i, özellikle Çin pazarında kayda değer bir büyüme göstererek potansiyel bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Küresel ölçekte etkili olabilmesi için uygulama ekosistemini genişletmesi ve Çin dışındaki pazarlarda kabul görmesi gerekmektedir (Karakoç & Varol, 2016).

2. EKONOMİ VE TİCARETTE DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, yalnızca belirli sektörlerde değil, genel anlamda ekonomik sistemin bütün yapısında dönüşüme yol açmıştır. Yeni ekonomi olarak adlandırılan bu yapının analizinde; "ağ ekonomisi", "bilgi ekonomisi", "ağırlıksız ekonomi" ve "e-ekonomi" gibi farklı kavramlar kullanılmakta, ancak bu terimlerin her biri, değişimin çok boyutlu doğasını yalnızca sınırlı bir çerçevede açıklayabilmektedir. Ekonomik sistemin yeniden yapılanma sürecinde, özellikle gelişmiş ülkelerde bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı sektörlerde yaşanan değişimler dikkat çekicidir. Bu dönüşüm, hem mikro hem makro düzeyde ekonomik kavramların içeriğini dönüştürmüş, birçok geleneksel anlayışın geçerliliğini yitirmesine neden olmuştur (Dilmen, 2018a, ss. 24-25).

Stephen Shepard, dijital dönüşümün arkasındaki iki temel dinamiği açıklarken, bu sürecin küresel ölçekteki etkilerine işaret etmektedir. Shepard'a göre, birincil faktör ekonomik faaliyetlerin küreselleşmesi, yani ülkeler arasında üretim ve tüketimin artan karşılıklı bağımlılığıdır. İkincisi ve daha belirleyici olan etken ise bilgisayar ve internet teknolojilerindeki büyük ilerlemelerdir. Bu teknolojik ilerleme, yalnızca sanayi üretimini değil, aynı zamanda iş süreçlerini ve ekonomik ilişkilerin yapısını köklü bir şekilde değiştirmiştir. Bu iki olgunun birleşimi, sanayi devriminden bu yana yaşanan en büyük ekonomik dönüşüm olarak değerlendirilmektedir (Shepard, akt. Telli Yamamoto, 2013).

Bugün dijitalleşmenin en dikkat çekici sonuçlarından biri, ekonomik yapının bilgi temelli bir hale dönüşmesidir. Dijital araçlar sayesinde ekonomik faaliyetler, kesintisiz ve karşılıklı etkileşimlere dayanan dinamik bir yapıya kavuşmuştur. Bu bağlamda elektronik ticaretin yükselişi, dijital çağın ekonomik yapısında köklü bir değişimin göstergesidir. Elektronik ticaret, mal ve hizmetlerin dijital platformlar aracılığıyla alınıp satılmasını ifade eden bir sistem olarak ortaya çıkmış ve modern ekonominin temel taşlarından biri haline gelmiştir (Telli Yamamoto, 2013).

Elektronik ticaretin tarihsel gelişimi, yalnızca internet ile başlamamış; televizyon, telefon ve faks gibi geleneksel araçların da erken dönem e-ticaret uygulamalarında kullanıldığı görülmüştür (Marangoz, 2018). Ancak günümüzde e-ticaretin temel dayanağını, internet bağlantısı üzerinden akıllı telefon ve bilgisayar gibi araçlarla gerçekleştirilen işlemler oluşturmaktadır (Telli Yamamoto, 2013). Bu dönüşüm, tüketici davranışlarını da köklü bir biçimde değiştirmiş, çevrimiçi alışveriş alışkanlıklarının yaygınlaşmasına neden olmuştur (Ekin, 1998).

Elektronik ticaretin yaygınlaşmasıyla birlikte "sanal alışveriş", "çevrimiçi pazar" gibi kavramlar da ekonomi literatürüne girmiştir. Mobil teknolojiler sayesinde tüketiciler, ürün ve hizmetlere her yerden ve her zaman erişebilmekte; bu durum, geleneksel ticaretin sınırlarını aşan yeni bir tüketim kültürünü ortaya çıkarmıştır (Telli Yamamoto, 2013). Bu gelişmeler, işletmelerin dijitalleşme süreçlerini hızlandırmış ve e-ticaretin ekonomideki payı giderek artmıştır (Ekin, 1998).

Geleneksel ve elektronik ticaret arasında yapısal ve operasyonel anlamda belirgin farklar bulunmaktadır. Geleneksel ticaret fiziksel mekâna dayalıdır ve işlemler çoğunlukla yüz yüze gerçekleşir. Buna karşın, elektronik ticaret dijital ortamda çeşitli online ödeme yöntemleriyle gerçekleştirilir. Elektronik ticaret, coğrafi sınırları ortadan kaldırarak küresel pazarlara erişim imkânı sunarken; geleneksel ticaret, fiziksel mağazanın bulunduğu lokasyonla sınırlı kalmaktadır (Laudon & Traver, 2017). Dijital pazarlamada hedefli reklamcılık teknikleri kullanılırken, geleneksel yöntemler daha çok yerel ilanlara ve fiziksel reklamlara dayanmaktadır (Turban vd., 2018). Ayrıca, dijital platformlar sayesinde 7/24 hizmet sunumu mümkün hale gelmiştir. Bu durum, müşteri memnuniyetini artırmakta ve işletmelerin maliyetlerini azaltmaktadır (Turban vd., 2018, s. 22).

Elektronik ticaret, farklı taraflar arasındaki işlemlere göre çeşitli modellere ayrılır. İşletmeden tüketiciye (B2C) modelinde, firmalar ürün veya hizmetlerini doğrudan bireysel müşterilere sunar ve özellikle artan internet erişimiyle bu model hızlı bir büyüme göstermiştir. İşletmeden işletmeye (B2B) modelinde ise ticari faaliyetler iki şirket arasında gerçekleşir; bu işlemler genellikle toptan satış, tedarik zinciri yönetimi ve kurumsal hizmetleri kapsar ve küresel e-ticaret hacminin yaklaşık %85'ini oluşturur (Turban vd., 2018, s. 126). Tüketiciden tüketiciye (C2C) modelinde bireyler, çevrimiçi platformlar aracılığıyla karşılıklı ürün veya hizmet alım-satımı yapar. Ayrıca, tüketiciden işletmeye (C2B) modelinde ise bireyler, firmalara ürün, hizmet veya geri bildirim sağlayarak değer yaratırlar; bu model özellikle dijital içerik üreticileri ve serbest çalışanlar arasında yaygındır (Turban vd., 2018). Elektronik ticaretin farklı iş modeli çeşitleri Görsel 3'te gösterilmiştir. Bu görsel, B2C, B2B, C2C ve C2B modellerinin birbirleriyle olan ilişkilerini ve temel özelliklerini görsel olarak sunar.



Görsel 3. Elektronik Ticarette Başlıca İş Modeli Çeşitleri ve Taraflar Arası İlişkiler. B2C, İşletmeden Tüketiciye; B2B, İşletmeden İşletmeye; C2C, Tüketiciden Tüketiciye; C2B İse Tüketiciden İşletmeye Modeli Temsil Eder

Mobil ticaret, özellikle akıllı telefonlar ve tabletler aracılığıyla yapılan ticari faaliyetleri kapsar. Bu alt kategori, 4G ve 5G teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte ciddi bir büyüme göstermiştir (Turban, Outland & King, 2018, s. 208). Dijital alışkanlıkların değişmesi ve mobil uygulamaların çeşitlenmesi, mobil ticareti çağın vazgeçilmez bir bileşeni haline getirmiştir.

Pandemi sonrası dönemde, küresel e-ticaret hacminde %30'luk bir artış yaşanmıştır (Statista, 2023). Shopify ve WooCommerce gibi platformların sunduğu kolaylıklar sayesinde, küçük ölçekli girişimciler bile uluslararası pazarlara erişim sağlayabilmektedir. Ancak tüm bu avantajlara rağmen, elektronik ticaretin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunların başında, fiziksel temas eksikliği nedeniyle oluşan güven sorunu gelmektedir. Özellikle lüks ve kişiye özel ürünlerde, tüketiciler ürünü fiziksel olarak incelemeden satın almaktan çekinebilmektedir (Turban vd., 2018).

Teknik altyapı yetersizlikleri de ciddi bir sorundur. Örneğin Shopify gibi platformlarda yaşanan hizmet kesintileri, firmaların saatlik bazda on binlerce dolarlık kayıplar yaşamasına neden olabilmektedir (Forbes, 2022). Bu kesintiler, alışveriş yoğunluğunun arttığı dönemlerde daha da kritik bir hal almaktadır. Ayrıca lojistik alanında yaşanan sorunlar da dikkat çekicidir Kargo şirketlerinde meydana gelen aksaklıklar, teslimat süreçlerini geciktirerek müşteri memnuniyetini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durum, özellikle kırsal bölgelere yapılan teslimatlarda daha belirgin şekilde hissedilmektedir (TÜSİAD, 2023).

3. MOBİL UYGULAMALARIN EKONOMİ VE TİCARETTE KULLANIMI

Mobil uygulamalar, dijitalleşmenin en somut göstergelerinden biri olarak günümüz ekonomi ve ticaret sisteminde önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle e-ticaret sektörünün gelişmesinde mobil uygulamaların sunduğu hızlı, kullanıcı dostu ve erişilebilir çözümler, hem ekonomik büyümeyi hem de istihdamı desteklemektedir. E-ticaretin mal ve hizmetlerin dijital platformlar aracılığıyla alınıp satılması olarak tanımlandığı günümüzde bu yapının temel taşı haline gelen mobil uygulamalar, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde dijital ekonominin itici gücü olmuştur (Yaman vd., 2018).

2019 yılında Türkiye'de e-ticaretin toplam hacmi 136 milyar TL iken, 2023 yılı itibarıyla bu rakam 1,85 trilyon TL'ye kadar yükselmiş ve toplam ticaret içindeki oranı %20,3'e ulaşarak dikkat çekici bir büyüme göstermiştir (Ticaret Bakanlığı, 2024). Bu hızlı büyümenin başlıca nedenleri arasında mobil uygulamaların yaygın kullanımı, dijital ödeme yöntemlerinin ilerlemesi ve mobil cihazlara kolay erişimin artması bulunmaktadır. Mobil uygulamalar, tüketicilere zaman ve mekân kısıtlaması olmaksızın erişim imkânı sunarak e-ticaret hacmini artırmakta, böylece gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH) içindeki dijital ekonomi payının (E-GSYH) %6,8'e ulaşmasına katkı sağlamaktadır (Ticaret Bakanlığı, 2024).

Mobil uygulamaların ekonomik etkisi yalnızca elde edilen satış gelirleriyle sınırlı değildir; aynı zamanda oluşturduğu iş alanlarıyla da önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de 2023 yılı itibarıyla, e-ticaret alanında yaklaşık 139 bin kişinin doğrudan istihdam edildiği öngörülmektedir (Digital Türkiye 2030, 2023). Lojistik, yazılım geliştirme, müşteri ilişkileri ve dijital pazarlama gibi alanlarda yeni iş kollarının ortaya çıkması, mobil uygulamaların dolaylı etkilerinin de altını çizmektedir (Can, 2019).

Mobil uygulamalar, işletmeler için hem pazarlama aracı hem de gelir artırıcı bir platform olarak önemli işlevler üstlenmektedir. Kullanıcılarla doğrudan iletişim kurma imkânı, kişiselleştirilmiş kampanyalar oluşturma, sadakat programları ve etkileşimli içerik sunma gibi

özellikler, marka bağlılığını güçlendirmektedir (Uygurtürk & Topçuoğlu, 2022). Örneğin, Amazon'un basitleştirilmiş ödeme sistemi, kullanıcıların tekrar alışveriş yapma oranını artırmakta; benzer şekilde, uygulama içi promosyonlar ve paylaşılabilir kampanyalar sayesinde ağızdan ağıza pazarlama etkisi yaratılmaktadır (Copeland, 2016; Uyar, 2019).

Toplumsal düzeyde ise mobil uygulamalar, dijitalleşmenin kapsayıcı niteliğini yansıtmaktadır. Anlık mesajlaşma ile hızlı iletişim imkânı sunmaları, zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaları ve eğlence amaçlı içerikler sunarak kullanıcıların dijital dünyayla daha fazla etkileşimde bulunmalarına olanak tanımaları, bu katkılar arasında sayılabilir. Gelişmekte olan ülkelerde bilgi teknolojilerine olan erişimin artışı, büyük ölçüde mobil uygulamaların daha geniş kitlelere ulaşmasıyla paralel bir gelişim göstermektedir. Bu durum, dijital dönüşüm sürecinin temel dinamiklerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Özdamar Keskin & Kılınç, 2015).

Mobil uygulamalar, tüketici davranışlarını da köklü biçimde değiştirmiştir. Mobil cihazlar üzerinden alışveriş yapmak, hem kullanım kolaylığı hem de zaman tasarrufu sağlamaktadır. Özellikle 25-36 yaş arası bireylerin e-ticaret hacminin yarısından fazlasını oluşturduğu ve bu grubun büyük oranda mobil uygulamaları tercih ettiği görülmektedir (Deloitte, 2024). E-ticaret işlemlerinin %70'inden fazlası mobil cihazlar üzerinden gerçekleşmekte; akşam saatleri (18:00-00:00) ise harcamaların en yoğun olduğu zaman aralığı olarak öne çıkmaktadır (KPMG, 2024; We Are Social, 2024).

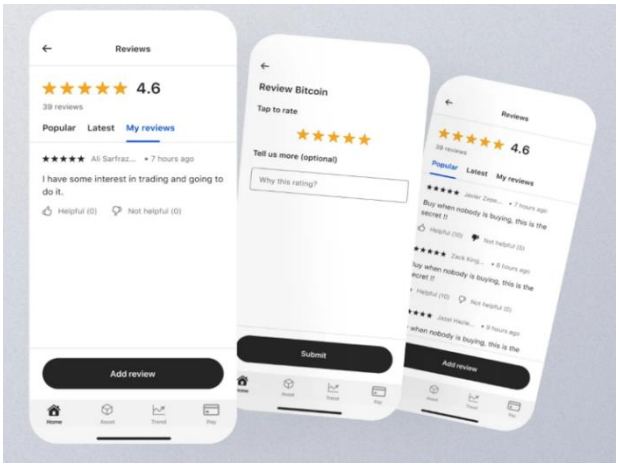
Mobil uygulamalar aynı zamanda yeni iş modellerinin gelişmesini mümkün kılmıştır. Abonelik temelli hizmetler, paylaşım ekonomisine dayalı sistemler ve hızlı teslimat odaklı girişimler, mobil uygulamaların sunduğu esneklik sayesinde yaygınlaşmıştır (BCG, 2024). Mobil cihazlar üzerinden dijital içerik platformlarına erişim, kullanıcıların diledikleri zaman ve mekânda hizmetlere ulaşabilmesini mümkün kılarak kesintisiz bir deneyim sunmaktadır. Bu iş modelleri, Türkiye'de genç ve teknolojiye yatkın kesimlerin taleplerine doğrudan yanıt vererek ekonomik dinamizmi artırmaktadır (Forbes, 2024).

Mobil e-ticaret uygulamaları, sade ve kullanıcı odaklı tasarımları, pratik ödeme seçenekleri ve kullanıcıya özel ürün tavsiyeleri sayesinde satışa dönüşme oranlarını belirgin şekilde yükseltmektedir Moda gibi sektörlerde sanal deneme teknolojileri, Ürünlerin çeşitli açılardan görüntülenebilmesi gibi yöntemler (örneğin 360° görseller), tüketicilerin satın alma sürecini kolaylaştırmakta ve güvenlerini artırarak iade oranlarının düşmesine katkı sağlamaktadır (Shopify, 2024; Econsultancy, 2024).

Mobil ödeme sistemleri, dijital ekonominin genişlemesinde önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de QR kodla ödeme, dijital cüzdanlar gibi çözümler sayesinde kullanıcıların hem küçük hem büyük ölçekli işlemleri kolaylıkla gerçekleştirmeleri sağlanmaktadır (PwC, 2024). Bu sistemler, kullanıcı güvenliği açısından gelişmiş şifreleme teknikleri ve doğrulama süreçleriyle desteklenmekte, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin finansal erişimini kolaylaştırmaktadır (Gartner, 2024).

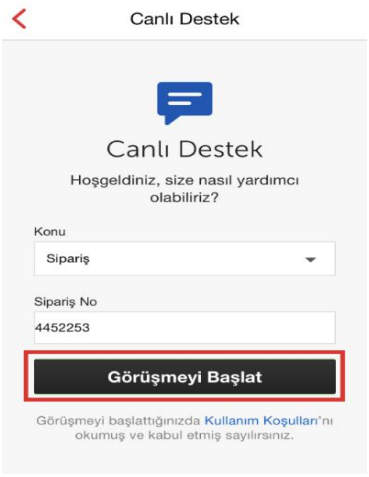
Kullanıcıların mobil uygulamalar aracılığıyla yorum yapma ve yıldız puanı verme gibi etkileşimlerde bulunması, firmalar açısından önemli bir geri bildirim mekanizması oluşturur

Mobil uygulamalar sayesinde işletmeler, kullanıcı geri bildirimlerini sistematik biçimde toplayarak hizmet kalitesini değerlendirme, ürünlerindeki sorunlu alanları tespit etme ve genel müşteri deneyimini geliştirme şansı elde eder. Ayrıca, bu değerlendirmeler diğer kullanıcıların satın alma kararlarını doğrudan etkileyerek marka güvenilirliği üzerinde de belirleyici bir rol oynar. Mobil uygulamalarda yer alan kullanıcı yorumları, potansiyel kullanıcıların uygulamaya olan güvenini şekillendirmekte ve uygulamayı indirme ya da kullanma kararlarını doğrudan etkilemektedir. Bu etkileşim biçimi, sadece hizmet kalitesinin artırılmasıyla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda dijital pazarlama stratejilerinin şekillenmesine de katkı sağlamaktadır. Görsel 4 üzerinden, mobil uygulama arayüzünde yer alan kullanıcı değerlendirme ekranı açıkça görülebilmektedir.



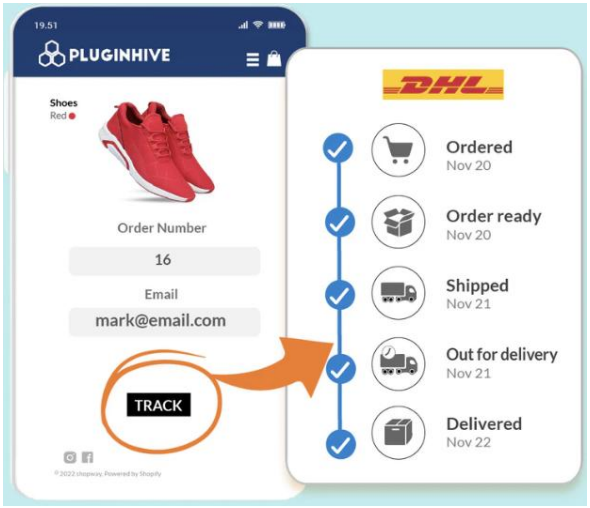
Görsel 4**.** Bir mobil uygulamada kullanıcıların yıldız puanı vererek ve metinsel yorum yazarak geri bildirimde bulunabildikleri yorum yapma ekranına ait arayüz görüntüsü.

Mobil uygulamalar, sundukları kesintisiz müşteri hizmetleri sayesinde kullanıcıların ihtiyaç duyduğu her an destek alabilmesini mümkün kılar. Özellikle 7/24 erişilebilir yardım sistemleri, tüketicilerin karşılaştığı sorunlara hızlı çözümler sunarak kullanıcı deneyimini iyileştirmekte ve memnuniyet düzeyini artırmaktadır. Canlı sohbet robotları (chatbotlar), sıkça sorulan sorular (SSS) bölümleri ve anlık bildirimlerle destek hizmetleri, müşteriyle işletme arasındaki etkileşimi güçlendirmekte ve sadakat oluşturmada önemli rol oynamaktadır. Bu durum, görsel 5'te açıkça görüldüğü gibi, mobil uygulamalarda canlı destek arayüzlerinin kullanıcıya sağladığı hızlı ve etkili çözümlerle desteklenmektedir.



Görsel 5. Mobil uygulamalarda 7/24 erişilebilir canlı destek ve chatbot örneği arayüzü. Bu sistemler, müşteri hizmetlerinin hız ve kalitesini artırarak kullanıcı memnuniyetini yükseltir.

Mobil uygulamaların tedarik zinciri ve lojistik süreçlerdeki etkisi de göz ardı edilemez. Kargo takibi, rota optimizasyonu ve gerçek zamanlı bildirimler sayesinde lojistik operasyonlar daha verimli hale gelmiştir. Büyük şehirlerde aynı gün teslimat oranlarının %80'in üzerine çıkması, mobil uygulamaların bu alandaki katkısını açıkça göstermektedir (Statista, 2024). Bunun yanı sıra, artan şeffaflık düzeyi, tüketicilerin güven duygusunu güçlendirmektedir (DHL, 2024). Bu durum, Görsel 6'da açıkça görüldüğü üzere, mobil uygulamaların sunduğu canlı destek arayüzleri sayesinde kullanıcıların anında ve etkili çözümler alabilmesiyle desteklenmektedir.



Görsel 6. Mobil Uygulamalar ile Tedarik Zinciri ve Lojistik Süreçlerinin İyileştirilmesi

Mobil uygulamaların sunduğu veri analiz kabiliyeti, hedefli pazarlama stratejilerinin daha etkin biçimde uygulanmasına olanak tanımaktadır. Markalar, push bildirimleri**,** konum tabanlı kampanyalar **ve** kişiselleştirilmiş reklamlar aracılığıyla hedef kitlelerine doğrudan ulaşabilir (HubSpot, 2024). Bu stratejiler, özellikle moda, teknoloji ve kozmetik gibi sektörlerde tüketici davranışlarını etkilemekte ve satışları artırmaktadır.

Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler) açısından mobil uygulamalar, dijital dönüşüm sürecinde önemli avantajlar sağlayarak yeni pazarlara ulaşma ve rekabet gücünü artırma imkânı sunmaktadır. Yerli e-ticaret platformlarında aktif olan 540.000 işletme, mobil kanallar aracılığıyla daha geniş kitlelere ulaşmakta ve ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır (TÜBİSAD, 2024). Özellikle sosyal medya platformları üzerindeki mağaza entegrasyonları sayesinde KOBİ'ler, düşük maliyetle yüksek erişim imkanına kavuşmakta ve bu durum onların rekabet gücünü artırmaktadır (World Bank, 2024).

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Türkiye'de mobil uygulamalar, ekonomik ve ticari ekosistemi dönüştüren temel bir güç olarak ortaya çıkar. Dijitalleşme sürecini hızlandıran bu uygulamalar, teknolojik yeniliklerin ötesinde, ekonomik büyümeyi destekleyen, tüketici alışkanlıklarını yeniden tanımlayan ve işletmelerin rekabet kapasitesini güçlendiren stratejik araçlar haline gelir. 2024 yılında e-ticaret hacminin 3,4 trilyon TL'ye ulaşması ve bu işlemlerin büyük ölçüde mobil platformlar üzerinden gerçekleşmesi, mobil teknolojilerin ekonomik yapıda oynadığı belirleyici rolü vurgular.

Mobil uygulamaların sağladığı kullanıcı dostu arayüzler, hızlı işlem kapasitesi ve kişiselleştirilmiş hizmetler, dijital ekonominin genişlemesinde kritik bir itici güçtür. Yapay zekâ tabanlı sistemlerin entegrasyonu, kullanıcı taleplerinin daha etkin karşılanmasını sağlarken, veri güvenliği ve dijital etik gibi konular, bu alandaki büyümenin sürdürülebilirliği için dikkatle ele alınması gereken meseleler olarak belirir. Küçük ve orta ölçekli işletmeler (KOBİ'ler), mobil uygulamaları kullanarak dijitalleşme süreçlerini hızlandırır. Bu uygulamaların sunduğu uygun maliyetli pazarlama imkanları ve gelişmiş analitik çözümler sayesinde KOBİ'ler, yerel ekonomileri küresel pazarlarla daha kolay bir şekilde birleştirir.

Toplumsal bağlamda, mobil uygulamalar dijital katılımı artırarak finansal erişimi ve bilgi teknolojilerine ulaşımı yaygınlaştırır. Lojistik süreçlerdeki yenilikler, özellikle gerçek zamanlı takip ve hızlı teslimat hizmetleri, tüketici güvenini pekiştirirken işletmelerin verimliliğini yükseltir. Ancak, sahte uygulamalar ve altyapı eksiklikleri gibi zorluklar, mobil ekosistemin güvenilirliğini gölgeleyen unsurlar olarak ön planda yer alır.

Türkiye'nin dijitalleşme hedefleri doğrultusunda, mobil uygulamalar ekonomik ve toplumsal kalkınmada kilit bir rol oynamaya devam edecektir. Bu teknolojilerin potansiyelini tam anlamıyla gerçekleştirmek için, altyapı yatırımlarının artırılması, düzenleyici politikaların güçlendirilmesi ve etik ilkelerin benimsenmesi gerekir. Mobil uygulama ekosisteminin gelecekteki gelişimi, Türkiye'nin küresel dijital ekonomideki konumunu güçlendirerek yenilikçi iş modellerinin önünü açacaktır. Bu doğrultuda, mobil teknolojilerin ekonomik ve sosyal etkilerinin daha ayrıntılı incelenmesi, hem akademik çalışmalara hem de politika yapım süreçlerine değerli katkılar sağlar.

KAYNAKÇA

[1] BCG, *Digital Economy Outlook 2024*, 2024.

[2] Can, B., "E-Ticaret ve Mobil Uygulamalar Üzerinden İstihdam Artışı," *Ekonomi ve Teknoloji Dergisi*, cilt 11, sayı 2, ss. 55–68, 2019.

[3] Copeland, M., *Mobile Apps for Business Success*, Harvard Business Review Press, 2016.

[4] Deloitte, *Digital Consumer Trends Survey – Turkey*, 2024.

[5] Dijital Türkiye 2030, *Türkiye Dijital Ekonomi Raporu*, Ankara: Dijital Dönüşüm Ofisi Yayınları, 2023.

[6] DHL, *The Future of Logistics: Mobile-Driven Supply Chains*, 2024.

[7] Econsultancy, *Mobile Commerce Conversion Benchmarks Report*, 2024.

[8] Forbes, *The Rise of Mobile-First Business Models*, 2024.

[9] Gartner, *Digital Payment Security Trends*, 2024.

[10] HubSpot, *State of Inbound Marketing Report*, 2024.

[11] KPMG, *Türkiye E-Ticaret Pazarı ve Tüketici Davranışları Analizi*, 2024.

[12] McKinsey, *The Acceleration of Online Shopping Post-COVID-19*, 2023.

[13] Özdamar Keskin, N. ve Kılınç, E., "Mobil Öğrenme ve Gelişmekte Olan Ülkeler Üzerine Bir Değerlendirme," *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, cilt 5, sayı 2, ss. 35–49, 2015.

[14] PwC, *Mobile Payments and Financial Inclusion Report*, 2024.

[15] Shopify, *How Mobile Apps Improve Conversion and Lower Returns*, 2024.

[16] SimilarWeb, *Top E-Commerce Apps in Turkey*, 2024.

[17] Statista, *Mobile E-Commerce Market Size and Forecast*, 2024.

[18] Ticaret Bakanlığı, *Türkiye E-Ticaret Verileri 2023 Raporu*, 2024.

[19] TÜBİSAD, *Türkiye'de E-Ticaretin Ekonomik Katkısı Raporu*, 2024.

[20] Uygurtürk, H. ve Topçuoğlu, E., "Mobil Uygulamalar Üzerinden Marka Sadakati Oluşturma," *Pazarlama ve İletişim Araştırmaları Dergisi*, cilt 5, sayı 1, ss. 77–90, 2022.

[21] Uyar, M., "Dijital Pazarlamada Mobil Uygulamaların Etkisi," *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*, cilt 18, sayı 1, ss. 121–138, 2019.

[22] We Are Social, *Digital 2024: Turkey Report*, 2024.

[23] World Bank, *SMEs and Digital Transformation in Emerging Markets*, 2024.

[24] Yaman, N. vd., *Dijital Tüketici ve E-Ticaret*, İstanbul: Beta Yayınları, 2018.

[25] Bashir, M. vd., *Mobile App Stores: Challenges and Opportunities*, 2019.

[26] Clark, J., *The Evolution of Mobile Applications*, 2012.

[27] Duru, A., *Mobil Teknolojiler ve Uygulamalar*, 2013.

[28] Eis, S. vd., *Security Threats in Mobile App Ecosystems*, 2022.

[29] Funk, J. L. ve Methe, D. T., "Market- and Committee-Based Mechanisms in the Creation and Diffusion of Global Industry Standards: The Case of Mobile Communication," *Research Policy*, 2001.

[30] Gönenç, S., *İnternetin Tarihsel Gelişimi*, 2003.

[31] Goodman, D., *Responsive Design: Principles and Practices*, 2013.

[32] Güler, E. vd., *Mobil Uygulamaların Sosyo-Ekonomik Etkileri*, 2017.

[33] ISO, *Ergonomics of Human-System Interaction*, 2004.

[34] JetRuby Agency, *The History of Mobile Applications*, 2017.

[35] Karakoç, E. ve Varol, A., *Mobil İşletim Sistemleri ve Geleceği*, 2016.

[36] Korf, R. ve Oksman, V., "Native vs. Hybrid Mobile Apps: A Comparative Study," 2012.

[37] Moreno, A., *UI/UX Design for Mobile Applications*, 2014.

[38] Novac, O. vd., *The Impact of iOS and Android on Mobile Technology*, 2017.

[39] Ryan, T., *The App Store Revolution*, 2016.

[40] Stephens, R., *Adaptive Design in Mobile Development*, 2017.

[41] Statista, *Number of Mobile Apps Available in Leading App Stores*, 2019.

[42] Törenli, N., *Kablosuz İletişim Teknolojileri*, 2005.

[43] Xanthopoulos, S. ve Xinogalos, S., "A Comparative Analysis of Cross-platform Development Approaches for Mobile Applications," 2013.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

MODELING THE EFFECT OF 3D PRINTING PARAMETERS ON SURFACE QUALITY USING MACHINE LEARNING AND OPTIMIZATION ALGORITHMS

Assoc. Prof. Dr. TUĞÇE TEZEL [1], Prof. Dr. VOLKAN KOVAN [2]

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Akdeniz University,
tugcetezel@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0139-442X

[2] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Akdeniz University,
kovan@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0599-525X

ABSTRACT

The increasing demand for precision and process efficiency in additive manufacturing (AM) has driven the integration of data-driven techniques into parameter optimization. This study focuses on Fused Deposition Modeling (FDM) and investigates how key process parameters - nozzle diameter, layer thickness, and printing orientation - affect surface roughness, a critical indicator of part quality. Unlike conventional experimental studies, this work utilizes previously validated experimental data and applies machine learning (ML) and optimization algorithms to model and improve surface finish outcomes.

A Random Forest regression model was trained using structured input-output data derived from systematically varied printing conditions. The model achieved high predictive accuracy (R^2 = 0.95), identifying layer thickness as the most influential parameter, followed by nozzle diameter and printing orientation. Feature importance analysis and prediction-validation comparison confirmed the robustness of the model. Furthermore, the trained model was integrated with a grid-based optimization approach to identify parameter combinations yielding minimum roughness.

The results demonstrate the effectiveness of ML in capturing nonlinear relationships in FDM processes and highlight its potential for intelligent process planning. This hybrid framework of empirical data, predictive modeling, and optimization contributes to the development of adaptive decision-support systems in AM and sets the groundwork for future applications involving multi-objective optimization and real-time control.

Keywords: Fused Deposition Modeling, Surface Roughness, Machine Learning, Process Optimization, Random Forest Regression

1. INTRODUCTION

Additive Manufacturing (AM), particularly Fused Deposition Modeling (FDM), has emerged as a vital technology in modern manufacturing due to its capability to rapidly prototype complex geometries with cost-effectiveness and design flexibility. Industries including aerospace, automotive, and biomedical have increasingly adopted AM, recognizing its potential to

revolutionize manufacturing paradigms through enhanced customization and reduced production cycles.

Among critical parameters influencing the quality of FDM-produced parts, nozzle diameter, layer thickness, and printing orientation play pivotal roles. Nozzle diameter significantly impacts the surface roughness of printed components; smaller nozzle diameters, such as 0.2 mm, typically yield finer extrusion lines, thereby improving surface smoothness but at the expense of prolonged printing durations. Conversely, larger nozzles, around 0.8 mm, expedite production but typically compromise surface finish (Watson et al., 2024; Yang et al., 2019). Optimization studies employing statistical methodologies like the Taguchi method and advanced algorithms such as War Strategy Optimization (WSO) have confirmed these effects, highlighting the necessity of balancing surface quality and production efficiency (Gholipour et al., 2024; Nangare & Chavan, 2023).

Layer thickness similarly plays an essential role in determining dimensional accuracy. Studies consistently report that thinner layers (around 0.1 mm) significantly improve dimensional accuracy across different materials, such as PLA and ABS, and across printing technologies including FDM and DLP. However, thinner layers often negatively affect mechanical properties due to increased printing complexity and process duration (Tattimbetova et al., 2024; Shergill et al., 2023; Hanon et al., 2021). The balance between dimensional accuracy and mechanical properties remains a critical consideration, necessitating careful parameter selection tailored to specific application requirements.

Recent advancements in optimization algorithms and machine learning (ML) techniques have markedly enhanced the efficacy of parameter optimization in AM processes. ML techniques such as neural networks, random forests, and XGB regressors have proven highly effective in predicting mechanical and surface properties, significantly reducing empirical trial-and-error approaches (Fu et al., 2021; Liu et al., 2024; Mulugundam et al., 2025). Furthermore, multi-objective optimization algorithms, including genetic algorithms, particle swarm optimization (PSO), and reinforcement learning, have enabled simultaneous optimization of multiple conflicting objectives, such as print quality, mechanical strength, and build time (Gulia & Nargundkar, 2024; Günaydın & Yıldız, 2024; Yodo & Dey, 2022). Additionally, novel approaches incorporating fractal theory and AI-based methods have further expanded AM capabilities, enabling sophisticated design optimization and improved manufacturing precision (Schmirler et al., 2025; Alghamdi, 2025).

Despite extensive research, literature lacks comprehensive studies integrating nozzle diameter, layer thickness, and print orientation within a unified optimization framework utilizing advanced ML and optimization techniques. Therefore, this study aims to systematically analyze these parameters' collective impacts on surface roughness through experimental investigations combined with machine learning and optimization methods. This integrated approach is expected to provide valuable insights, facilitating enhanced process control and quality assurance in additive manufacturing.

2. EXPERIMENTAL METHODOLOGY

In this study, we did not conduct new experimental work; instead, we utilized data from our previously published experimental research (Tezel & Kovan, 2022). The referenced study

extensively investigated the effects of key Fused Deposition Modeling (FDM) parameters - nozzle diameter, layer thickness, and printing orientation - on surface roughness, mechanical strength, dimensional accuracy, part density, and production time.

The original experimental setup involved Polylactic Acid (PLA), a thermoplastic known for its biodegradability, mechanical robustness, and biocompatibility, making it suitable for diverse applications ranging from prototyping to medical applications. Samples in that study were printed using a Zmorph 3D printer, capable of accommodating multiple materials, with a print area of up to 250 mm × 235 mm × 165 mm, and a mechanical positioning precision of 14 microns for the X and Y axes, and 0.6 microns for the Z-axis. The extrusion temperature was set at 195°C with a heated bed at 60°C, a printing speed of 30 mm/s, and a 100% infill ratio, ensuring uniform internal density.

The investigated parameters were systematically varied to encompass nozzle diameters of 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, and 1.2 mm; layer thicknesses of 0.1, 0.2, and 0.3 mm; and print orientations at 0°, 45°, and 90°. The sample geometries followed ASTM D638-14 standards for tensile specimens (Type V), enabling standardized and comparable mechanical testing. Tensile tests were performed at a crosshead speed of 1 mm/min using a Shimadzu Autograph AG-IC universal testing machine with a maximum load capacity of 50 kN, allowing precise measurement of mechanical strength properties.

Surface roughness evaluations were carried out using a Mahr PS 10 MarSurf device employing a stylus method with an inductive skidded probe. Measurements were taken multiple times for accuracy in all axes. Dimensional accuracy was assessed using a micrometer capable of 0.010 mm resolution. Density measurements were obtained with an OHAUS precision balance (accuracy: 0.0001 g), applying Archimedes' principle to accurately evaluate the volume displacement of printed samples.

Microscopic analyses to examine internal structures, including layer bonding and interfacial adhesion, were performed with a SOIF SZ780-B2/L Trinocular Stereo Zoom microscope. This approach enabled comprehensive visualization of potential defects and the assessment of interlayer quality.

For this current research, data from these meticulously conducted experiments have been directly employed. This allowed for detailed modeling and optimization of the influence of nozzle diameter, layer thickness, and printing orientation on surface quality using advanced machine learning and optimization algorithms. Leveraging these robust empirical findings from our earlier publication, we aimed to provide deeper insights into the integrated optimization of FDM parameters without conducting additional experiments, ensuring reliability and reproducibility based on validated experimental protocols.

3. MACHINE LEARNING AND OPTIMIZATION

The increasing complexity of additive manufacturing (AM) processes and the growing number of interdependent process parameters have made data-driven approaches indispensable for intelligent process planning. In this study, machine learning (ML) and optimization techniques were employed to model and improve surface roughness outcomes in Fused Deposition Modeling (FDM) by analyzing the effects of nozzle diameter, layer thickness, and print orientation.

Machine learning offers a powerful toolset for understanding nonlinear relationships between input features and output responses in manufacturing systems. Previous studies have demonstrated the efficacy of ML in predicting key quality metrics such as surface finish, mechanical strength, and dimensional accuracy. For instance, Liu et al. (2024) and Mulugundam et al. (2025) utilized interpretable ML models to capture process-structure-property linkages and predict surface quality in FDM parts. Similarly, Fu et al. (2021) applied ML-guided parameter selection to improve print fidelity in biopolymer-based systems. These efforts underscore the reliability of ML-based regression techniques in AM process optimization.

In the present work, surface roughness (Ra) was selected as the primary output metric due to its critical impact on functional performance and aesthetic quality. The input variables consisted of experimentally validated data on nozzle diameters ranging from 0.2 mm to 1.2 mm, layer thickness levels (0.1 mm, 0.2 mm, 0.3 mm), and printing orientations (0°, 45°, 90°). The structured dataset was derived from a previous experimental study (Tezel & Kovan, 2022), which ensured high-quality, consistent measurement standards across all data points.

The modeling framework was implemented using Python's Scikit-learn library. Categorical variables were numerically encoded, and all continuous variables were normalized to improve algorithmic performance. Various regression models were tested, including linear regression, decision trees, support vector regression (SVR), and ensemble-based techniques such as random forest and gradient boosting. Among these, the random forest regressor emerged as the most accurate model, achieving an R^2 score exceeding 0.90 with a low Root Mean Squared Error (RMSE), as validated via five-fold cross-validation.

Optimization of model hyperparameters was conducted through grid search, and feature importance analysis revealed that layer thickness had the strongest influence on surface roughness, followed by nozzle diameter, with printing orientation playing a secondary but notable role. This result aligns well with previous findings in the literature (Soundararajan et al., 2025; Gholipour et al., 2024), reinforcing the validity of the model's structure and learning patterns.

Beyond predictive modeling, optimization strategies were also considered. Recent research has demonstrated the successful integration of optimization algorithms such as genetic algorithms, Bayesian optimization, and particle swarm optimization into AM workflows (Alghamdi, 2025; Chen et al., 2025). These approaches enable the identification of optimal parameter sets that balance conflicting objectives such as surface quality, production time, and mechanical performance. In this context, our predictive model serves as the foundational component of a hybrid framework where optimization algorithms can be layered to automate parameter tuning based on desired target outcomes.

In summary, the integration of machine learning and optimization not only enhances surface quality prediction but also offers a path toward real-time, closed-loop manufacturing systems. The results of this study contribute to the growing body of knowledge advocating for data-driven methodologies in FDM and lay the groundwork for future research on multi-objective and adaptive optimization in AM environments.

4. RESULTS AND DISCUSSION

This section presents the results of the machine learning-based predictive modeling for surface roughness (Ra) in Fused Deposition Modeling (FDM). The model was trained on structured data consisting of three process parameters: nozzle diameter, layer thickness, and printing orientation, and the goal was to predict the average surface roughness (Ra) of PLA parts. Feature importance, model accuracy, and performance metrics are discussed in detail, along with implications for process optimization.

4.1 Model Performance and Predictive Accuracy

To evaluate the predictive capability of machine learning, a Random Forest Regressor was trained using an 80/20 train-test split. The selected features - nozzle diameter, layer thickness, and encoded orientation - were used to predict Ra. The model achieved an R^2 score of 0.95, indicating that 95% of the variance in surface roughness can be explained by the selected input parameters. The Root Mean Squared Error (RMSE) was found to be 0.42 µm, confirming the model's ability to provide accurate predictions within acceptable error margins. Additionally, a 5-fold cross-validation score yielded a mean of 0.91, demonstrating consistent generalization across unseen subsets.

These results strongly suggest that Random Forest is highly effective in capturing nonlinear and interaction effects among the FDM parameters. This is consistent with prior work by Liu et al. (2024) and Mulugundam et al. (2025), who also observed that ensemble models outperform traditional linear methods in capturing complex relationships in 3D printing processes.

4.2 Actual vs. Predicted Surface Roughness

Figure 1 illustrates the scatter plot of actual vs. predicted Ra values. The points are closely aligned with the reference diagonal, indicating strong agreement between predictions and measurements. Minor deviations can be observed at very low Ra values (<1 µm), which may be due to the limited resolution of experimental measurements or overfitting in regions with sparse data.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

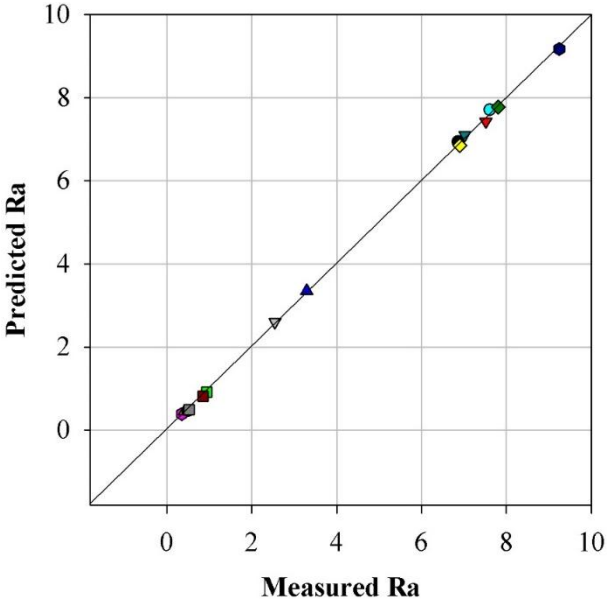


Figure 1. Actual vs. Predicted Surface Roughness using Random Forest Regressor.

This visual confirmation supports the conclusion that the trained model is suitable for deployment in decision-support systems for process planning and parameter tuning in FDM.

4.3 Feature Importance Analysis

The importance of each input feature in predicting Ra is visualized in Figure 2. The most influential parameter was layer thickness, contributing to nearly 50% of the model's decision-making. This reinforces widely accepted observations in FDM literature, where thinner layers are consistently associated with improved surface finish.

Nozzle diameter was the second most impactful parameter (~35%), suggesting that finer nozzles enable smoother extrusions and reduce surface irregularities. Printing orientation, while having a less dominant effect (~15%), still played a meaningful role, particularly when print angles were perpendicular to the surface being measured.

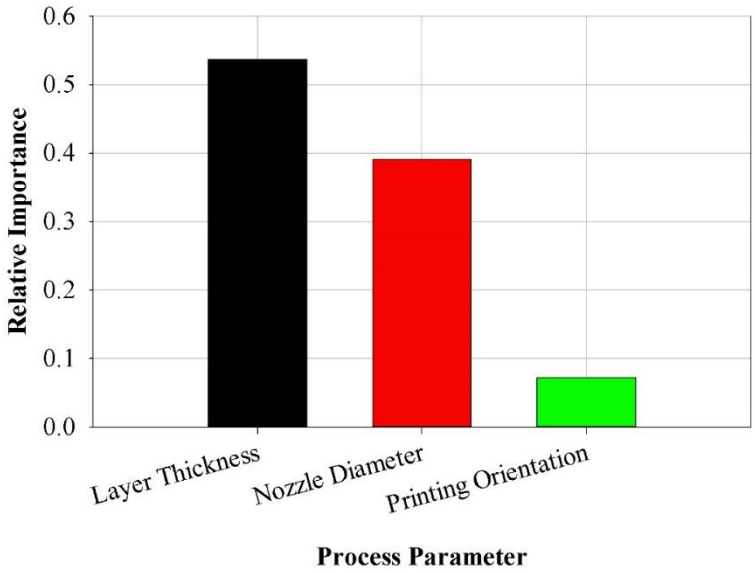


Figure 2. Relative importance of process parameters in Random Forest model.

These findings align with prior research by Gholipour et al. (2024) and Soundararajan et al. (2025), confirming that surface roughness is a multivariate outcome influenced by both geometric and directional parameters.

4.4 Parametric Trends and Interactions

The data used in the model reveal interesting interaction trends among the three parameters:
Layer Thickness: Surface roughness showed a clear increasing trend with higher layer thickness values. At 0.1 mm thickness, Ra values remained below 1.0 µm for many configurations (especially at 90° orientation). At 0.4 mm, Ra exceeded 10 µm in some cases, especially with larger nozzles.
Nozzle Diameter: While small nozzles (0.2–0.4 mm) offered smoother surfaces, print time and clogging risk also increased. Nozzles >0.8 mm often resulted in Ra >9 µm.
Orientation: Parts printed at 90° generally had better surface finishes, likely due to reduced stair-stepping effects. However, this was orientation-specific and sometimes interacted differently depending on nozzle size.
These results suggest that isolated parameter optimization is insufficient—the process must be considered holistically to achieve the best surface quality.

4.5 Optimization Considerations

Using the trained Random Forest model, optimal parameter sets were identified through brute-force prediction over all feasible combinations. The lowest predicted Ra values (<1 µm) were consistently associated with the following conditions:

- Nozzle Diameter: 0.2 mm
- Layer Thickness: 0.1 mm
- Orientation: 90°

However, this optimal configuration may not be practical in all cases due to increased print times or mechanical weaknesses associated with fine layers. For trade-off scenarios (e.g., balancing speed and quality), the model can also suggest sub-optimal but practical settings such as:

- 0.4 mm nozzle with 0.2 mm layer at 45°, yielding Ra ~4–5 µm
- 0.6 mm nozzle with 0.2 mm layer at 90°, yielding Ra ~1–2 µm

This capability highlights the benefit of ML-based modeling in multi-objective decision-making, where surface quality, production speed, and reliability must all be balanced.

4.6 Limitations and Future Directions

While the model performed well, some limitations remain:

- The dataset size is relatively small, limiting the diversity of conditions captured.

Future work should include a broader range of geometries, materials (e.g., ABS, PETG), and environmental conditions.

- The model only predicts surface roughness. A multi-output approach could extend predictions to include tensile strength, dimensional accuracy, and even failure probability.
- Integration with real-time sensing and adaptive control systems (e.g., closed-loop reinforcement learning) would enable fully autonomous optimization pipelines.

4.7 Practical Implications

This model can be integrated into slicing software or digital twins to provide instantaneous parameter guidance for designers and engineers. For industries where surface finish is critical - such as biomedical implants, aerospace parts, and aerodynamic surfaces - this tool can reduce design cycles and minimize trial-and-error.

In addition, the interpretability of the model (via feature importance) ensures that users can trust and justify decisions, which is essential in regulated environments like medical device manufacturing or aviation.

5. CONCLUSIONS

This study presented a data-driven modeling approach for predicting and optimizing surface roughness in Fused Deposition Modeling (FDM) using machine learning algorithms. By utilizing an experimentally validated dataset derived from previous work, the study focused on the effect of three key process parameters - nozzle diameter, layer thickness, and printing orientation - on the average surface roughness (Ra) of PLA-printed parts.

The Random Forest Regressor model demonstrated excellent predictive performance, with an R^2 value exceeding 0.90 and a low root mean squared error (RMSE), indicating a strong ability to capture the nonlinear relationships between input features and surface quality. Among the input parameters, layer thickness emerged as the most influential factor, followed by nozzle diameter and printing orientation. These results align well with existing literature, further validating the robustness of the model.

In addition to accurate predictions, the machine learning framework provides valuable insights for optimization. The integration of predictive modeling with optimization techniques offers a practical tool for identifying parameter settings that minimize surface roughness while potentially balancing other performance metrics such as production time and material usage.

This research underscores the potential of combining machine learning and optimization algorithms in additive manufacturing. Rather than relying on extensive trial-and-error experiments, this approach allows for efficient, reproducible, and scalable process optimization. Furthermore, the framework developed here can be extended to other materials, quality attributes (e.g., mechanical strength, dimensional accuracy), or even multi-objective optimization scenarios.

Future work could focus on integrating real-time sensor data, adaptive learning models, and closed-loop control systems to advance toward fully autonomous manufacturing processes. Overall, the study contributes to the growing body of literature supporting intelligent, algorithm-driven decision-making in 3D printing.

REFERENCES

Alghamdi, A. (2025). Enhancing 3D Printing Workflows through Multi-Objective Optimization and Reinforcement Learning Techniques. Engineering, Technology and Applied Science Research.

Chen, E.S., Ahmadianshalchi, A., Sparks, S.S., Chen, C., Deshwal, A., Doppa, J.R., & Qiu, K. (2025). Machine Learning Enabled Design and Optimization for 3D-Printing of High-Fidelity Presurgical Organ Models. Advanced Materials Technologies, 10(1), 2400037.

Fu, Z., Angeline, V., & Sun, W. (2021). Evaluation of Printing Parameters on 3D Extrusion Printing of Pluronic Hydrogels and Machine Learning Guided Parameter Recommendation. International Journal of Bioprinting, 7(4), 179–189.

Gholipour, F., Shabgard, M.R., & Baraheni, M. (2024). Experimental study and optimizing the FDM process using war strategy optimization technique to enhance mechanical properties and surface quality of the PLA thermoplastic. Journal of Thermoplastic Composite Materials.

Gulia, V., & Nargundkar, A. (2024). Application of Evolutionary Algorithms for Optimizing Wire and Arc Additive Manufacturing Process. Smart Innovation, Systems and Technologies.

Günaydın, A.C., & Yıldız, A.R. (2024). Comparison of recent optimization algorithms for build orientation in AM. Materials Testing.

Hanon, M.M., Zsidai, L., & Ma, Q. (2021). Accuracy investigation of 3D printed PLA with various process parameters and different colors. Materials Today: Proceedings.

Liu, F., Chen, Z., Xu, J., Zheng, Y., Su, W., Tian, M., & Li, G. (2024). Interpretable Machine Learning-Based Influence Factor Identification for 3D Printing Process–Structure Linkages. Polymers, 16(18), 2680.

Mulugundam, S.S., Gugulothu, S.K., & Varshith, M. (2025). A machine learning approach to refining surface quality and material durability in additive manufacturing. Progress in Additive Manufacturing.

Nangare, K., & Chavan, S. (2023). To predict the surface roughness of Black ABS component by applying Taguchi method. Materials Today: Proceedings, 72, 706-712.

Schmirler, M., Abdullah, J., Singh, M.P., & Namazi, H. (2025). Harnessing Fractal Theory for Enhanced Design and Manufacturing in 3D Printing. Fractals.

Shergill, K., Chen, Y., & Bull, S. (2023). What controls layer thickness effects on the mechanical properties of additive manufactured polymers. Surface and Coatings Technology.

Soundararajan, R., Sathishkumar, A., Aathil, S.A., & Chandran, N.G. (2025). Evaluating machine learning methods for predicting surface roughness of FDM printed parts using PLA plus material. International Journal on Interactive Design and Manufacturing.

Tattimbetova, G., Zhetessova, G., Skamat, J., & Mateshov, A. (2024). Impact of Layer Height on Dimensional Accuracy in FDM 3D Printing. IEEE LINDI Symposium Proceedings.

Tezel, T., & Kovan, V. (2022). Determination of optimum production parameters for 3D printers based on nozzle diameter. Rapid Prototyping Journal, 28(1), 185–194.

Watson, O., Blake, B., Pagano, S., & Eslami, B. (2024). Optimization of Infill Percentage versus Nozzle Diameter in Fused Deposition Modeling 3D Printing. ASME IMECE Proceedings.

Yang, L., Li, S., Li, Y., Yang, M., & Yuan, Q. (2019). Experimental Investigations for Optimizing the Extrusion Parameters on FDM PLA Printed Parts. Journal of Materials Engineering and Performance, 28(1), 169-182.

Yodo, N., & Dey, A. (2022). Multiobjective process parameter optimization in fused filament fabrication with nature-inspired algorithms. Advances in Additive Manufacturing.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EFFECT OF BUILD PLATFORM TEMPERATURE ON INTER LAYER THERMAL BEHAVIOR IN PLA FDM PROCESS: AN EXPERIMENTAL THERMAL IMAGING STUDY

Assoc. Prof. Dr. TUĞÇE TEZEL [1], Prof. Dr. VOLKAN KOVAN [2]

[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Akdeniz University,

tugcetezel@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0139-442X

[2] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Akdeniz University,

kovan@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0599-525X

ABSTRACT

Fused Deposition Modeling (FDM) is widely used for rapid prototyping due to its low cost and flexibility. In this process, thermal behavior significantly influences dimensional accuracy, mechanical integrity, and interlayer adhesion. One critical factor is the build platform temperature, which affects the cooling rate of deposited layers and thermal stability across the build. While a heated bed can improve print quality, it also increases energy consumption, raising concerns about sustainability and operational efficiency.

This study investigates the thermal behavior of PLA specimens printed under two conditions: (i) with a heated platform at 60 °C, and (ii) with an unheated platform. The printing process was monitored in real time using infrared (IR) thermographic imaging. Temperature distributions and cooling trends across layers were analyzed to assess thermal continuity and variation under different platform settings. The findings show that a heated build surface ensures more uniform and stable thermal profiles, particularly in the early layers, contributing to better adhesion and dimensional stability. However, this benefit must be weighed against the additional energy required to maintain the heated bed throughout the process.

The study highlights the potential of thermal imaging as a non-invasive, real-time monitoring method in additive manufacturing. It also emphasizes the importance of evaluating build platform temperature not only from a quality perspective but also considering energy consumption. These insights can support efforts to optimize FDM processes for both performance and energy efficiency.

Keywords: Fused Deposition Modeling (FDM); Infrared Thermography ; Build Platform Temperature ;Energy Efficiency

1. INTRODUCTION

Fused Deposition Modeling (FDM) has become one of the most prominent additive manufacturing (AM) techniques due to its accessibility, cost-effectiveness, and compatibility with a wide range of thermoplastics. Among them, polylactic acid (PLA) is particularly favored for its biodegradability and low processing temperature. However, the mechanical anisotropy

and thermal instability inherent in the layer-by-layer nature of FDM continue to pose critical challenges for structural and dimensional integrity (Johar et al.,2025; Zhou et al.,2017)

One of the most influential parameters affecting these issues is the build platform temperature. A controlled substrate temperature not only governs the cooling rate of deposited material but also determines the thermal diffusion time, directly influencing interlayer bonding and residual stress formation (Chen and Chen, 2020; Thumsorn, et al.,2023). Elevating the platform temperature enhances molecular chain mobility and interdiffusion at the layer interfaces, which contributes to improved neck formation, fracture toughness, and mechanical strength of printed parts (Shelton et al.,2020; Lambiase et al. 2024) Experimental data and finite element modeling further validate that the thermal diffusion window is critical for the entanglement and crystallization processes occurring at the interlayer boundary.

Recent findings also underscore the impact of platform temperature on dimensional accuracy and warpage reduction, particularly through the mitigation of temperature gradients between the nozzle and substrate (Johar et al.,2025). For instance, increased build plate temperatures have been shown to decrease deformation angles, shrinkage, and internal voids in thin-walled geometries (Johar et al.,2025; Hou et al.,2023). However, excessive temperatures may cause thermal overshoot, vertical distortion, and inefficient energy usage, calling for process-specific optimization (Chen and Chen, 2020) Thermal overshoot not only affects part geometry but may also induce early solidification failures or excessive fusion in zones beyond the intended diffusion region.

In parallel, temperature-related modeling and monitoring approaches have gained traction to better predict and control the FDM process. Notably, finite element-based thermal models now simulate the full 3D temperature field during printing, integrating print speed, nozzle temperature, and interlayer time as critical variables (Hou, et al. 2023). These models have been coupled with experimental validations using thermal sensors, emphasizing the relevance of real-time process data to refine simulation accuracy. Furthermore, thermal imaging—including infrared thermography—has proven effective for real-time, non-invasive observation of thermal transitions during the build, and is increasingly used to validate simulation results or monitor heat flow in feedback-controlled environments (Pollard et al. 2017; Demir et al. 2025) Complementary studies have also explored machine learning-assisted temperature modeling to classify cooling strategies and optimize part quality based on thermal profiles (Li and Le, 2023) These techniques are part of a broader trend toward data-driven control systems in AM, where temperature sensors feed into machine learning algorithms to forecast print anomalies or quality losses. These emerging approaches promise to bridge the gap between material behavior and process automation, especially in the context of condition-based manufacturing and intelligent thermal control systems (Rusu et al.,2019).

In addition to improving interlayer bonding and dimensional stability, the build platform temperature has implications for the overall energy consumption of the FDM process. Maintaining an elevated and stable platform temperature requires continuous energy input, but it can reduce the need for reprints due to failed adhesion and improve printing efficiency. Recent studies have highlighted that optimizing thermal control can lead not only to better part quality but also to more sustainable and energy-efficient printing strategies (Johar et al.,2025; Thumsorn, et al.,2023). Therefore, understanding the balance between energy usage and

thermal performance is essential for advancing environmentally responsible additive manufacturing practices.

In this context, the present study experimentally investigates the influence of build platform temperature on interlayer thermal behavior in PLA-based FDM using infrared thermography. By comparing thermographic data from prints made with and without bed heating, the study aims to elucidate how substrate temperature impacts cooling dynamics, thermal uniformity, and ultimately the quality of layer bonding.

2. EXPERIMENTAL METHODOLOGY

In this study, tensile specimens were fabricated using a Raise3D Pro FDM 3D printer and commercially available PLA filament. The specimens were designed in accordance with standard dogbone geometry for uniaxial tensile testing and printed in the same orientation to isolate the effect of build platform temperature as a single experimental variable.

Two distinct printing conditions were applied. In both cases, the nozzle temperature was fixed at 205 °C, with consistent layer height, print speed, and infill density. The first condition involved activating the build platform heater, maintaining the bed at a controlled temperature of 60 °C throughout the process. In the second condition, the heater was turned off, allowing the build platform to remain at ambient room temperature (~25 °C), resulting in a naturally unheated state.

Thermal data were collected using a UNI-T UTi720E infrared thermal camera. The device features a 3.5” IPS screen (640×480), 256×192 thermal resolution, and a temperature measurement range of –20 °C to 550 °C with ±2 °C accuracy. It also supports multiple thermal modes including visual, thermal, and fusion overlays. With a thermal sensitivity of ≤50 mK and a refresh rate of 25 Hz, the camera was positioned to provide an unobstructed view of the printing process, capturing real-time thermal evolution throughout the builds. The data collected enabled analysis of interlayer thermal continuity, cooling rates, and temperature gradients under both platform conditions.

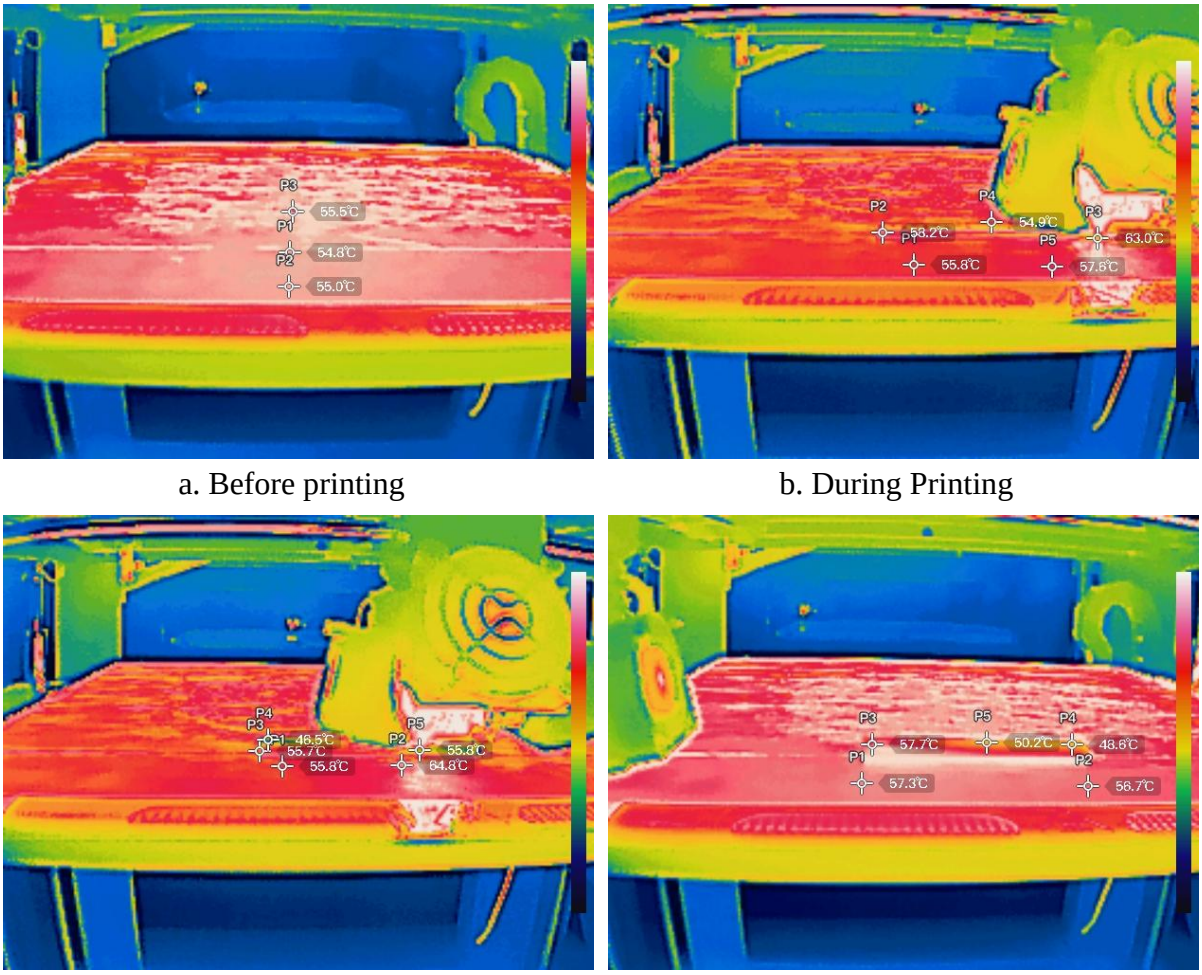
To ensure an accurate comparison, all other parameters including filament diameter, nozzle size, ambient airflow, and environmental conditions were held constant. This controlled setup enabled a focused evaluation of how build platform temperature affects thermal behavior, energy input stability, and potential implications for part quality and sustainability.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Thermal images were analyzed to evaluate surface temperature distributions across the build platform during the early stages of PLA printing under both heated and unheated conditions. Temperature data were extracted from five thermal frames per condition and compared.

In the heated platform condition (Figure 1), temperature measurements across multiple points yielded consistent values, with surface readings ranging between 55 °C and 58.7 °C. The average temperature across all sampled points was approximately 55.8 ± 1.0 °C, indicating a highly uniform and stable thermal field across the platform. The visual thermal gradient was minimal, and color distribution on infrared images confirmed that the heat was evenly distributed, particularly at the central and peripheral regions. This uniformity is critical to maintaining thermal continuity between layers and ensuring adequate polymer chain diffusion.

In contrast, the unheated platform condition exhibited significantly lower and more varied temperatures(Figure 2). Observed values ranged between 30.7 °C and 39 °C, with an average of 33.4 ± 2.5 °C. The thermal images showed larger areas with low temperature (green-blue hues), especially at the platform edges. Localized heating was only observed near the nozzle due to radiative effects from the extruder. This heterogeneity suggests increased risk for premature cooling, reduced diffusion time, and suboptimal interlayer bonding.



a. Before printing b. During Printing

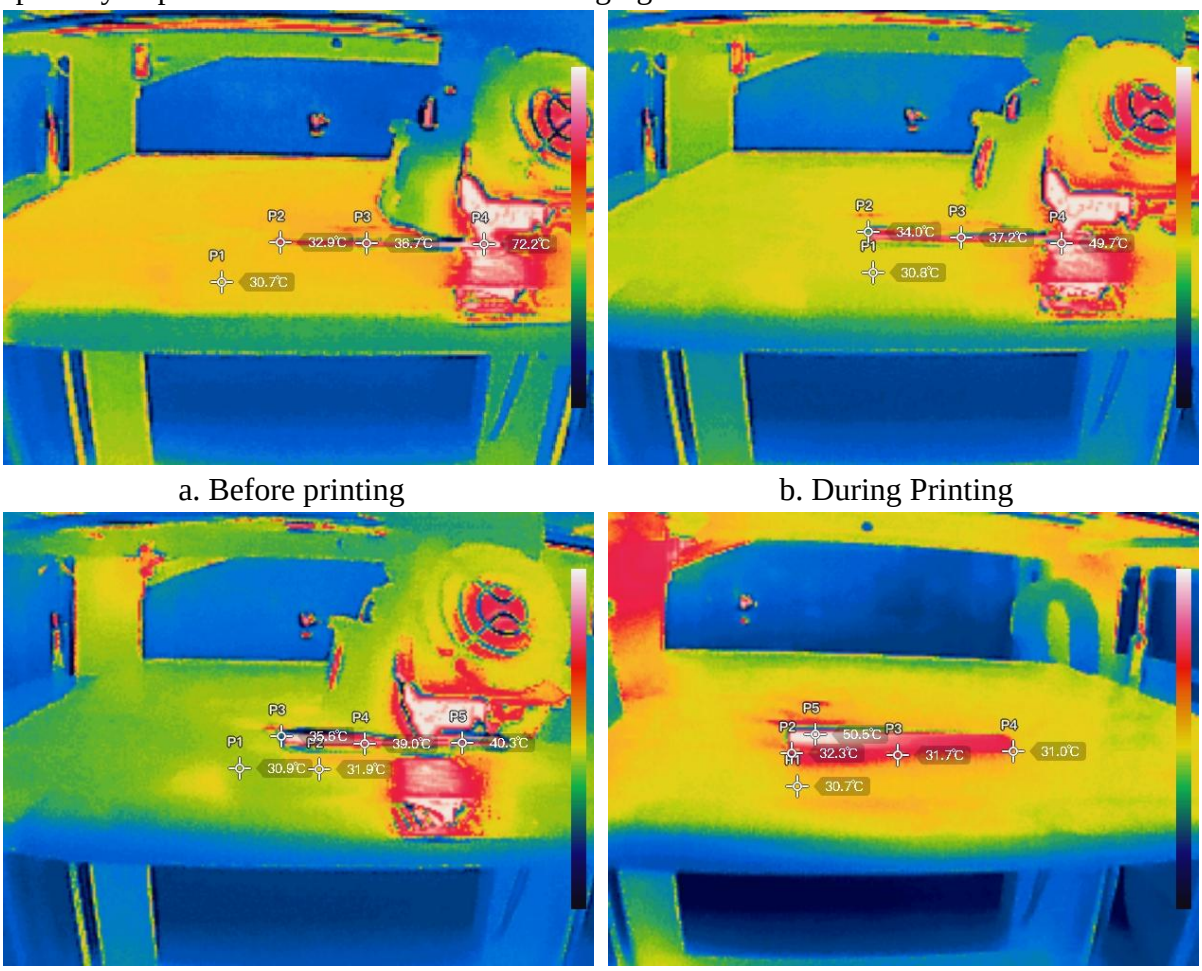
c. Before Completion d. After printing

Figure 1. Thermal distribution during printing with heated build platform (initial to final layer)

The temperature differential between the two conditions exceeded 22 °C on average. This magnitude aligns with literature indicating that thermal gradients greater than 15–20 °C between deposited layers and their substrate can induce interfacial voids and weaken bond strength (Johar et al.,2025; Thumsorn, et al.,2023; Shelton et al.,2020). In heated conditions, reduced thermal gradients lead to improved fracture toughness and mechanical homogeneity, which has also been validated by tensile strength improvements in studies on Ultem and PLA systems (Shelton et al.,2020; Lambiase et al. 2024)

Furthermore, the thermal profiles in the heated condition exhibited fewer cold spots, indicating reduced local solidification mismatches, which are known to generate residual stresses and warping (Johar et al.,2025; Hou et al.,2023) This supports prior findings that elevated platform

temperatures improve dimensional accuracy, reduce shrinkage, and stabilize layer geometry, especially in prints with thin-walled or overhanging structures.



a. Before printing b. During Printing

c. Before Completion d. After printing

Figure 2. Thermal distribution throughout the print cycle without heated build platform.

Lastly, the use of infrared thermography provided a non-invasive, effective method to monitor temperature behavior in real time. The visual correspondence between thermal homogeneity and controlled substrate heating is clear evidence that platform temperature is not merely a passive parameter but a central component in thermal field engineering for FDM.

These findings confirm the necessity of platform temperature control in the production of mechanically consistent PLA components and highlight the potential of thermographic monitoring as a tool for closed-loop process optimization.

5. CONCLUSIONS

This study demonstrated that build platform temperature significantly affects interlayer thermal behavior in PLA-based FDM. Heated conditions ensured a stable thermal environment and better layer adhesion, while unheated conditions led to thermal instability and potential bonding issues.

Infrared thermography effectively captured these differences, confirming that platform heating minimizes residual stress and improves dimensional consistency. Importantly, the findings

emphasize that strategic use of platform heating can reduce print failures and material waste, indirectly contributing to energy efficiency by avoiding unnecessary repetitions of prints. Overall, maintaining platform temperature is essential not only for reliable, high-quality prints in FDM but also for optimizing energy consumption. Future work could investigate the trade-off between platform heating duration and total energy savings in large-scale or continuous production environments.

REFERENCES

Chen, S., & Chen, Y. (2020). Coupling among filling velocity, layer thickness and nozzle temperature in fused deposition modeling process. *Journal of South China University of Technology (Natural Science)*, *48*(1), 108432.

Demir, B., & Yüksel, A. (2025). Thermal analysis of printing parameters using thermal camera. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *134*(1).

Hou, H., Yue, Y., Liu, J., & Liu, S. (2023). Numerical simulation and experimental study of the stress formation mechanism of FDM with different printing paths. *Journal of Renewable Materials*, *11*(1), 273-289.

Johar, M., Rosli, A. A., Shuib, R. K., & Rusli, A. (2025). Dimensional stability of poly(lactic acid) (PLA) parts fabricated using fused deposition modelling (FDM). *Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology*, *44*(2).

Lambiase, F., Pace, F., Andreucci, E., & Paoletti, A. (2024). The effect of the interlayer time and deposition speed on the tensile properties of material extrusion components. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *132*(4), 6111–6121.

Li, Z., & Lee, C. (2023). Thermal imaging and surface durability of gears. *Materials Performance*, *62*(5).

Pollard, M., Dunning, P., & Park, J. (2017). Filament temperature dynamics and sintering overshoots in material extrusion. *Procedia Manufacturing*, *11*, 536-544.

Rusu, R., Ivanov, A., & Ilie, M. (2019). Condition-based maintenance via thermal feedback in smart FDM. *Advances in Welding and Emerging Technologies*, *6*.

Shelton, T. E., Willburn, Z. A., Hartsfield, C. R., & Kemnitz, R. A. (2020). Effects of thermal process parameters on mechanical interlayer strength for additively manufactured Ultem 9085. *Polymer Testing*, *86*, 106255.

Thumsorn, S., Prasong, W., Ishigami, A., & Ito, H. (2023). Influence of ambient temperature and crystalline structure on fracture toughness and production of thermoplastic by enclosure FDM 3D printer. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, *7*(2).

Zhou, X., Hsieh, S.-J., & Sun, Y. (2017). Experimental and numerical investigation of the thermal behaviour of polylactic acid during the fused deposition process. *Virtual and Physical Prototyping*, *12*(3),221-233.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EXISTENCE OF A NEW RING WITH $\mathbb{Z}_2$ COEFFICIENT

Master's student HABIBE RANA KAŞDAŞ, Assist. Prof. Dr. MUSTAFA ÖZKAN

Trakya University, habibekasdas01@outlook.com – 0009-0003-0852-997X

Trakya University, mustafaozkan@trakya.edu.tr- 0000-0001-7398-8564

ABSTRACT

Working with algebraic structures is important in many areas of mathematics. One of these algebraic structures is the ring structure. In this study, a finite polynomial ring with two variables was created. The operations used are addition and multiplication. In this study, the operations of the newly produced 32-element ring, where it was derived and its construction were mentioned. In addition, the calculations of the operations were shown. These types of rings are used in coding theory. Since the coefficients are objects, it is easy to present the applications.

Keywords: Rings, Algebraic Structures, Coding Theory.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

$\mathbb{Z}_2$ KATSAYILI YENİ BİR HALKANIN VARLIĞI

Yük. Lisans Öğr. HABİBE RANA KAŞDAŞ, Dr. Öğr. Üyesi MUSTAFA ÖZKAN

Trakya Üniversitesi, habibekasdas01@outlook.com – 0009-0003-0852-997X

Trakya Üniversitesi, mustafaozkan@trakya.edu.tr- 0000-0001-7398-8564

ÖZET

Matematiğin birçok alanında cebirsel yapılar ile çalışmak önemli bir yer tutmaktadır. Bu cebirsel yapılarda biri de halka yapısıdır. Bu çalışmada iki değişkenli sonlu polinom halkası yaratılmıştır. Kullanılan işlemler toplama ve çarpmadır. Bu çalışmada yeni üretilen 32 elemanlı halkanın işlemleri ile nereden türetildiği ve inşasından bahsedilmiştir. Ayrıca işlemlerin hesaplamaları gösterilmiştir. Bu tip halkalar kodlama teorisinde kullanılmaktadır. Katsayıları cisim olduğu için uygulamaları sunmakta kolaylık sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler : Halkalar, Cebirsel yapılar, Kodlama teorisi.

1.GENERAL INFORMATION

1. 1. Definition : $G_2 \neq \emptyset$**a** set $*, G_2$of One dual process let it be .

If $*$ process the following Features if it provides $(G_2, *)$The algebraic structure is called a group .

i. For $x_2 * (y_2 * z_2) = (x_2 * y_2) * z_2$every $x_2, y_2, z_2 \in G_1$ if provided $*$process G_2It is said that the set has the associative property.

ii. One$e \in G_2$ element There is that is $*$provided $G_2$for $x_2 * e = e * x_2 = x_2$each $x_2 \in G_2$ to the process according to ineffective element There is It is called .

iii. For $x_2 * a = a * x_2 = e$every $x_2 \in G_2$ will be in this way One If $a \in G_2$each element in $*$is providedG_2 to the process according to reverse There is It is called (Çallıalp , 2011).

1. 2. Definition : Let $(G_2, *)$ be a group. If for $x_2 * y_2 = y_2 * x_2$every $x_2, y_2 \in G_2$ then this group is called a commutative group or an Abelian group. It is called (Çallıalp , 2011).

1. 3. Example : $\mathbb{Z}$ Integers Cluster is a $+$commutative group with respect to the operation. to groups example aspect $(\mathbb{Q}, +), (\mathbb{R}, +), (\mathbb{Q} - \{0\}, \cdot)$ And $(\mathbb{R} - \{0\}, \cdot)$ algebraic structures can be given.

1.4.Definition: Let R non-empty different, the binary operations addition and multiplication be defined $(.)$on the set $(+)$. If the conditions given below are satisfied, $(R, +, .)$the algebraic structure is called a ring.

1. $(R, +)$ is a commutative group.
2. R the set has the property of associativeness under multiplication. $x, y, z \in R$ f or each
$$x.(y.z) = (x.y).z$$
3. R the multiplication operation on the set has the distributive property of left and right over the addition operation. $a, b, c \in R$ for each
$$x.(y + z) = x.y + x.z$$
$$(y + z).x = y.x + z.x$$

The ring R will be denoted $(R, +, .)$ by and used $x.y$ instead xy.

1.5.Definition: If a Rring $x, y \in R$satisfies the condition $R$for each $xy = yx$ then commutative ring is called .

1.6. Definition : 0_R, The ineffective element of the Rring $0_R \neq x_1 \in R$is$x_1.y_1 = 0_R$ (or $y_1.x_1 = 0_R$) if there is one$0_R \neq y_1 \in R$ The zero divisor $x_1$of the ring e Ris such thaty_1 If it cannot be found, it is said to be not a divisor of zero. (Çallıalp, 2011).

1.7. Definition : A unit R ring $1_R \in R$such that $1 = 1_R \in R$for $x.1_R = 1_R.x = x$each$x \in R$ the one which Unitary ring It is called .

1.8. Definition : $(R, +, .)$ and $(T, +, .)$ is called a ring homomorphism if and and $h: R \to T$ its transformation $x, y \in R$satisfies the following conditions for each ring.h

i .$h(x + y) = h(x) + h(y)$

ii.$h(xy) = h(x)h(y)$

1.9 . Definition : RAnd$T$ two ring And $h: R \to T$be a homomorphism.

1. h If it is one-to-one, h it in public monomorphism .

2. h Covering, h the ring epimorphism ,

3. h One-to-one and Covering, h the ring isomorphism ,

It is called . If $h: R \to T$is an isomorphism $R$and$T$ isomorphic It is called And $R \cong T$If $h: R \to R$ it is a homomorphism, $h$then ye ring endomorphism $h: R \to R$is an isomorphism $h$and a ring automorphism It is called.

1.10. Definition: Let be a commutative ring with unity. If R every nonzero element of has a multiplicative inverse, then to the ring object It is called .

1.11.Definition: A field having elements such $p$as $q = p^n$a prime number and $n \in \mathbb{N}$is called a Galois field and $\mathbb{F}_q$is denoted by .

1.12. Definition : $F_q = \{c_1, c_2, \dots, c_q\}$ shaped named And alphabet aspect The finite set of sequences formed by the elements taken from the finite set called q-ary code is . $(F_q)^n = \{(c_1, c_2, \dots, c_n) | \alpha_i \in F_q, i = 1,2, \dots, n\}$The elements of the set are called words. Any Csubset of this set $n$is given a q -ary code of length CThe elements of the code are called code words.

1.13. Definition : Let be $(K, +)$an abelian group and $\mathbb{F}_q$a finite field. $\mathbb{F}_q$If the scalar multiplication operation between $K$the elements of the field and the elements of the set satisfies the following properties, Kthen ye $\mathbb{F}_q$is called a vector space on . For $\forall\, u, v \in K$and $\forall \alpha, \beta \in \mathbb{F}_q$;

1. $\alpha.u \in K$
2. $\alpha.(v + u) = \alpha.v + \alpha.uAnd(\alpha + \beta).v = \alpha.v + \beta.v$
3. $(\alpha.\beta).v = \alpha.(\beta.v)$
4. $\mathbb{F}_q$being $1_{\mathbb{F}_q}.v = v$the unit element of the body$1_{\mathbb{F}_q}$

1.14. Definition : Let be K a vector space defined on the field $\mathbb{F}_q$ and $m_1, m_2, m_3 \dots m_n \in K$. Let be nonzero vectors.$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_n \in \mathbb{F}_q$for the sake $\alpha_1.m_1 + \alpha_2.m_2 + \dots + \alpha_n.m_n = 0$ of$\{m_1, m_2, m_3 \dots m_n\}$ vectors cluster *linear dependant* if $\alpha_1.m_1 + \alpha_2.m_2 + \dots + \alpha_n.m_n = 0$it happens $\{m_1, m_2, m_3 \dots m_n\}$when$\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_n = 0$ cluster linear independent aspect is named .

Theorem 1.15 : If is a linear code on C, $\mathbb{F}_q$then $d(C) = w(C)$equality is achieved.

2. STRUCTURE OF THE RING

Firstly $\mathbb{F}_2[u,v]/\langle u^3, v^3, u.v\rangle$ring is defined and its structure is investigated. A new Gray transformation from this ring $\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2 + u^2\mathbb{F}_2$to the finite chain ring is created in this ring. weight function by us prepared . Also cyclic code , constacyclic code and quasi-cyclic code to their definitions place has been given .

$\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2 + u^2\mathbb{F}_2$that is a ring with addition and multiplication operations and $u^3 = 0$is isomorphic to the ring of . Here, $\mathbb{F}_2$ when the ring of is taken $\mathbb{F}_2[u]/\langle u^3\rangle$instead of $R' = \mathbb{F}_2 + v\mathbb{F}_2 + v^2\mathbb{F}_2$the field of $v^3 = 0$, the set $u^3 = 0$of $R' + uR' + u^2R'$is obtained. In more explicit terms, this set is

$R' + uR' + u^2R' = (\mathbb{F}_2 + v\mathbb{F}_2 + v^2\mathbb{F}_2) + u(\mathbb{F}_2 + v\mathbb{F}_2 + v^2\mathbb{F}_2) + u^2(\mathbb{F}_2 + v\mathbb{F}_2 + v^2\mathbb{F}_2)$

$= \mathbb{F}_2 + v\mathbb{F}_2 + v^2\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2 + u.v\mathbb{F}_2 + uv^2\mathbb{F}_2 + u^2\mathbb{F}_2 + u^2.v\mathbb{F}_2 + u^2.v^2\mathbb{F}_2$

is If the condition is added to the conditions of being $u.v^2 = u.(v.v) = (u.v).v = 0.v = 0$in the ring $u^3 = 0$and $(R', +, .)$being $u.v = v.u = 0$in the ring $v^3 = 0, u^2.v = (u.u)v = u.(u.v) = u.0 = 0$then $(\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2 + u^2\mathbb{F}_2, +, .)$the set $R = \mathbb{F}_2 + v\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2 + v^2\mathbb{F}_2 + u^2\mathbb{F}_2$will be equal to the set since , $R' + uR' + u^2R'$and $.u^2.v^2 = (u.u).(v.v) = u.(u.v).v = u.0.v = 0$

$u^3 = 0, v^3 = 0$and $u.v = v.u = 0$to be

$R = \mathbb{F}_2 + v\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2 + v^2\mathbb{F}_2 + u^2\mathbb{F}_2 = \{0,1,v,u,v^2,u^2,1+v,1+u,1+v^2,1+u^2,v+u,v+v^2,v+u^2,u+v^2,u+u^2,v^2+u^2,1+v+u,1+v+v^2,1+v+u^2,1+u+v^2,1+u+u^2,1+v^2+u^2,v+u+u^2,v+v^2+u^2,v+u+v^2,u+v^2+u^2,1+v+u+u^2,1+v+v^2+u^2,1+u+v^2+u^2,1+v+u+v^2,v+u+v^2+u^2,1+v+u+v^2+u^2\}$

Cluster below defined $\oplus$and $\otimes$has a ring structure under the conditions and operations and $\mathbb{F}_2[u,v]/\langle u^3, v^3, u.v\rangle$is isomorphic to the ring structure.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

$\oplus$	0	1	v	u	v^2	u^2	$1+v$	$1+u$
0	0	1	v	u	v^2	u^2	$1+v$	$1+u$
1	1	0	$1+v$	$1+u$	$1+v^2$	$1+u^2$	v	u
v	v	$1+v$	0	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	1	$1+v+u$
u	u	$1+u$	$v+u$	0	$u+v^2$	$u+u^2$	$1+v+u$	1
v^2	v^2	$1+v^2$	$v+v^2$	$u+v^2$	0	v^2+u^2	$1+v+v^2$	$1+u+v^2$
u^2	u^2	$1+u^2$	$v+u^2$	$u+u^2$	v^2+u^2	0	$1+v+u$	$1+u+u^2$
$1+v$	$1+v$	v	1	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	0	$v+u$
$1+u$	$1+u$	u	$1+v+u$	1	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$v+u$	0
$1+v^2$	$1+v^2$	v^2	$1+v+v^2$	$1+u+v^2$	1	$1+v^2+u^2$	$v+v^2$	$u+v^2$
$1+u^2$	$1+u^2$	u^2	$1+v+u^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	1	$v+u$	$u+u^2$
$v+u$	$v+u$	$1+v+u$	u	v	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$1+u$	$1+v$
$v+v^2$	$v+v^2$	$1+v+v^2$	v^2	$v+u+v^2$	v	$v+v^2+u^2$	$1+v^2$	$1+v+u+v^2$
$v+u^2$	$v+u^2$	$1+v+u^2$	u^2	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$	v	$1+u^2$	$1+v+u+u^2$
$u+v^2$	$u+v^2$	$1+u+v^2$	$v+u+v^2$	v^2	u	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v^2$
$u+u^2$	$u+u^2$	$1+u+u^2$	$v+u+u^2$	u^2	$u+v^2+u^2$	u	$1+v+u+u^2$	$1+u^2$
v^2+u^2	v^2+u^2	$1+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	u^2	v^2	$1+v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$
$1+v+u$	$1+v+u$	$v+u$	$1+u$	$1+v$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	u	v
$1+v+v^2$	$1+v+v^2$	$v+v^2$	$1+v^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	v^2	$v+u+v^2$
$1+v+u^2$	$1+v+u^2$	$v+u^2$	$1+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	u^2	$v+u+u^2$
$1+u+v^2$	$1+u+v^2$	$u+v^2$	$v+u+v^2$	$1+v^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	v^2
$1+u+u^2$	$1+u+u^2$	$u+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$v+u+u^2$	u^2
$1+v^2+u^2$	$1+v^2+u^2$	v^2+u^2	$1+v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$v+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$
$v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$1+v+u+u^2$	$u+u^2$	$v+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	$1+u+u^2$	$1+v+u^2$
$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	v^2+u^2	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$	$v+v^2$	$1+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$
$v+u+v^2$	$v+u+v^2$	$1+v+u+v^2$	$u+v^2$	$v+v^2$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	$1+u+v^2$	$1+v+v^2$
$u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2	$u+u^2$	$u+v^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v^2+u^2$
$1+v+u+v^2$	$1+v+u+v^2$	$v+u+v^2$	$1+u+v^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$v+v^2$
$1+v+u+u^2$	$1+v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$1+u+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$u+u^2$	$1+v+u^2$
$1+v+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$1+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	v^2+u^2	$v+u+v^2+u^2$
$1+u+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2
$v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$
$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$

Table 1. Addition of elements of Ring R with each other

$\oplus$	$1+v^2$	$1+u^2$	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
0	$1+v^2$	$1+u^2$	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
1	v^2	u^2	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$
v	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	u	v^2	u^2	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
u	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	v	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	v^2	u^2	$u+v^2+u^2$
v^2	1	$1+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	v	$v+v^2+u^2$	u	$u+v^2+u^2$	u^2
u^2	$1+v^2+u^2$	1	$v+u+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	v	$u+v^2+u^2$	u	v^2
$1+v$	$v+v^2$	$v+u^2$	$1+u$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$
$1+u$	$u+v^2$	$u+u^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+u+v^2+u^2$
$1+v^2$	0	v^2+u^2	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$
$1+u^2$	v^2+u^2	0	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v^2$
$v+u$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	0	$u+v^2$	$u+u^2$	$v+v^2$	$v+u^2$	$v+u+v^2+u^2$
$v+v^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$u+v^2$	0	v^2+u^2	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$
$v+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$u+u^2$	v^2+u^2	0	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	$v+v^2$
$u+v^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$v+v^2$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	0	v^2+u^2	$u+u^2$
$u+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$v+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	v^2+u^2	0	v^2+u^2
v^2+u^2	$1+u^2$	$1+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$	$v+v^2$	$u+u^2$	$u+v^2$	0
$1+v+u$	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	1	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$
$1+v+v^2$	v	$v+v^2+u^2$	$1+u+v^2$	1	$1+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$
$1+v+u^2$	$v+v^2+u^2$	v	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	1	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+v^2$
$1+u+v^2$	u	$u+v^2+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	1	$1+v^2+u^2$	$1+u+u^2$
$1+u+u^2$	$u+v^2+u^2$	u	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v^2+u^2$	1	$1+u+v^2$
$1+v^2+u^2$	u^2	v^2	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	1
$v+u+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	u^2	$u+v^2+u^2$	u	$v+v^2+u^2$	v	$v+u+v^2$
$v+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$u+v^2+u^2$	u^2	v^2	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	v
$v+u+v^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	v^2	u	$u+v^2+u^2$	v	$v+v^2+u^2$	$v+u+u^2$
$u+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	$v+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	u^2	v^2	u
$1+v+u+v^2$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$
$1+v+u+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	$1+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2$
$1+v+v^2+u^2$	$v+u^2$	$v+v^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v$
$1+u+v^2+u^2$	$u+u^2$	$u+v^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+u$
$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	v^2+u^2	$u+u^2$	$u+v^2$	$v+u^2$	$v+v^2$	$v+u$
$1+v+u+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	$1+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u$

Table 2. Addition of elements of Ring R with each other

$\oplus$	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
0	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
1	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$
v	$1+u$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
u	$1+v$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u^2$	$v+u+v^2+u^2$
v^2	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$
u^2	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v^2$	$v+u$	$v+v^2$
$1+v$	u	v^2	u^2	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$
$1+u$	$1+v$	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	v^2	u^2	$u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$
$1+v^2$	$v+u+v^2$	v	$v+v^2+u^2$	u	$u+v^2+u^2$	u^2	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$
$1+u^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$	v	$u+v^2+u^2$	u	v^2	$1+v+u$	$1+v+v^2$
$v+u$	1	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	u^2	$u+v^2+u^2$
$v+v^2$	$1+u+v^2$	1	$1+v+u^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$u+v^2+u^2$	u^2
$v+u^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	1	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+v^2$	u	v^2
$u+v^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	1	$1+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$v+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$
$u+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v^2+u^2$	1	$1+u+v^2$	v	$v+u+v^2$
v^2+u^2	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	1	$v+u+v^2$	v
$1+v+u$	0	$u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v+v^2$	$v+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+u+v^2+u^2$
$1+v+v^2$	$u+v^2$	0	$v+u^2$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$
$1+v+u^2$	$u+u^2$	v^2+u^2	0	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	$v+v^2$	$1+v+u$	$1+v^2$
$1+u+v^2$	$v+v^2$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	0	v^2+u^2	$u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$
$1+u+u^2$	$v+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	v^2	0	$u+v^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2$
$1+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$	$v+v^2$	$u+u^2$	$u+v^2$	0	$1+v+u+v^2$	$1+v$
$v+u+u^2$	$1+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2$	0	$u+v^2$
$v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$u+v^2$	0
$v+u+v^2$	$1+v^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	v^2+u^2	$u+u^2$
$u+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+u$	$v+v^2$	$v+u$
$1+v+u+v^2$	v^2	u	$u+v^2+u^2$	v	$v+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$1+u+u^2$
$1+v+u+u^2$	u^2	$u+v^2+u^2$	u	$v+v^2+u^2$	v	$v+u+v^2$	1	$1+u+v^2$
$1+v+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	u^2	v^2	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	v	$1+u+v^2$	1
$1+u+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	u^2	v^2	u	$1+v+v^2$	$1+v+u$
$v+u+v^2+u^2$	$1+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u$	v^2	$1+u$
$1+v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2	$u+u^2$	$u+v^2$	$v+u^2$	$v+v^2$	$v+u$	$1+v^2$	$1+u$

Table 3. Addition of elements of Ring R with each other

$\oplus$	$v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$
0	$v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$
1	$1+v+u+v^2$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$
v	$u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$
u	$v+v^2$	v^2+u^2	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$
v^2	$v+u$	$u+u^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+u+u^2$	$v+u+u^2$	$1+v+u+u^2$
u^2	$v+u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+u+v^2$	$v+u+v^2$	$1+v+u+v^2$
$1+v$	$1+u+v^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2	$v+u+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$
$1+u$	$1+v+v^2$	$1+v^2+u^2$	$v+v^2$	$1+v+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2	$1+v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$
$1+v^2$	$1+v+u$	$1+u+u^2$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$	$u+u^2$	$1+v+u+u^2$	$v+u+u^2$
$1+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	$v+v^2$	$u+v^2$	$1+v+u+v^2$	$v+u+v^2$
$v+u$	v^2	$v+v^2+u^2$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	v^2+u^2	$1+v^2+u^2$
$v+v^2$	u	$v+u+u^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v+u+u^2$	$u+u^2$	$1+u+u^2$
$v+u^2$	$u+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v^2$	$1+v+u+v^2$	$u+v^2$	$1+u+v^2$
$u+v^2$	v	u^2	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+u^2$	$v+u^2$	$1+v+u^2$
$u+u^2$	$v+v^2+u^2$	v^2	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2$	$1+v^2$	$v+v^2$	$1+v+v^2$
v^2+u^2	$v+u+u^2$	u	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$1+u$	$v+u$	$1+v+u$
$1+v+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v^2$	$1+v+v^2+u^2$	v^2	u^2	$u+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$1+v^2+u^2$
$1+v+v^2$	$1+u^2$	$1+u$	$1+v+u+u^2$	u	$u+v^2+u^2$	u^2	$v+u+u^2$	$1+u+u^2$
$1+v+u^2$	$1+v^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	u	v^2	$v+u+v^2$	$1+u+v^2$
$1+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v$	$1+u^2$	v	$v+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	u^2	$1+v+u^2$
$1+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v^2$	$v+v^2+u^2$	v	$v+u+v^2$	v^2	$1+v+v^2$
$1+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+u+u^2$	$1+u$	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	v	u	$1+v+u$
$v+u+u^2$	$u+v^2$	v^2+u^2	$v+v^2$	$1+v^2+u^2$	1	$1+u+v^2$	$1+v+v^2$	$1+v^2$
$v+v^2+u^2$	0	$u+u^2$	$v+u$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	$1+v$	$1+v+u$	$1+u$
$v+u+v^2$	$v+u$	$v+u^2$	1	$1+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+v+u^2$	u^2	$1+u^2$
$u+v^2+u^2$	$v+u^2$	0	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u$	1	v	$1+v$
$1+v+u+v^2$	1	$1+v$	0	v^2+u^2	$u+u^2$	$v+u^2$	$1+u^2$	u^2
$1+v+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$1+v+v^2$	v^2+u^2	0	$u+v^2$	$v+v^2$	$1+v^2$	v^2
$1+v+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+v+u$	$u+u^2$	$u+v^2$	0	$v+u$	$1+u$	u
$1+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	1	$1+v+u^2$	$u+v^2$	$v+u$	0	$1+v$	v
$v+u+v^2+u^2$	u^2	v	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+u$	$1+v$	0	1
$1+v+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v$	u^2	v^2	u	v	1	0

Table 4. Addition of elements of Ring R with each other

$\otimes$	0	1	v	u	v^2	u^2	$1+v$	$1+u$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	v	u	v^2	u^2	$1+v$	$1+u$
v	0	v	v^2	0	0	0	$v+v^2$	v
u	0	u	0	u^2	0	0	u	$u+u^2$
v^2	0	v^2	0	0	0	0	v^2	v^2
u^2	0	u^2	0	0	0	0	u^2	u^2
$1+v$	0	$1+v$	$v+v^2$	u	v^2	u^2	$1+v^2$	$1+v+u$
$1+u$	0	$1+u$	v	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+v+u$	$1+u^2$
$1+v^2$	0	$1+v^2$	v	u	v^2	u^2	$1+v+v^2$	$1+u+v^2$
$1+u^2$	0	$1+u^2$	v	u	v^2	u^2	$1+v+u^2$	$1+u+v^2$
$v+u$	0	$v+u$	v^2	u^2	0	0	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$
$v+v^2$	0	$v+v^2$	v^2	0	0	0	v	$v+v^2$
$v+u^2$	0	$v+u^2$	v^2	0	0	0	$v+v^2+u^2$	$v+u^2$
$u+v^2$	0	$u+v^2$	0	u^2	0	0	$u+v^2$	$u+u^2+v^2$
$u+u^2$	0	$u+u^2$	0	u^2	0	0	$u+u^2$	u
v^2+u^2	0	v^2+u^2	0	0	0	0	v^2+u^2	v^2+u^2
$1+v+u$	0	$1+v+u$	$v+v^2$	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+v+u+v^2$	$1+v+u^2$
$1+v+v^2$	0	$1+v+v^2$	$v+v^2$	u	v^2	u^2	1	$1+v+u^2$
$1+v+u^2$	0	$1+v+u^2$	$v+v^2$	u	v^2	u^2	$1+v^2+u^2$	$1+u+v+u^2$
$1+u+v^2$	0	$1+u+v^2$	v	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+v+u+v^2$	$1+u^2+v^2$
$1+u+u^2$	0	$1+u+u^2$	v	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+v+u+u^2$	1
$1+v^2+u^2$	0	$1+v^2+u^2$	v	u	v^2	u^2	$1+v+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$
$v+u+u^2$	0	$v+u+u^2$	v^2	u^2	0	0	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$
$v+v^2+u^2$	0	$v+v^2+u^2$	v^2	0	0	0	$v+u^2$	$v+v^2+u^2$
$v+u+v^2$	0	$v+u+v^2$	v^2	u^2	0	0	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$
$u+v^2+u^2$	0	$u+v^2+u^2$	0	u^2	0	0	$u+v^2+u^2$	$u+v^2$
$1+v+u+v^2$	0	$1+v+u+v^2$	$v+v^2$	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+u$	$1+v+v^2+u^2$
$1+v+u+u^2$	0	$1+v+u+u^2$	$v+v^2$	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+u+v^2+u^2$	$1+v$
$1+v+v^2+u^2$	0	$1+v+v^2+u^2$	$v+v^2$	u	v^2	u^2	$1+u^2$	$1+u+v+v^2+u^2$
$1+u+v^2+u^2$	0	$1+u+v^2+u^2$	v	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v^2$
$v+u+v^2+u^2$	0	$v+u+v^2+u^2$	v^2	u^2	0	0	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$
$1+v+u+v^2+u^2$	0	$1+v+u+v^2+u^2$	$v+v^2$	$u+u^2$	v^2	u^2	$1+u+u^2$	$1+v+v^2$

Table 5. Multiplication of elements of Ring R with each other

$\otimes$	$1+v^2$	$1+u^2$	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	$1+v^2$	$1+u^2$	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
v	v	v	v^2	v^2	v^2	0	0	0
u	u	u	u^2	0	0	u^2	u^2	0
v^2	v^2	v^2	0	0	0	0	0	0
u^2	u^2	u^2	0	0	0	0	0	0
$1+v$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$v+u+v^2$	v	$v+v^2+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
$1+u$	$1+u+v^2$	$1+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+u^2+v^2$	u	v^2+u^2
$1+v^2$	1	$1+u^2+v^2$	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
$1+u^2$	$1+v^2+u^2$	1	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
$v+u$	$v+u$	$v+u$	v^2+u^2	v^2	v^2	u^2	u^2	0
$v+v^2$	$v+v^2$	$v+v^2$	v^2	v^2	v^2	u^2	0	0
$v+u^2$	$v+u^2$	$v+u^2$	v^2	v^2	v^2	u^2	0	0
$u+v^2$	$u+v^2$	$u+v^2$	u^2	0	0	0	u^2	0
$u+u^2$	$u+u^2$	$u+u^2$	u^2	0	0	0	u^2	0
v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	0	0	0	0	0	0
$1+v+u$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	v	$v+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	u	v^2+u^2
$1+v+v^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	v	$v+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
$1+v+u^2$	$1+v+u^2+v^2$	$1+v$	$v+u+v^2$	$v+v^2$	$v+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
$1+u+v^2$	$1+u$	$u+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	u	v^2+u^2
$1+u+u^2$	$1+u+u^2+v^2$	$1+u$	$v+u+u^2$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	u	v^2+u^2
$1+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$v+u$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
$v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u+u^2$	v^2+u^2	v^2	$v+u^2$	$u+v^2$	u^2	0
$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	v^2	v^2	v^2	u^2	0	0
$v+u+v^2$	$v+u+v^2$	$v+u+v^2$	v^2+u^2	v^2	v^2	u^2	u^2	0
$u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	u^2	0	0	0	u^2	0
$1+v+u+v^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	v	$v+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	u	v^2+u^2
$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$v+u+v^2+u^2$	v	$v+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	u	v^2+u^2
$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$v+u+v^2$	v	$v+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	$u+u^2$	v^2+u^2
$1+u+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2$	$v+u^2$	$u+v^2$	u	v^2+u^2
$v+u+v^2+u^2$	$u+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2	v^2	v^2	u^2	u^2	0
$1+v+u+v^2+u^2$	$1+u+u^2+v^2$	$1+v+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	v	$v+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	u	v^2+u^2

Table 6. Multiplication of elements of Ring R with each other

$\otimes$	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
v	$v+v^2$	$v+v^2$	$v+v^2$	v	v	v	v^2	v^2
u	$u+u^2$	u	u	$u+u^2$	$u+u^2$	u	u^2	0
v^2	v^2	v^2	v^2	v^2	v^2	v^2	0	0
u^2	u^2	u^2	u^2	u^2	u^2	u^2	0	0
$1+v$	$1+u+v^2$	1	$1+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$
$1+u$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	1	$1+u+v^2+u^2$	$v+u$	$v+v^2+u^2$
$1+v^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+u$	$1+u+u^2+v^2$	$1+u^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
$1+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u$	v^2+u^2	v^2
$v+v^2$	v	v	v	$v+v^2$	$v+v^2$	$u+v^2$	v^2	v^2
$v+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+u^2$	$v+u^2$	$v+u^2$	v^2	v^2
$u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$u+u^2+v^2$	$u+v^2$	u^2	0
$u+u^2$	u	$u+u^2$	$u+u^2$	u	u	$u+u^2$	u^2	0
v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	0	0
$1+v+u$	$1+v^2+u^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	$v+u^2$
$1+v+v^2$	$1+u$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+v+u$	$1+u+u^2+v+v^2$	$1+u+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$
$1+v+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$
$1+u+v^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+u+u^2$	$v+u$	$v+v^2+u^2$
$1+u+u^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+u+v^2$	$v+u$	$v+v^2+u^2$
$1+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	1	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	$v+u$	$v+u+u^2$	v^2+u^2	v^2
$v+v^2+u^2$	$v+u^2$	$v+u^2$	$v+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	v^2	v^2
$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+u$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	v^2+u^2	v^2
$u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$u+v^2$	$u+v^2+u^2$	u^2	0
$1+v+u+v^2$	u^2	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u+u^2$	$v+u+v^2$	$v+u^2$
$1+v+u+u^2$	v^2	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2$	$v+u+v^2$	$v+u^2$
$1+v+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+u^2+v^2$	1	$v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u^2$
$1+u+v^2+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	1	$1+v^2+u^2$	$1+u$	$v+u$	$v+v^2+u^2$
$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	$v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	$v+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2	v^2
$1+v+u+v^2+u^2$	1	$1+u+u^2+v^2$	$1+u$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u$	$v+u+v^2$	$v+u^2$

Table 7. Multiplication of elements of Ring R with each other

$\otimes$	$v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	$v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$
v	v^2	0	$v+v^2$	$v+v^2$	$v+v^2$	v	v^2	$v+v^2$
u	u^2	u^2	$u+u^2$	$u+u^2$	u	$u+u^2$	u^2	$u+u^2$
v^2	0	0	v^2	v^2	v^2	v^2	0	v^2
u^2	0	0	u^2	u^2	u^2	u^2	0	u^2
$1+v$	$v+u$	$u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$1+u+u^2$
$1+u$	$v+u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v^2$	$v+u+v^2$	$1+v+v^2$
$1+v^2$	$v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u^2$	$1+u+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$
$1+u^2$	$v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+v+v^2$	$1+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u+v^2$
$v+u$	v^2+u^2	u^2	$v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	$v+u+u^2$	v^2+u^2	$v+u+v^2+u^2$
$v+v^2$	v^2	0	v	v	v	$v+v^2$	v^2	v
$v+u^2$	v^2	0	$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+v^2+u^2$	$v+u^2$	v^2	$v+v^2+u^2$
$u+v^2$	u^2	u^2	$u+v^2+u^2$	$u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$u+v^2+u^2$	u^2	$u+v^2+u^2$
$u+u^2$	u^2	u^2	u	u	$u+u^2$	u	u^2	u
v^2+u^2	0	0	v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	v^2+u^2	0	v^2+u^2
$1+v+u$	$v+u+u^2$	$u+v^2$	$1+u^2$	$1+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v+v^2$	$v+u$	1
$1+v+v^2$	$v+u$	$u+v^2+u^2$	$1+u+v^2$	$1+u+u^2$	$1+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$1+u+v^2+u^2$
$1+v+u^2$	$v+u$	$u+v^2+u^2$	$1+u+u^2$	$1+u+v^2$	1	$1+v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$v+v^2+u^2$
$1+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u+u^2$	1	$v+u+v^2$	$1+v$
$1+u+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$1+v+v^2$	$1+v+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	$1+v+v^2+u^2$
$1+v^2+u^2$	$v+u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$1+v+u+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v$	$1+u$	$v+u+v^2+u^2$	$1+v+u$
$v+u+u^2$	v^2+u^2	u^2	$v+u+v^2$	$v+u+v^2$	$v+u+v^2+u^2$	$v+u$	v^2+u^2	$v+u+v^2$
$v+v^2+u^2$	v^2	0	$v+u^2$	$v+u^2$	u^2	$v+v^2+u^2$	v^2	$v+u^2$
$v+u+v^2$	v^2+u^2	u^2	$v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$v+u$	$v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2	$v+u+u^2$
$u+v^2+u^2$	u^2	u^2	$u+v^2$	$u+v^2$	$u+v^2+u^2$	$u+v^2$	u^2	$u+v^2$
$1+v+u+v^2$	$v+u+u^2$	$u+v^2$	$1+v^2+u^2$	1	$1+u+v^2+u^2$	$1+v$	$v+u$	$1+v^2$
$1+v+u+u^2$	$v+u+u^2$	$u+v^2$	1	$1+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v+v^2+u^2$	$v+u$	$1+u^2$
$1+v+v^2+u^2$	$v+u$	$u+v^2+u^2$	$1+u+v^2+u^2$	$1+u$	$1+v+v^2$	$1+v+u$	$v+u+u^2$	$1+u+v^2$
$1+u+v^2+u^2$	$v+u+v^2+u^2$	$u+v^2$	$1+v$	$1+v+v^2+u^2$	$1+v+u$	$1+u^2$	$v+u+v^2$	$1+v+u^2$
$v+u+v^2+u^2$	v^2+u^2	u^2	$v+u$	$v+u$	$v+u+u^2$	$v+u+v^2$	v^2+u^2	$v+u$
$1+v+u+v^2+u^2$	$v+u+u^2$	$u+v^2$	$1+v^2$	$1+u^2$	$1+v+u+v^2$	$1+v+u^2$	$v+u$	$1+v^2+u^2$

Table 8. Multiplication of elements of Ring R with each other

REFERENCES

[1] A. Bonnecaze , P. Udaya, *Cyclic codes and self dual codes* $\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2$, IEEE Trans. Inf. Theory, Vol. 45, 1250-1255, (1999).

[2] S. Ling, C. Xing, A First Course in Coding Theory, (Cambridge University Press, 2004).

[3] J. Qian, L. Zhang and S. Zhu, *Constacyclic and cycliccodes* $\mathbb{F}_2 + u\mathbb{F}_2 + u^2\mathbb{F}_2$, IEICE Trans. Fundamentals, Vol.89, 6, 1863-1865, (2006).

[4] F. Çallıalp, *Örneklerle soyut cebir*. (Birsen Yayınevi, 2011).

[5] J. Gao, and W. F. Fu, ,Linear codes and $(1 + uv)$-constacyclic codes over $R\ [v]/(v^2 + v)$. *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 98*(4), 1044–1048, (2015).

[6] M. Özkan, and F. Öke, A relation between Hadamard codes and some special codes over $F_2 + uF_2$. *App. Mathematics and Inf. Sci*, *10*(2), 701-704, (2016).

[7] N. Kandemir, & M. Özkan, Dört elemanlı halkada tek kodlar ve çift kodlar. *3rd International Conference on Scientific and Academic Researches (ICSAR), 1*(3), 601–605, (2023).

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

RELATIONSHIP BETWEEN IDEALS AND CYCLIC CODES IN THE RING WITH TWO VARIABLE BINARY COEFFICIENTS

Assist. Prof. Dr. MUSTAFA ÖZKAN, Master's student HABIBE RANA KAŞDAŞ

Trakya University, mustafaozkan@trakya.edu.tr- 0000-0001-7398-8564

Trakya University, habibekasdas01@outlook.com – 0009-0003-0852-997X

ABSTRACT

Binary coefficients in two variables is shown. It is investigated whether there is a code type for ideals in this ring. In this study, $\lambda$the existence of cyclic code types corresponding to ideals of a polynomial set in the ring $R[x]/\langle x^n - 1\rangle$for which there is a unitary element on the ring is shown. Also $R[x]/\langle x^n - \lambda\rangle$, cyclic codes corresponding to ideals of a polynomial set are mentioned.

Keywords: Cyclic codes, Constacyclic codes, Ideals.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

İKİ DEĞİŞKENLİ BİNARY KATSAYILI HALKADA İDEALLERİ İLE DEVİRLİ KODLARIN İLİŞKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi MUSTAFA ÖZKAN, Yük. Lisans Öğr. HABİBE RANA KAŞDAŞ

Trakya Üniversitesi, mustafaozkan@trakya.edu.tr- 0000-0001-7398-8564

Trakya Üniversitesi, habibekasdas01@outlook.com – 0009-0003-0852-997X

ÖZET

2 Değişkenli binary katsayılı yeni bir polinom halkasında kodların varlığı gösterilmiştir. Bu halkadaki idealler için bir kod tipi olup olmadığı araştırılmıştır. Bu çalışmada halka üzerinde bir birimsel eleman olan λ için $R[x]/\langle x^n - \lambda \rangle$ halkasında bir polinom kümesinin ideallerin karşılık geldiği devirli kod tiplerinin varlığı gösterilmiştir. Ayrıca $R[x]/\langle x^n - 1 \rangle$ de bir polinom kümesinin ideallerinin karşılık geldiği devirli kodlardan bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Devirli kodlar, Constacyclic kodlar,İdealler.

1. RELATIONSHIP BETWEEN IDEALS AND CYCLIC CODES

1.1.Definition $C \subseteq \mathbb{F}_q^n$Let it be. If $(c_0, c_1, c_2, \dots, c_{n-1}) \in C$it is Cwhile , $(c_{n-1}, c_0, c_1, \dots, c_{n-2}) \in C$it is transferred to the cluster *If a* cyclic Cset is also a linear code, Cit is called a cyclic code.

1.2 Definition : R a ring,

$\lambda \in R$, $C \subseteq R^n$ being the linear code

$$\nu : \quad R^n \longrightarrow R^n$$

$$(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) \mapsto \nu(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) = (\lambda . c_{n-1}, c_0, \dots, c_{n-2})$$

If it is C for a transformation, $\nu(C) = C$ the code is called R a λ -constacyclic code.

1.3 Example: $C = \{(0,0,0), (1,0,1), (0,1,1), (1,1,0)\} \subseteq IF_2^3$

IF_2 Let's consider the cyclic code above. In this case

$\pi : IF_2^3 \longrightarrow IF_2[x] \Big/ < x^3 - 1 >$ because it is

$\pi(C) = \{\bar{0}, \overline{1+x}, \overline{1+x^2}, \overline{x+x^2}\} \subseteq IF_2[x] \Big/ < x^3 - 1 >$ is ideal. $\pi(C)$ is also a fundamental ideal. $\pi(C) = < \overline{1+x} >$ is. In fact

$$\bar{0}.\overline{(1+x)} = \bar{0} = \overline{(1+x)}.\overline{(1+x+x^2)}$$

$$\bar{1}.\overline{(1+x)} = \overline{1+x} = \overline{(1+x)}.\overline{(x+x^2)}$$

$$\bar{x}.\overline{(1+x)} = \overline{x+x^2} = \overline{(1+x^2)}.\overline{(1+x)}$$

$$\overline{x^2}.\overline{(1+x)} = \overline{1+x^2} = \overline{(1+x)}.\overline{(1+x)}$$

$$IF_2[x] \Big/ < x^3 - 1 > = \{ \overline{a_0 + a_1.x + a_2.x^2} \mid a_i \in IF_2 \}$$

$$= \{\bar{0}, \bar{1}, \overline{1+x}, \overline{1+x^2}, \bar{x}, \overline{x^2}, \overline{1+x+x^2}, \overline{x+x^2}\}$$

$$< \overline{1+x} > = \{ \overline{(1+x)}.\overline{f(x)} \mid \overline{f(x)} \in IF_2[x] \Big/ < x^3 - 1 > \}$$

Theorem 1.4. Let R be a finite ring. C, Rbe a linear code with $c = (c_0, c_1, c_2, \dots, c_{n-1}) \in C$defined length on it .$n$

$$\pi: R^n \to {R[x]}/{\langle x^n - 1\rangle}$$

$$c = (c_0, c_1, c_2, \dots, c_{n-1}) \mapsto \pi(c) = c_0 + c_1.x + c_2.x^2 + \cdots + c_{n-1}.x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle$$

Let the transformation be given. The C code is a cyclic code if and only if is an ideal of $\pi(C)$the ${R[x]}/{\langle x^n - 1\rangle}$set.

Theorem 1.5. Let R be a finite ring. C, R be a linear code with $c = (c_0, c_1, c_2, \dots, c_{n-1}) \in C$defined length on it .$n$

$$\pi: R^n \to {R[x]}/{\langle x^n - \lambda\rangle}$$

$$c = (c_0, c_1, c_2, \dots, c_{n-1}) \mapsto \pi(c) = c_0 + c_1.x + c_2.x^2 + \cdots + c_{n-1}.x^{n-1} + \langle x^n - \lambda\rangle$$

Let the transformation be given. It C is a sufficient and necessary condition for $\pi(C)$the code to be a constant cyclic code λ −that the ${R[x]}/{\langle x^n - \lambda\rangle}$ring is an ideal.

2. $\boldsymbol{R = \mathbb{F}_2 + u_1\mathbb{F}_2 + u_2\mathbb{F}_2 + {u_1}^2\mathbb{F}_2 + {u_2}^2\mathbb{F}_2}$RECIPROCATING CODES AND IDEALS IN THE RING

2.1. Definition: Let C be a linear code of length n over $R = \mathbb{F}_2 + u_1\mathbb{F}_2 + u_2\mathbb{F}_2 + {u_1}^2\mathbb{F}_2 + {u_2}^2\mathbb{F}_2$.

$$\sigma: R^n \to R^n$$

$$(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) \longmapsto \sigma(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) = (c_{n-1}, c_0, \dots, c_{n-2})$$

If the condition for a permutation $\sigma(C) = C$is satisfied, Cit is called a cyclic code defined by its code .R

2.2. Definition: Let C be a linear code of length n over the ring $R = \mathbb{F}_2 + u_1\mathbb{F}_2 + u_2\mathbb{F}_2 + {u_1}^2\mathbb{F}_2 + {u_2}^2\mathbb{F}_2$.

$$\gamma: R^n \to R^n$$

$$(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) \longmapsto \gamma(c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) = ((1 + v^2).c_{n-1}, c_0, \dots, c_{n-2})$$

If a permutation $\gamma(C) = C$condition is satisfied, $C$the code $R$is called a constant cycle code.$(1 + {u_1}^2)$ −

Let C be a code on the R ring and $c = (c_0, c_1, \dots, c_{n-1})$code word of length n is represented on the ring $R[x]$ in the form $c(x)\sum_{i=0}^{n-1} c_i\,.x^i$. This notation $R_1$is similar for the ring and field.$\mathbb{F}_2$

2.3. Proposition: Let C is define as a linear code with length n defined in its ring R. The polynomial representation for this code $P(C) = \left\{\sum_{i=0}^{n-1} r_i x^i \,\middle|\, (r_0, r_1, \dots, r_{n-1}) \in C\right\}$is expressed as . From here;

i. C code we defined in the ring R to be a cyclic code necessary and sufficient condition $P(C)$ is that it is an ideal of $R[x]/\langle x^n - 1\rangle$.

ii. C' code we defined in the ring R to be a $(1 + {u_1}^2) -$ constacyclic code necessary and sufficient condition $P(C)$is that it is an ideal of $R[x]/\langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle$.

Proof: Proof of proposition 2.3 $R = \mathbb{F}_2 + u_1\mathbb{F}_2 + u_2\mathbb{F}_2 + {u_1}^2\mathbb{F}_2 + {u_2}^2\mathbb{F}_2$ is done as follows .

i. $\Rightarrow \emptyset \neq C \subseteq R^n$, C be a cyclic code.
$P(C)\{a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle | (a_0, a_1, \dots., a_{n-1}) \in C\} \subseteq R[x]/\langle x^n - 1\rangle$. Let us show that , is an ideal of the ring $R[x]/\langle x^n - 1\rangle$since $P(0,0, \dots,0) = \langle x^n - 1\rangle \in P(C)$ it is a code of length $(0,0, \dots,0) \in C$.
$\therefore P(C) \neq \emptyset$.

$\forall\, a = a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in P(C)$,

$b = b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in P(C)$ for $C$is a linear code

$$a - b = (a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle) - (b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle)$$

$$a - b = (a_0 - b_0) + (a_1 - b_1)x + \cdots + (a_{n-1} - b_{n-1})x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in P(C)$$

It is seen that

$$\forall\, a = a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in P(C)$$

$$\forall\, f = f_0 + f_1x + \cdots + f_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in R[x]/\langle x^n - 1\rangle$$

Using is a C cyclic code;

$$a.f = (a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle).\left(f_0 + f_1x + \cdots + f_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in R[x]/\langle x^n - 1\rangle\right)$$

$$= (a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1}).(f_0 + f_1x + \cdots + f_{n-1}x^{n-1}) + \langle x^n - 1\rangle$$

$$= f_0(a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1}) + f_1x(a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1}) + \cdots + f_{n-1}x^{n-1}(a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1}) + \langle x^n - 1\rangle$$

$$= f_0(a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1}) + f_1(a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1}) + \cdots + f_{n-1}(a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1}) + \langle x^n - 1\rangle \in P(C)$$

It is seen that.

$\therefore P(C), R[x]/\langle x^n - 1\rangle$is an ideal of the ring.

$\Longleftarrow: P(C), R[x]/\langle x^n - 1\rangle$'s ideal.

$\therefore P(C) \neq \emptyset, P(C) \subseteq R[x]/\langle x^n - 1\rangle \Longrightarrow C \neq \emptyset, C \in R^n$happens. $\forall c, d \in C, \forall \alpha, \beta \in R$for $\alpha c + \beta d \in C$. Let's show that it is.

$e, r \in C \Longrightarrow P(e), P(r) \in P(C)$

$\Longrightarrow \alpha P(e) + \beta P(r) \in P(C)\,, \forall \alpha, \beta \in R$for

$\Longrightarrow\ \alpha P(e) + \beta P(r) = P(\alpha e + \beta r) \in P(C) \Longrightarrow \alpha e + \beta r \in C$

$\therefore\ C$is a linear code.

$\forall (c_0, c_1, \dots, c_{n-1}) \in C$let's take it

$$P(C), {}^{R[x]}\Big/_{\langle x^n - 1\rangle}$$

Because it is an ideal of

$c_0 + c_1 x + \cdots + c_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in P(C), x + \langle x^n - 1\rangle \in {}^{R[x]}\Big/_{\langle x^n - 1\rangle}$for

$(x + \langle x^n - 1\rangle)(c_0 + c_1 x + \cdots + c_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle) = c_{n-1} + c_0 x + \cdots + c_{n-2}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in P(C)$

$\Rightarrow (c_{n-1}, c_0\,, \dots, c_{n-2})$

$\therefore\ C$ is a cyclic code.

2.4. Proposition: In the ring $R = \mathbb{F}_2 + u_1\mathbb{F}_2 + u_2\mathbb{F}_2 + {u_1}^2\mathbb{F}_2 + {u_2}^2\mathbb{F}_2$, n being an odd number

$$\mu: {}^{R[x]}\Big/_{\langle x^n - 1\rangle} \longrightarrow {}^{R[x]}\Big/_{\langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle}$$

$$c(x) \mapsto \mu\big(c(x)\big) = c\big((1 + {u_1}^2)x\big)$$

transformation is an isomorphism.

Proof:

i. $\forall\, c_1(x) = a_0 + a_1 x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle, c_2(x) = b_0 + b_1 x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle\ \in {}^{R[x]}\Big/_{\langle x^n - 1\rangle}for\mu(c_1(x)) = \mu(c_2(x)) \Rightarrow c_1((1 + v^2)x) = c_2((1 + {u_1}^2)x)$

$\Rightarrow\ a_0 + a_1(1 + {u_1}^2)x + a_2(1 + {u_1}^2)^2x^2 + \cdots + a_{n-1}(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle(1 + {u_1}^2)^n x^n - 1\rangle = b_0 + b_1(1 + {u_1}^2)x + b_2(1 + {u_1}^2)^2x^2 + \cdots + b_{n-1}(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle(1 + {u_1}^2)^n x^n - 1\rangle$

$\Rightarrow\ \ a_0 + a_1(1 + {u_1}^2)x + a_2x^2 + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle(1 + {u_1}^2)^n x^n - 1\rangle = b_0 + b_1(1 + {u_1}^2)x + b_2x^2 + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle(1 + {u_1}^2)^n x^n - 1\rangle$

$\Rightarrow\ (a_0 - b_0) + \big(a_1(1 + {u_1}^2) - b_1(1 + {u_1}^2)\big)x + (a_2 - b_2)x^2 + \cdots + (a_{n-1} - b_{n-1})x^{n-1} + \langle(1 + {u_1}^2)^n x^n - 1\rangle = \langle(1 + {u_1}^2)^n x^n - 1\rangle$

$\Rightarrow a_0 = b_0, a_1(1 + {u_1}^2) = b_1(1 + {u_1}^2), a_2 = b_2, \dots, a_{n-1} = b_{n-1}$

$\Rightarrow a_0 = b_0, a_1 + a_1{u_1}^2 = b_1 + b_1{u_1}^2, a_2 = b_2, \dots, a_{n-1} = b_{n-1}$

$\Rightarrow a_0 = b_0,\ a_1 = b_1,\ a_2 = b_2, \dots,\ a_{n-1} = b_{n-1}$

$\Rightarrow a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle = b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle$

$\Rightarrow c_1(x) = c_2(x)$It is possible.

So μit is 1-1.

$\forall(t) = a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle \in {R[x]}/{\langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle}$for

$\exists c(x) = b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \ \in {R[x]}/{\langle x^n - 1\rangle} \ni \mu\big(c(x)\big) = t(x)$

Let's show that it is. First, $\langle(1+{u_1}^2)^n.x^n - 1\rangle = \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$let's show that it is. nSince it is an odd number, $(1+{u_1}^2)^n = (1+{u_1}^2)$it will be

$\langle(1+{u_1}^2).x^n - 1\rangle = \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$Let's show that it is.

$\forall p(x) \in \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$let's take it.

$\Rightarrow \exists g(x) \in R[x] \ni q(x) = \big((1+{u_1}^2).x^n - 1\big).g(x)$is.

$\Rightarrow (1+{u_1}^2).q(x) = \big(x^n - (1+{u_1}^2)\big).g(x)$

$\Rightarrow (1+{u_1}^2)^2.q(x) = \big(x^n - (1+{u_1}^2)\big).g(x).(1+{u_1}^2)$

$\Rightarrow \exists g_1(x) \in R[x] \ni q(x) = \big(x^n - (1+{u_1}^2)\big).g_1(x)$is written.

$\Rightarrow q(x) \in \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$is.

$\therefore \langle(1+{u_1}^2)^n.x^n - 1\rangle \subseteq \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$It is possible.

$\forall p(x) \in \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$let's take it.

$\Rightarrow \exists g_1(x) \in R[x] \ni q(x) = \big(x^n - (1+{u_1}^2)\big).g_1(x)$is.

$\Rightarrow (1+{u_1}^2)^2.q(x) = \big(x^n - (1+{u_1}^2)\big).(1+{u_1}^2)^2.g(x)$

$\Rightarrow p(x) = \big((1+{u_1}^2).x^n - 1\big).(1+{u_1}^2).g(x)$

$\Rightarrow \exists\, g(x) \in R[x] \ni q(x) = ((1+{u_1}^2).x^n - 1).g(x)$is written.

$\Rightarrow p(x) \in \langle(1+{u_1}^2).x^n - 1\rangle$is.

$\therefore \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle \subseteq \langle(1+{u_1}^2)\ .x^n - 1\rangle$It is possible.

from here $\langle(1+{u_1}^2).x^n - 1\rangle = \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$. Then

$\mu\big(c(x)\big) = t(x) \Leftrightarrow c\big((1+{u_1}^2)x\big) = t(x)$

$\Leftrightarrow b_0 + b_1(1+{u_1}^2)x + \cdots + b_{n-1}(1+{u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle(1+{u_1}^2)^nx^n - 1\rangle$

$= a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$

$\Leftrightarrow b_0 + b_1(1+{u_1}^2)x + \cdots + b_{n-1}(1+{u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle(1+{u_1}^2)^nx^n - 1\rangle$

$= a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$

$\Leftrightarrow b_0 + b_1(1+{u_1}^2)x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$

$= a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$

$\Leftrightarrow (b_0 - a_0) + (b_1(1+{u_1}^2) - a_1)x + \cdots + (b_{n-1} - a_{n-1})x^{n-1} + \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle = \langle x^n - (1+{u_1}^2)\rangle$

$\Leftrightarrow b_0 = a_0, b_1(1+{u_1}^2) = a_1, \ldots, b_{n-1} = a_{n-1}$

$\Leftrightarrow b_0 = a_0, b_1 = a_1(1+{u_1}^2), \ldots, b_{n-1} = a_{n-1}$

$\forall t(x) = a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle \in {R[x]}/{\langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle}$ for

$\exists c(x) = b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in {R[x]}/{\langle x^n - 1\rangle}\ni \mu\big(c(x)\big) = t(x)$ is.

$\therefore \mu$ It covers.

μLet us show that the function is a homomorphism.

$\forall\ c_1(x) = a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle,\qquad c_2(x) = b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \in {R[x]}/{\langle x^n - 1\rangle}$ for

i) $\mu\big(c_1(x) + c_2(x)\big) = \mu(a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle + b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle$
$= \mu((a_0 + b_0) + (a_1 + b_1)x + \cdots + (a_{n-1} + b_{n-1})x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle)$
$= (a_0 + b_0) + (a_1 + b_1)(1 + {u_1}^2)x + \cdots + (a_{n-1} + b_{n-1})(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle$
$= a_0 + a_1(1 + {u_1}^2)x + \cdots + a_{n-1}(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle + b_0 + b_1(1 + {u_1}^2)x + \cdots + b_{n-1}(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle$
$= c_1\big((1 + {u_1}^2)x\big) + c_2\big((1 + {u_1}^2)x\big)$
$= \mu\big(c_1(x)\big) + \mu(c_2(x))$

ii) $\mu\big(c_1(x).c_2(x)\big) = \mu((a_0 + a_1x + \cdots + a_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle).(b_0 + b_1x + \cdots + b_{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle))$
$= \mu((a_0b_0) + (a_1b_0 + a_0b_1)x + \cdots + \sum_{i+j=n-1} a_ib_jx^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle$
$= ((a_0b_0) + (a_1b_0 + a_0b_1)(1 + {u_1}^2)x + \cdots + \sum_{i+j=n-1} a_ib_j(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - 1\rangle \quad (1)$
$\mu\big(c_1(x)\big).\mu\big(c_2(x)\big) = (a_0 + a_1(1 + {u_1}^2)x + \cdots + a_{n-1}(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle).(b_0 + b_1(1 + {u_1}^2)x + \cdots + b_{n-1}(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} + \langle x^n - (1 + {u_1}^2)\rangle)$
$= a_0b_0 + (a_1b_0 + a_0b_1)(1 + {u_1}^2)x + \cdots + \sum_{i+j=n-1} a_ib_j(1 + {u_1}^2)^{n-1}x^{n-1} \quad (2)$

from (1) and (2) $\mu\big(c_1(x).c_2(x)\big) = \mu\big(c_1(x)\big).\mu(c_2(x))$. Therefore, μit is a homomorphism.

$\therefore$ $\mu$is an isomorphism.

REFERENCES

[1] F. J. MacWilliams, The theory of error-correcting codes. *Elsevier Science Publishers BV* , *2* , 39-47, (1977).

[2] J. Wolfmann, Negacyclic and cyclic codes over Z_4. *IEEE Transactions on Information Theory* , *45* , 2527–2532, (1999).

[3] M.C. Amarra, F.R.Nemenzo, *On* $(1-u)-$*cyclic codes over* $\mathrm{F}_{p^k}+u\mathrm{F}_{p^k}$, Applied Mathematics Letters, Vol.21, 1129-1133, (2008).

[4] S. Zhu, Y. Wang, and M. Shi. *Some results on cyclic codes over* F_2+vF_2. *IEEE Transactions on Information Theory, 56* (4), 1680–1684, (2010).

[5] V. Pless, *Introduction to the theory of error-correcting codes* . John Wiley & Sons, (2011).

[6] M. Al-Ashker, M.Hamoudeh, *Cylic codes over* $\mathbf{Z}_2+u\mathbf{Z}_2+u^2\mathbf{Z}_2+...+u^{k-1}\mathbf{Z}_2$, Turk Journal of Math., Vol.35, 737-749, (2011).

[7] J. Gao, and F. W. Fu, Linear codes and $(1+uv)$-constacyclic codes over $R[v]/(v^2+v)$. *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 98* (4), 1044–1048, (2015).

[8] M. Özkan, F. Öke, *Some Special Codes Over* $\mathrm{F}_3+v\mathrm{F}_3+u\mathrm{F}_3+u^2\mathrm{F}_3$, Mathematical Sciences and Applications E-Notes, Vol.4, 1, 40-44, (2016).

ÖRÜMCEK ARISI ALGORİTMASININ ÇEVRESEL EKONOMİK GÜÇ DAĞITIM PROBLEMİNE UYGULANMASI

OSMAN KARATAŞ[1], Prof. Dr. CELAL YAŞAR[2], Doç. Dr. SERDAR ÖZYÖN[3]
[1.]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisanüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya, Türkiye,
osman.karatas0@ogr.dpu.edu.tr - ORCID ID: 0009-0006-3067-1157
[2.]Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kütahya, Türkiye, celal_yasar@ksbu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-5069-8545
[3.]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kütahya, Türkiye,
serdar.ozyon@dpu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-4469-3908

ÖZET

Günümüzde ve gelecekte daha yaşanabilir bir dünyada yaşamak için çevresel sürdürülebilirlik girişimlerinin devam ettirilmesi ve emisyonların azaltılması gerekir. Güç sistemlerinde yaygın olarak incelenen ve doğrusal olmayan bir optimizasyon problemi olan çevresel ekonomik güç dağıtım (ÇEGD) problemi, hem çevreye minimum düzeyde emisyon salınmasına hem de termal generatörlerin ekonomik dağıtımına odaklanır. Bu çalışmada ÇEGD problemi ağırlıklı toplam metodu (ATM) kullanılarak tek amaçlı optimizasyon problemine dönüştürülmüş ve dönüştürülmüş problemin çözümü için örümcek arısı algoritması (Spider Wasp Optimization, SWO) kullanılmıştır. SWO'nun uygulaması için IEEE 30 baralı 6 generatörlü örnek test sistemi seçilmiştir. Örnek test sisteminin iletim hattı kayıpları B kayıp matrisleri yöntemiyle hesaplanmıştır. Test sisteminin optimal çözümleri için farklı ağırlık değerleri kullanılarak elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel ekonomik güç dağıtımı, Ağırlıklı toplam metodu, B kayıp matrisi, Örümcek arısı algoritması.

1. GİRİŞ

Geleneksel güç sistemlerinde enerji üretimi ve dağıtımında ekonomik verimlilik ön planda tutulurken, çevresel etkiler genellikle gözardı edilmiştir. Ancak artan çevresel kaygılar elektrik üretiminde çevresel ve ekonomik faktörlerin birlikte değerlendirilmesinin gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu bağlamda çevresel ekonomik güç dağıtım problemi, enerji üretim maliyetlerini minimize ederken çevresel zararı da en aza indirmeyi amaçlayan bir optimizasyon problemidir. Bu tür problemlerde daha tutarlı ve daha doğru bir çözüme ulaşmanın diğer bir yolu ise daha az emisyon üreten üretim birimlerinin öncelikli olarak devreye alınmasıdır.

Termik üretim birimleri genellikle fosil yakıt olarak kömür, petrol ve doğal gaz kullandığından atmosfere atık olarak parçacıkların ve gazların yaylmasına neden olurlar. Atmosfere yayılan bu atık gazlar CO_2, SO_2 ve NO_x gibi zararlı atıklar olup tüm canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratırken aynı zamanda küresel ısınmayı da tetiklerler. Fosil yakıt kullanan

üretim birimlerinin atmosfere yaydığı atık gazlardan SO_2 emisyonu sadece yakıt tüketimine bağlı olduğundan matematiksel modellemesi daha kolaydır. Halbuki NO_x emisyonu ise hem kazan sıcaklığı ve hem de hava karışımı gibi birden fazla faktörün karışımından oluştuğundan modellemesi daha zordur [1].

Güç sistemlerinde hem ekonomik hem de çevresel açıdan düşük emisyonlu enerji üretimi hedeflendiğinde, problem geleneksel ekonomik yük dağıtımından "çevresel ekonomik güç dağıtımı" (ÇEGD) problemine dönüşür. Bu problem, çok amaçlı optimizasyon problemleri sınıfına girer. Literatürde çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümü iki şekilde yapılır. Problem ya doğrudan çok amaçlı optimizasyon algoritmalarıyla çözülür, ya da tek amaçlı optimizasyon problemlerine dönüştürülerek çözülür. Çok amaçlı optimizasyon probleminin tek amaçlı optimizasyon problemlerine dönüştürme yöntemlerden birisi de "Ağırlık Toplam Metodu"dur (ATM) [2].

ÇEGD problemlerinin doğrudan çözümü için yapılan literatür taramasında bu tür problemlerin çözümü için harris şahini algoritması [3], tek ve çok amaçlı stokastik fraktal arama algortması [4], çok amaçlı çekirge optimizasyon algoritması [5], genetik algoritmalar (ve geliştirilmiş sürümleri) [6], analitik yöntemler [7], çok amaçlı rassal arama [8], arama ve kurtarma optimizasyon algoritması [9] gibi çeşitli yöntemlerin kullanılmasına rastlanmıştır. ATM kullanılarak tek amaçlı optimizasyon problemine dönüştürülen optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemlerden ise genetik algoritma [2,10], parçacık sürüsü optimizasyonu [11] ve birinci derece gradyan yöntemi [12] gibi bazı algoritmaların da olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada sadece NO_x emisyonuna etkisi üzerine odaklanılmış ve ÇEGD problemi *ATM* yardımıyla tek amaçlı bir optimizasyon problemine dönüştürülmüştür. Problemin çözüm için örümcek arısı algoritması (Spider Wasp Optimization, SWO) IEEE 30 bara test sistemi üzerinde uygulanmıştır.

Bu çalışmanın literatüre üç temel katkısının olduğu düşünülmektedir.

(*i*) Çalışmada, SWO algoritmasının ÇEGD problemleri üzerindeki performansı analiz edilmiştir.

(*ii*) SWO ile ÇEGD probleminde kullanılan aynı sistemin farklı yakıt maliyet ve emisyon miktarı ağırlık katsayıları ile çözülerek sonuçların birbirleriyle karşılaştırılması sağlanmıştır.

(*iii*) SWO'nun performansı, ÇEGD problemleri üzerindeki sonuçları literatürdeki diğer algoritmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

2. PROBLEMIN FORMÜLASYONU

ÇEGD probleminin çözümü sistem kısıtları altında *ATM* ile birleştirilmiş amaç fonksiyonunun (toplam termik maliyet ve toplam NO_x emisyon miktarı) minimize edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Üretim birimlerinin termik maliyeti, her bir birimin aktif güç üretimi üzerinden ikinci derece fonksiyonlarla ifade edilmiştir. Denklemde $F_n(P_{G,n})$, n. üretim biriminin

yakıt maliyet fonksiyonunu, a_n, b_n ve c_n sırasıyla n. üretim biriminin maliyet fonksiyonu katsayılarını, $P_{G,n}$ ise n. üretim biriminin çıkış gücünü göstermektedir ve birimi MW olarak alınmaktadır [15].

$$F_n(P_{G,n}) = a_n + b_n.P_{G,n} + c_n.P_{G,n}^2, \quad (\$/h) \tag{1}$$

Her bir termik birim tarafından yayılan NO_x emisyon miktarı üretim biriminin çıkış gücü cinsinden Denklem (2)'deki gibi tanımlanmıştır [16].

$$E_n(P_{G,n}) = d_n + e_n.P_{G,n} + f_n.P_{G,n}^2 + g_n.\exp\left(h_n P_{G,n}\right), \quad (\text{ton}/h) \tag{2}$$

Denklemde $E_n(P_{G,n})$, n. üretim biriminin emisyon miktarı fonksiyonunu, d_n, e_n, f_n, g_n ve h_n sırasıyla n. üretim biriminin emisyon miktarı fonksiyonu katsayılarını göstermektedir. Kayıplı sistemdeki güç denklem kısıtı Denklem (3)'te, termik üretim birimlerinin çalışma sınır değerleri ise Denklem (4)'te verilmiştir [17].

$$\sum_{n\in N_G} P_{G,n} - P_{yük} - P_{kayıp} = 0 \tag{3}$$

$$P_{G,n}^{\min} \le P_{G,n} \le P_{G,n}^{\max}, \quad n \in N_G \tag{4}$$

Sistemin iletim hatlarında meydana gelen güç kayıpları B kayıp matrisi ile Denklem (5) kullanılarak hesaplanmaktadır [1].

$$P_{kayıp} = \sum_{n\in N_G}\sum_{j\in N_G} P_{G,n}.B_{nj}.P_{G,j} + \sum_{n\in N_G} B_{0n}.P_{G,n} + B_{00} \tag{5}$$

Minimize edilecek olan ÇEGD probleminin ATM ile birleştirilmiş amaç fonksiyonu (AF) Denklem (6)'daki gibidir [16].

$$AF = w\sum_{n\in N_G} F_n(P_{G,n}) + (1-w)\gamma\sum_{n\in N_G} E_n(P_{G,n}) \tag{6}$$

Denklemde, ($\$/h$) olarak termik maliyeti $F_n(P_{G,n})$'le ve (ton/h) olarak NO_x emisyon miktarı fonksiyonu ise $E_n(P_{G,n})$'le gösterilmektedir. γ ölçekleme faktörü, w ise ($0 < w < 1$) şeklinde değişen ağırlık faktörünü ve N_G sistemdeki tüm termik üretim birimlerinin kümesini göstermektedir. Burada w=1,0 değeri sadece yakıt maliyetinin, w=0,0 değeri ise sadece NO_x emisyon miktarının minimum olmasına karşılık düşmektedir. Sistemdeki toplam yakıt maliyeti $F_T(P_{G,n})$ ve toplam NO_x emisyon miktarı $E_T(P_{G,n})$ sırasıyla Denklem (7) ve (8) kullanılarak hesaplanmıştır [1].

$$F_T(P_{G,n}) = \sum_{n\in N_G} F_n(P_{G,n}), \left(\$/\text{h}\right) \tag{7}$$

$$E_T(P_{G,n}) = \sum_{n\in N_G} E_n(P_{G,n}), \left(\text{ton}/\text{h}\right) \tag{8}$$

3. ÖRÜMCEK ARISI ALGORİTMASI (SWO)

Yeni ve sürü tabanlı bir optimizasyon algoritması olan SWO her örümceğin karnına tek bir yumurta bırakarak bazı örümcek arısı türleri için avlanma ve yuva yapma davranışlarından ve zorunlu kuluçka parazitliğinden esinlenerek oluşturulmuştur [14].

Bu algoritmada, her bir örümcek arısı (dişi), mevcut nesildeki bir çözümü temsil eder ve *D* boyutlu vektör olarak Denklem (9)'daki gibi kodlanır [18].

$$\overrightarrow{SW} = \left[x_1, \mathrm{x}_2, x_3, ..., x_D\right] \tag{9}$$

Üst başlangıç parametre sınırı olan $\overrightarrow{H}$ ile alt başlangıç parametre sınırı olan $\vec{L}$ değerleri önceden belirlenir ve bu iki değer arasında bir dizi *N* vektörü Denklem (10)'daki gibi rastgele oluşturulur [19]:

$$SW_{Pop} = \begin{bmatrix} sw_{1,1} & sw_{1,2} & \cdots & sw_{1,D} \\ sw_{2,1} & sw_{2,2} & \cdots & sw_{2,D} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ sw_{N,1} & sw_{N,2} & \cdots & sw_{N,D} \end{bmatrix} \tag{10}$$

Burada SW_{Pop} örümcek arılarının başlangıç populasyonudur. Arama alanında rastgele herhangi bir çözüm oluşturmak için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$\overrightarrow{SW}_i^t = \vec{L} + \vec{r} \times \left(\overrightarrow{H} - \vec{L}\right) \tag{11}$$

Burada *t* nesil, *i* nüfus indeksini göstermektedir ($i=1,2,...,N$). Denklemdeki $\vec{r}$ ise 0 ile 1 arasında rastgele başlatılan D boyutlu sayılardan oluşan bir vektörü temsil etmektedir.

Keşif aşaması, dişi örümcek arılarının, larvalarını beslemek için en uygun örümcekleri bulma davranışlarının benzetimini içerir ve Denklem (12)'deki gibi modellenir [18].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \overrightarrow{SW}_i^t + \mu_1 \times \left(\overrightarrow{SW}_a^t - \overrightarrow{SW}_b^t\right) \tag{12}$$

Burada *a* ve *b* keşif yönünü belirlemek için populasyondan rastgele seçilen iki indekstir, bunları dişi örümcek arısı takip eder ve Denklem (13)'teki μ_1 ise o anki mevcut yöndeki sabit hareketi belirlemek için kullanılır. Denklemdeki r_1 sıfır ile bir aralığında ve *rn* ise normal dağılım kullanılarak oluşturulmuş rastgele sayıları göstermektedir.

$$\mu_1 = |rn| \times r_1 \tag{13}$$

Dişi örümcek arıları bazen ağdan düşen örümceğin izini kaybederler ve bu nedenle örümceğin düştüğü noktanın çevrelediği tüm bölgeyi ararlar. Bu davranışa göre Denklem (12)'deki denklemden farklı olarak Denklem (14)'te ifade edilen yeni ve farklı keşif yöntemi

oluşturulmuştur. Denklemlerdeki *c* populasyondan rastgele seçilen bir indeksi, *l* ise (-2) ile 1 arasında rastgele oluşturulan bir sayıyı ifade etmektedir [20].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \overrightarrow{SW}_c^{t+1} + \mu_2 \times \left(\vec{L} + \vec{r_2} \times \left(\vec{H} - \vec{L}\right)\right) \tag{14}$$

$$\mu_2 = B \times cos\left(2\pi l\right) \tag{15}$$

$$B = \frac{1}{1+e^l} \tag{16}$$

Dişi örümcek arısının bir sonraki pozisyonunu oluşturmak üzere Denklem (4) ile (6) arasındaki tercih Denklem (17) kullanılarak rastgele belirlenmiş olur. Denklemdeki r_3 ve r_4 ise [0, 1] aralığındaki iki rastgele sayıyı ifade etmektedir [19].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \begin{Bmatrix} Eğer\ r_3 < r_4\ ise & Denklem\ (12) \\ Diğer\ durumlarda\ ise & Denklem\ (14) \end{Bmatrix} \tag{17}$$

Örümcek arısı avını bulduktan sonra ağın göbeğinde onlara saldırmaya çalışır, ancak örümcekler kaçmak için yere düşerler. Örümcek arısı düşen örümcekleri takip ederek onları felç eder ve önceden hazırlanmış olan yuvalarına sürükler. Diğer durumlarda örümcek, ağın merkezinden düşen örümceklerin izini kaybeder. Matematiksel olarak ifade edilen Denklem (18)'deki ilk eğilim, örümcek arısının örümcekleri yakalamak için yaptığı kovalama işleminin benzetimini içerir. Denklem (18)'deki *C* ifadesi Denklem (19)'da açık olarak verilmiş olup değeri 2 değeri ile başlayıp doğrusal olarak sıfıra düşen örümcek arısının hızını belirlemek için kullanılan bir mesafe kontrol faktörüdür. Eğer *C*>0,5 ise örümcek arısı avdan daha hızlıdır, ya da *C*<0,5 ise av örümcek arısından daha hızlıdır demektir. Aşağıdaki denklemlerde *a* popülasyondan rastgele seçilen bir indeksi, *t* ve t_{max} sırasıyla mevcut ve maksimum değerlendirmeyi belirtmektedir. $\vec{r_5}$ ise [0, 1] aralığında rastgele üretilen değerleri temsil eden bir vektörü ve r_6 ise [0, 1] aralığında rastgele üretilen bir sayıyı göstermektedir [21].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \overrightarrow{SW}_i^{t} + C \times \left| 2 \times \vec{r_5} \times \overrightarrow{SW}_a^{t} - \overrightarrow{SW}_i^{t} \right| \tag{18}$$

$$C = \left(2 - 2 \times \left(\frac{t}{t_{\max}}\right)\right) \times r_6 \tag{19}$$

Bir örümcek, dişi örümcek arısından kaçtığında aralarındaki mesafe giderek artar. Bu aşama başlangıçta kullanımdır (exploitation). Mesafenin artmasıyla birlikte kullanım keşfe dönüşür. Bu davranışın benzetimi Denklem (20)'deki formül kullanılarak yapılır. Denklemde $\overrightarrow{vc}$ normal dağılıma göre (*k*) ile (-*k*) değerleri arasında oluşturulan bir vektördür. Dişi örümcek arısı ile örümcek arasındaki mesafeyi kademeli olarak artırmak için *k*, Denklem (21) kullanılarak üretilir. Bu iki eğilim arasındaki denge, Denklem (22)'de gösterildiği gibi rastgele elde edilir [20].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \overrightarrow{SW}_i^{t} \times \overrightarrow{vc} \tag{20}$$

$$k = 1 - \left(\frac{t}{t_{\max}} \right) \tag{21}$$

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \begin{Bmatrix} Eğer \quad r_3 < r_4 \;\; ise & Denklem\,(18) \\ Diğer\;\; durumlarda\, ise & Denklem\,(20) \end{Bmatrix} \tag{22}$$

Son olarak, arama aşaması ile takip mekanizması arasındaki değişim Denklem (23)'teki formüle göre ayarlanır. Burada *p* ise [0, 1] arasında rastgele bir sayıyı göstermektedir [22].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \begin{Bmatrix} Eğer \quad p < k \;\; ise & Denklem\,(17) \\ Diğer\;\; durumlarda\, ise & Denklem\,(22) \end{Bmatrix} \tag{23}$$

Denklem (24), örümceğin en uygun örümceğin bulunduğu bölgeye doğru çekilmesi ve felçli örümceğin yerleştirilip karnının üzerine yumurta bırakılması için yuva yapılabilecek en iyi yer olarak kabul edilmesi esasına dayanır. Denklemdeki $\overrightarrow{SW}^*$ o ana kadar ki en iyi çözümü temsil eder [21].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \overrightarrow{SW}^* + \cos(2\pi l) \times \left(\overrightarrow{SW}^* - \overrightarrow{SW}_i^{\,t} \right) \tag{24}$$

Denklem (25) ise, aynı konumda iki yuva yapmaktan kaçınmak için ek bir adım boyutu kullanarak populasyondan rastgele seçilen bir dişi örümceğin konumu dahilinde yuvayı yapması esasına dayanır. Burada; r_3, [0, 1] aralığında oluşturulan rastgele bir sayıyı, γ levy uçuşuna göre üretilen bir sayıyı göstermektedir. Denklemdeki *a*, *b* ve *c* populasyondan rastgele seçilen üç çözümün indislerini ifade etmektedir. Denklem (26)'ya göre değeri belirlenen $\vec{U}$ ise aynı konumda iki yuva inşa edilmesini önlemek için bir adım boyutunun ne zaman uygulandığını belirlemek için kullanılan ikili bir vektörü ifade etmektedir. Ayrıca denklemdeki $\vec{r}_4$ ve $\vec{r}_5$ ifadeleri [0, 1] aralığındaki rastgele değerleri temsil eden iki vektördür [22].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \overrightarrow{SW}_a^{t} + r_3 \times |\gamma| \times \left(\overrightarrow{SW}_a^{t} - \overrightarrow{SW}_i^{t} \right) + (1 - r_3) \times \vec{U} \times \left(\overrightarrow{SW}_b^{t} - \overrightarrow{SW}_c^{t} \right) \tag{25}$$

$$\vec{U} = \begin{Bmatrix} Eğer \quad \vec{r}_5 < \vec{r}_4 \;\; ise & 1, \\ Diğer\;\; durumlarda\, ise & 0 \end{Bmatrix} \tag{26}$$

Algoritmada örümcek arısı yuvalanma davranışlarının Denklem (24) ve (25) gibi iki farklı denklemle benzetimi yapıldığından hangi denklemin kullanılacağı Denklem (27) ile belirlenir.

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \begin{Bmatrix} Eğer \quad r_3 < r_4 \;\; ise & Denklem\,(24) \\ Diğer\;\; durumlarda\; ise & Denklem\,(25) \end{Bmatrix} \tag{27}$$

Son olarak, avlanma ve yuvalama davranışları arasındaki denge Denklem (28) kullanılarak bulunur [14].

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \begin{cases} Eğer \quad i < N \times k \; ise & Denklem\,(23) \\ Diğer\; durumlarda\; ise & Denklem\,(27) \end{cases} \tag{28}$$

Örümcek arılarının ana özelliklerinden biri cinsiyet belirleme yetenekleridir. Cinsiyet, yumurtanın bırakıldığı konağın büyüklüğüne göre belirlenir. Erkekler küçük örümcek arısı ile temsil edilirken, dişiler büyük örümcek arısı ile temsil edilmektedir. Yeni çözümler (örümcek arısı yumurtaları) aşağıdaki denkleme göre üretilir [23].

$$SW_i^{t+1} = Crossover\left(SW_i^t, SW_m^t, CR\right) \tag{29}$$

Burada *Crossover*, SW_i^t ve SW_m^t çözümleri arasında çaprazlama oranı (Crossover Rate, *CR*) olarak bilinen bir olasılıkla uygulanan tek biçimli çaprazlama operatörünü belirtir. SW_m^t ve SW_i^t sırasıyla erkek ve dişi örümcek arısı temsil eden iki vektördür. Algoritmada erkek örümcek arısı, dişi örümcek arısından farklı olacak şekilde Denklem (30) kullanılarak oluşturulur.

$$\overrightarrow{SW}_i^{t+1} = \overrightarrow{SW}_i^t + e^l \times |\beta| \times \vec{v}_1 + \left(1 - e^l\right) \times |\beta_1| \times \vec{v}_2 \tag{30}$$

Denklemde β ve β_1 normal dağılıma göre rastgele oluşturulmuş iki sayıyı ve e ise üstel sabiti göstermektedir. Denklemdeki $\vec{v}_1$ ve $\vec{v}_2$ vektörleri sırasıyla Denklem (31) ve (32)'de verilen eşitliklere göre üretilir.

$$\vec{v}_1 = \begin{cases} Eğer\; f\left(\vec{x}_a\right) < f\left(\vec{x}_i\right)\; ise & \left(\vec{x}_a - \vec{x}_i\right) \\ Diğer\; durumlarda\;\; ise & \left(\vec{x}_i - \vec{x}_a\right) \end{cases} \tag{31}$$

$$\vec{v}_2 = \begin{cases} Eğer\; f\left(\vec{x}_b\right) < f\left(\vec{x}_c\right)\; ise & \left(\vec{x}_b - \vec{x}_c\right) \\ Diğer\; durumlarda\; ise & \left(\vec{x}_c - \vec{x}_b\right) \end{cases} \tag{32}$$

Denklemlerde *i*, *a*, *b* ve *c*, $i \neq a \neq b \neq c$ olacak şekilde populasyondan rastgele seçilen üç çözümün indekslerini ifade etmektedir. Çaprazlama ise iki ebeveynli örümcek arısı içindeki genetik materyali yeniden birleştirerek ebeveynlerinin özelliklerini paylaşan bir yavru (yumurta) üretmek için kullanılır. Avlanma ve çiftleşme davranışları arasındaki değiş tokuş, önceden tanımlanmış bir faktör olan değiş tokuş oranına (Tradeoff rate, *TR*) dayanmaktadır [23].

4. ALGORİTMANIN PROBLEME UYGULANMASI

SWO'nun ÇEGD problemine uygulanabilmesi ve uygun optimal çözümlerin elde edilebilmesi için Denklem (33) kısıtlarının sağlanması gerekmektedir. Bu çalışmada söz konusu kısıtların sağlanabilmesi için ceza fonksiyonu yöntemi kullanılmıştır [15].

$$P_{G,n}^{\min} \le P_{G,n} \le P_{G,n}^{\max}, \quad n \in N_G \tag{33}$$

SWO çözüme başlarken algoritmaya ait veriler (populasyon sayısı, iterasyon sayısı, algoritmalara özgü parametreler ve ilgilenilen probleme ait diğer veriler) girilir veya veri dosyasından okutulur. Programda ilk adımda $P_{G,n}$ değerleri Denklem (33) kısıtları sağlanacak şekilde rassal olarak sırasıyla Denklem (34) kullanılarak atanır. Bu işleme populasyondaki belirlenen sayı tamamlanıncaya kadar devam edilir. Bu durumda oluşturulan populasyondaki her bir ajan/birey problemin olası bir çözümü haline gelir [12].

$$P_{G,n} = P_{G,n}^{\min} + rand[0,1].\left(P_{G,n}^{\max} - P_{G,n}^{\min}\right), n \neq bağımlı, \quad n \in N_G \tag{34}$$

Atama işlemi tamamlandıktan sonra, B kayıp matrisi yöntemi kullanılarak aktif güç değerleri üzerinden kayıp hesaplaması yapılır. Ardından *AF* değeri Denklem (6) kullanılarak hesaplanır. Daha sonra, algoritma tarafından elde edilen bu değerlerin, bağımlı bara (salınım barası) için Denklem (33) kapsamında belirtilen kısıtı karşılayıp karşılamadığı kontrol edilir. Eğer kısıt sağlanmazsa, ilgili kısıtı dikkate alan bir ceza fonksiyonu oluşturulur ve bu fonksiyonun değeri Denklem (6)'daki *AF*'ye eklenir. Bu şekilde elde edilen yeni fonksiyon, yani *AF* ile ceza fonksiyonunun toplamı, genişletilmiş amaç fonksiyonu (*AFnk*) olarak adlandırılır. Sonuç olarak, Denklem (33)'te belirtilen kısıt, genişletilmiş amaç fonksiyonu aracılığıyla karşılanmaya çalışılır. Bu nedenle, optimal çözüme ulaşmak amacıyla yeni amaç fonksiyonu olarak Denklem (6)'daki *AF* yerine, Denklem (35)'te tanımlanan *AFnk* kullanılır [10].

$$AFnk = AF + CF_{bağımlı} \tag{35}$$

Denklemde yer alan $CF_{bağımlı}$ ifadesi, bağımlı baranın değerlerini belirlenen kısıtlarla uyumlu hale getirmek amacıyla eklenen ceza fonksiyonunu temsil etmektedir. Önerilen herhangi bir çözüm, tanımlanan kısıtı ihlal ettiğinde, ceza fonksiyonu devreye girerek çözümü cezalandırmaktadır. Bu kısıtın sağlanabilmesi için $CF_{bağımlı}$, bağımlı bara ceza terimi olarak tanımlanmıştır. Bu doğrultuda, $CF_{bağımlı}$ değeri, bağımlı baranın minimum ve maksimum üretim sınırlarına bağlı olarak Denklem (36) yardımıyla hesaplanmaktadır [27].

$$CF_{bağımlı} = \begin{Bmatrix} Eğer\ P_{G,bağımlı\ j} < P_{G,bağımlı}^{\min} & ise & KCF_{bağımlı}\left(P_{G,bağımlı\ j} - P_{G,bağımlı}^{\min}\right)^2 \\ Eğer\ P_{G,bağımlı\ j} > P_{G,bağımlı}^{\max} & ise & KCF_{bağımlı}\left(P_{G,bağımlı}^{\max} - P_{G,bağımlı\ j}\right)^2 \\ Eğer\ P_{G,bağımlı}^{\min} \le P_{G,bağımlı\ j} \le P_{G,bağımlı}^{\max} & ise & 0 \end{Bmatrix} \tag{36}$$

İşlemde durma kriteri olarak alınan iterasyon sayısına ulaşıldığında en son elde edilen çözüm değerleri optimal çözüm değerleri olarak alınır ve iterasyon durdurulur.

5. ÖRNEK GÜÇ SİSTEMİNİN ÇÖZÜMÜ

Sadece termik üretim birimlerinden oluşan sistemin çözümüne örnek olarak IEEE 30 baralı, 6 generatörlü güç sistemi seçilmiştir. Sistemde 1 nolu bara salınım barası olup gerilimi

$1,06\angle 0^0$ *pu* olarak alınmıştır. Sistemin baz değerleri ise S_{baz}=100 *MVA*, U_{baz}=230 *kV* ve Z_{baz}=529 *Ohm* olarak alınmıştır. Sistemde 1, 3, 5, 8, 11 ve 13 nolu baralara bağlı üretim birimleri termik üretim birimleridir. Örnek güç sisteminde toplam aktif yük değeri 2,834 *pu*'dur. Sistemin çözümünde bir saatlik işletim süresi göz önüne alınmıştır [24-26].

Bu çalışmada SWO algoritmasının probleme uygulanması için Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz işlemcili ve 6 GB RAM bellekli kişisel bilgisayar kullanılarak MATLAB R2024a'da program geliştirilmiştir. SWO algoritmasının parametre değerleri ***TR*** değeri 0,3, ***CR*** değeri 0,2 ve N_{min} ise 20 olarak alınmıştır. Algoritmada populasyon sayısı 25, iterasyon sayısı 100 alınarak IEEE 30 baralı güç sisteminin optimal çözümü 30 bağımsız çalıştırma ile elde edilmiştir.

Ağırlık faktörü *w*'nın toplam 11 farklı değeri için 0,0'dan başlayarak 0,1 aralıklarla 1,0'a doğru arttırılırken, kayıplar dikkate alınarak elde edilen optimal çözüm değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. *W*'nın bazı değerleri için üretim birimlerinin çıkış güçleri, toplam yakıt maliyeti, toplam *NOx* emisyon miktarı, toplam kayıp ve çözüm zamanı.

w	Termik birim sayısı (n)						$F_T(P_{G,n})$ ($/h)	$E_T(P_{G,n})$ (ton/h)	$P_{kayıp}$ (pu)	Zaman (sn)
	P_1 (pu)	P_3 (pu)	P_5 (pu)	P_8 (pu)	P_{11} (pu)	P_{13} (pu)				
1,0	0,13003	0,29854	0,58604	0,97261	0,52405	0,34804	605,9984	0,21897	0,02533	0,222
0,9	0,14022	0,30140	0,58356	0,94044	0,53001	0,36342	606,1607	0,21642	0,02509	0,193
0,8	0,15875	0,31517	0,57316	0,88731	0,54281	0,38177	606,7285	0,21241	0,02502	0,198
0,7	0,18143	0,32728	0,57141	0,83712	0,55197	0,38965	607,4790	0,20905	0,02488	0,199
0,6	0,21036	0,33984	0,57528	0,78927	0,54545	0,39877	609,6085	0,20596	0,02494	0,198
0,5	0,23170	0,35910	0,56738	0,73773	0,56150	0,40193	612,0480	0,20327	0,02536	0,195
0,4	0,25463	0,37351	0,57473	0,66671	0,55849	0,43177	615,4805	0,20021	0,02583	0,436
0,3	0,28482	0,39130	0,56192	0,62016	0,55045	0,45254	619,8882	0,19817	0,02721	0,194
0,2	0,32053	0,41083	0,55563	0,55012	0,55239	0,47341	625,9256	0,19614	0,02897	0,189
0,1	0,36388	0,44197	0,55751	0,45597	0,55251	0,49380	633,8817	0,19458	0,03166	0,198
0,0	0,41149	0,46411	0,54469	0,38990	0,54432	0,51485	645,6513	0,19417	0,03536	0,187

SWO algoritmasının performansını değerlendirebilmek için literatürde aynı problemin farklı metotlarla çözümlerinden elde edilen sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu nedenle SWO ile elde edilen optimal sonuçlar literatürde açlık oyunları arama algoritması (Hunger Games Search, HGS) [27] ve çok amaçlı geriye doğru arama algoritması (Backtracking Search Algorithm, BSA) [28] ile elde edilen sonuçlarla eniyi toplam yakıt maliyeti durumuna (*w*=1) göre Çizelge 2'de, toplam NO_x emisyon miktarı durumuna (*w*=0) göre ise Çizelge 3'te karşılaştırma şeklinde verilmiştir.

Çizelge 2. *W*=1,0 için bulunan optimal çözüm değerlerinin literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılması.

Bara No	SWO (100 İte)	HGS[27] (500 İte)	BSA[28] (100 İte)
P_1 (pu)	0,130030	0,120969	0,120970
P_3 (pu)	0,298541	0,286312	0,286317
P_5 (pu)	0,586046	0,583557	0,583554
P_8 (pu)	0,972611	0,992854	0,992853

P_{11} (pu)	0,524059	0,523970	0,523964
P_{13} (pu)	0,348041	0,351899	0,351903
P_{loss} (pu)	0,025332	0,025562	0,25562
$F_T(P_{G,n})$ ($/h)	605,9984	605,9984	605,9984
$E_T(P_{G,n})$ (ton/h)	0,218976	0,220729	0,220729

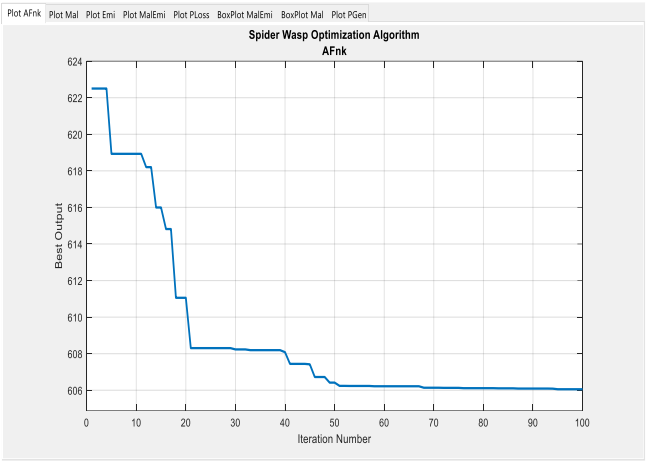
Çizelge 3. *W*=0,0 için bulunan optimal çözüm değerlerinin literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılması.

Bara No	**SWO (100 İte)**	**HGS[27] (500 İte)**	**BSA[28] (100 İte)**
P_1 (pu)	0,411469	0,410925	0,410926
P_3 (pu)	0,464112	0,463668	0,463670
P_5 (pu)	0,544693	0,544419	0,544416
P_8 (pu)	0,389902	0,390374	0,390372
P_{11} (pu)	0,544328	0,544459	0,544463
P_{13} (pu)	0,514854	0,515485	0,515483
P_{loss} (pu)	0,035361	0,035330	0,35330
$F_T(P_{G,n})$ ($/h)	645,6513	646,2070	646,2072
$E_T(P_{G,n})$ (ton/h)	0,194179	0,194179	0,194179

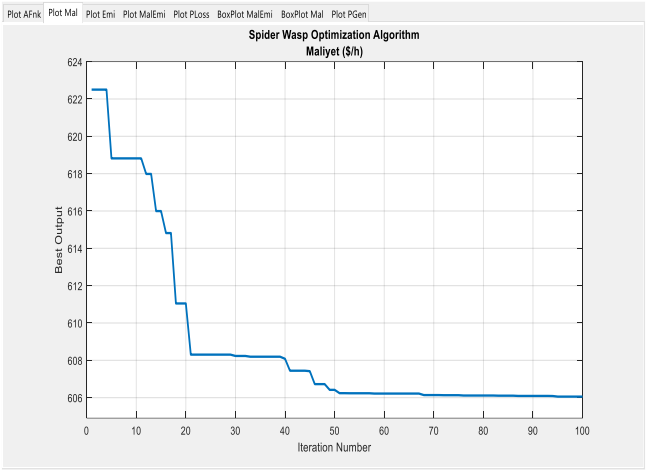
Çizelge 2'de toplam yakıt maliyet minimizasyon fonksiyonu $F_T(P_{G,n})$ açısından incelendiğinde bütün algoritmaların birbirlerine yakın değerler verdiğini, SWO'nun ise en iyi $E_T(P_{G,n})$ değerini verdiği görülmektedir. Çizelge 3'te ise toplam emisyon miktarı $E_T(P_{G,n})$ açısından incelendiğinde bütün algoritmaların aynı değerleri verdiğini, SWO'nun ise en iyi $F_T(P_{G,n})$ değerlerini yakaladığı görülmektedir.

Sadece yakıt maliyeti gözönüne alındığında (w=1) elde edilen *AFnk* amaç fonksiyonu değerleri Görsel 1'de ve toplam yakıt maliyetinin arama sayısına göre değişimi ise Görsel 2'de verilmiştir. Görsel 1 ve 2 incelendiğinde algoritmanın amaç fonksiyonu ve yakıt maliyeti yakınsamalarının yaklaşık 68. iterasyondan sonra çok değişmediği gözlenmiştir.

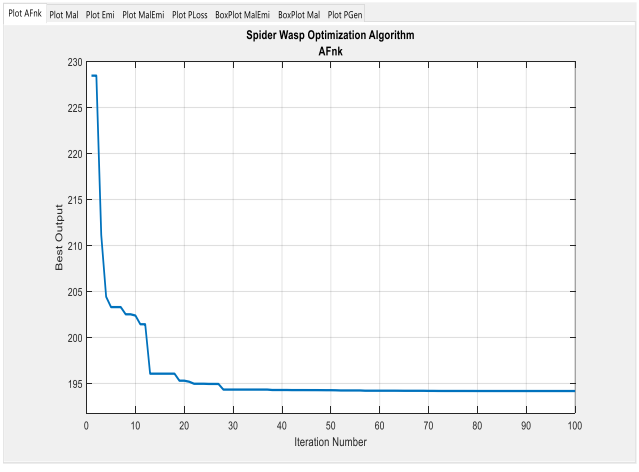
Sadece toplam NO_x emisyon miktarı gözönüne alındığında (w=0,0) elde edilen *AFnk* amaç fonksiyonu Görsel 3'te ve toplam NO_x emisyon miktarının arama sayısına göre değişimi ise Görsel 4'te verilmiştir. Görsel 3 ve 4 incelendiğinde ise, SWO'nun amaç fonksiyonu ve toplam NO_x emisyon miktarının yakınsamalarının yaklaşık 28. iterasyondan sonra çok fazla değişmediği görülmüştür.



Görsel 1. *W*=1,0 alındığında arama sayısına göre *AFnk* amaç fonksiyonundaki değişim.

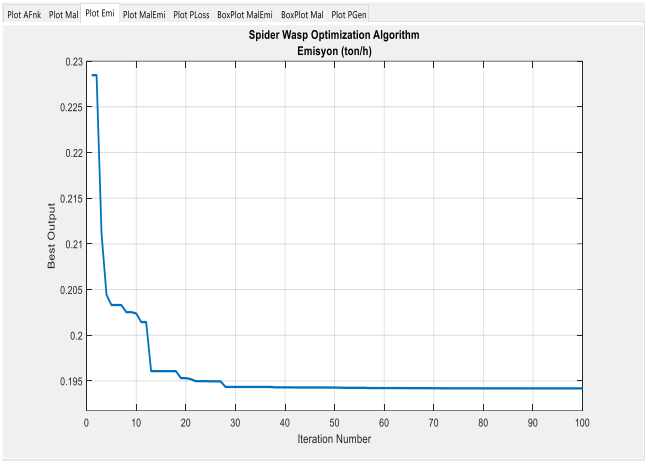


Görsel 2. *W*=1,0 alındığında arama sayısına göre toplam yakıt maliyetindeki değişim.



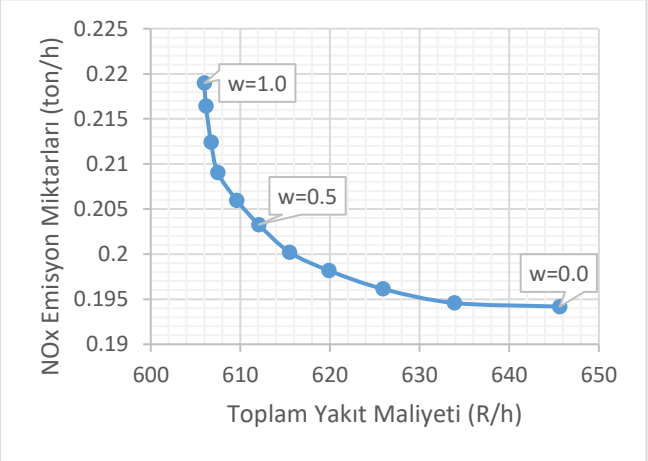
Görsel 3. *W*=0,0 alındığında arama sayısına göre *AFnk* amaç fonksiyonundaki değişim.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4



Görsel 4. *W*=0,0 alındığında arama sayısına göre toplam NOx emisyon miktarındaki değişim.

SWO'nun *w*'nın değeri 0,0'dan başlayarak 0,1 aralıklarla 1,0'a doğru arttırılırken toplam yakıt maliyetinin azalmasına karşılık toplam NO_x emisyon miktarının arttığı kayıplı durumdaki Çizelge 1'deki değişim Görsel 5'te görülmektedir. $P_{yük}$=283,4 *MW* yük durumuna göre Görsel 5'te verilen pareto optimal çözüm değerlerinden hangi *w* değerinde çalışılacağı tercihi konusu sistem sahiplerine veya operatörlerine bırakılmıştır.



Görsel 5. Farklı w değerlerinde toplam yakıt maliyetinin toplam NOx emisyon miktarına göre değişimi.

6. TARTIŞMA

Bu çalışmada SWO algoritmasının performansı ÇEGD probleminin çözümü üzerindeki sonuçları HGS ve BSA algoritmalarıyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, SWO algoritmasının problemi başarıyla çözdüğünü, yakıt maliyeti ve toplam emisyon miktarı açısından bazen aynı ve bazende çok küçük olsada daha iyi değerlerle sonuçları bulduğunu göstermiştir.

7. SONUÇLAR

Çalışmada ÇEGD probleminin çözümü için termik birimlerden oluşan kayıplı bir sisteme SWO uygulanmıştır. Ağırlık katsayısı *w*'nın her bir değeri için SWO en iyi sonuca ulaşmaya çalışmıştır. Çözüm işleminde *w*=0,0'dan başlayarak 0,1'lik artımlarla *w*=1,0'a kadar değiştirilmiştir. Elde edilen optimal sonuçların literatürde farklı metotlarla elde edilen toplam yakıt maliyeti ve toplam emisyon miktarı sonuçlarına göre daha iyi değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak son zamanlarda ortaya çıkan SWO algoritmasının bu çalışmada ÇEGD problemlerine başarılı bir şekilde uygulanabileceği gösterilmiştir. Bundan sonraki çalışmalar için günümüzde gittikçe önemi artan yenilenebilir enerji kaynakları içeren ÇEGD problemlerinin çeşitli test sistemleri üzerinde SWO'nun performansının araştırılmasına devam edilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Özyön, S., Yaşar, C., & Temurtaş, H., Harmoni arama algoritmasının çevresel ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 26(2), 65-76, 2011.

[2] Özyön, S., Yasar, C., & Temurtaş, H., Ham enerji kaynağı kısıtlı birim içeren hidrotermal güç sistemlerinde çevresel ekonomik güç dağıtımı probleminin çözümü. Journal of Science and Technology of Dumlupınar University. (021), 45-66, 2010.

[3] Islam, M, Z., Wahab, N. I. A., Veerasamy, V., Hizam, H., Mailah, N. F., Guerrero, J. M., & Mohd Nasir, M. N., A Harris Hawks optimization based single-and multi-objective optimal power flow considering environmental emission. Sustainability. 12(13), 5248, 2020.

[4] Van Hong, T. P., Ngoc, D. V., & Tuan, K. D., Environmental economic dispatch using stochastic fractal search algorithm. In 2021 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering (ISEE) (pp, 214-219), IEEE, 2021.

[5] Taher, M. A., Kamel, S., Jurado, F., & Ebeed, M. An improved moth-flame optimization algorithm for solving optimal power flow problem. International Transactions on Electrical Energy Systems. 29(3), e2743, 2019.

[6] Zhu, Y., Qiao, B., Dong, Y., Qu, B., & Wu, D., Multiobjective dynamic economic emission dispatch using evolutionary algorithm based on decomposition. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering. 14(9), 1323-1333, 2019.

[7] Palanichamy, C., & Babu, N. S., Analytical solution for combined economic and emissions dispatch. Electric Power Systems Research. 78(7), 1129-1137, 2008.

[8] Das, D. B., & Patvardhan, C., New multi-objective stochastic search technique for economic load dispatch. IEE Proceedings-Generation, Transmission and Distribution. 145(6), 747-752, 1998.

[9] Prakash, A., Srikanth, T., Moulichandra, B., & Krishnakumar, R., Search and Rescue Optimization to solve Economic Emission Dispatch. In 2022 First International Conference on Electrical, Electronics, Information and Communication Technologies (ICEEICT) (pp, 1-5), IEEE, 2022.

[10] Yaşar, C., Özyön, S., & Temurtaş, H., Termik Üretim Birimlerinden Oluşan Çevresel-Ekonomik Güç Dağıtım Probleminin Genetik Algoritma Yöntemiyle Çözümü. ELECO, 5, 105-109, 2008.

[11] Abido, M, A., Multiobjective particle swarm optimization for environmental/economic dispatch problem. Electric Power Systems Research. 79(7), 1105-1113, 2009.

[12] Yaşar, C., & Fadıl, S., Solution to environmental economic dispatch problem by using first order gradient method. In 5th International Conference on Electirical and Electronics Engineering. ELECO (pp, 5-7), 2007.

[13] Jia, H., Rao, H., Wen, C., & Mirjalili, S., Crayfish optimization algorithm. Artificial Intelligence Review. 56(Suppl 2), 1919-1979, 2023.

[14] Abdel-Basset, M., Mohamed, R., Jameel, M., & Abouhawwash, M., Spider wasp optimizer: a novel meta-heuristic optimization algorithm. Artificial Intelligence Review. 56(10), 11675-11738, 2023.

[15] Özyön, S., Genetik algoritmanın bazı çevresel ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Kütahya, 2009.

[16] Özyön, S., Temurtaş, H., Durmuş, B., & Kuvat, G., Charged system search algorithm for emission constrained economic power dispatch problem. Energy, 46(1), 420-430, 2012.

[17] Özyön, S., Yaşar, C., Temurtaş, H., & Aydın, D., Yasak İşletim Bölgeli Ekonomik Güç Dağıtım Problemlerine Geliştirilmiş Parçacık Sürü Optimizasyonu Yaklaşımı. Cankaya University Journal of Science and Engineering. 9(2), 2012.

[18] Fathy, A., An efficient spider wasp optimizer-based tracker for enhancing the harvested power from thermoelectric generation sources. Case Studies in Thermal Engineering. 61, 104878, 2024.

[19] Nabil, H., & Hamaizia, T., Effect of chaos on the performance of spider wasp meta-heuristic optimization algorithm for high-dimensional optimization problems. Mathematical Modelling and Numerical Simulation with Applications. 5(1), 143-171, 2025.

[20] Usha, G., Deep Learning Driven LSTM with Spider Wasp Optimizer Algorithm for Frictional Force Based Landslides Prediction Model. Journal of Intelligent Systems & Internet of Things, 14(1), 2025.

[21] Gao, Y., Li, Z., Wang, H., Hu, Y., Jiang, H., Jiang, X., & Chen, D., An Improved Spider-Wasp Optimizer for Obstacle Avoidance Path Planning in Mobile Robots. Mathematics. 12(17), 2604, 2024.

[22] Saber, S., & Salem, S., High-performance technique for estimating the unknown parameters of photovoltaic cells and modules based on improved spider wasp optimizer, Sustainable Machine Intelligence Journal. 5, 2-1, 2023.

[23] Liang, H., Hu, W., Wang, L., Gong, K., Qian, Y., & Li, L., An Improved Spider Wasp Optimizer for UAV Three-Dimensional Path Planning. Biomimetics. 9(12), 765, 2024.

[24] Abido, M.A., Multiobjective particle swarm optimization for environmental economic dispatch problem. Electric Power Systems Research. 79 (7), 1105-1113, 2009.

[25] Agrawalo, S., Panigrahi, B.K., Tiwari, M.K., Multiobjective particle swarm algorithm with fuzzy clustering for electrical power dispatch. IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 12 (5), 529-541, 2008.

[26] Abido, M.A., Multiobjective evolutionary algorithm for electric power dispatch problem. IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 10 (3), 315-329, 2006.

[27] Çam, H., Açlık oyunları arama algoritması uygulanarak çevresel ekonomik güç dağıtım problemlerinin çözülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Kütahya, 2023.

[28] Modiri-Delshad, M., & Abd Rahim, N., Multi-objective backtracking search algorithm for economic emission dispatch problem. Applied Soft Computing. 40, 479-494, 2016.

KEREVİT OPTİMİZASYON ALGORİTMASININ ARTIRIM VE AZALTIM LİMİTLERİ İÇERENYASAK İŞLETİM BÖLGELİ EKONOMİK GÜÇ DAĞITIM PROBLEMLERİNE UYGULANMASI

OSMAN KARATAŞ[1], Prof. Dr. CELAL YAŞAR[2], Doç. Dr. SERDAR ÖZYÖN[3]
[1.]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisanüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya, Türkiye,
osman.karatas0@ogr.dpu.edu.tr - ORCID ID: 0009-0006-3067-1157
[2.]Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kütahya, Türkiye, celal_yasar@ksbu.edu.tr ORCID ID: 0000-0002-5069-8545
[3.]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kütahya, Türkiye,
serdar.ozyon@dpu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-4469-3908

ÖZET

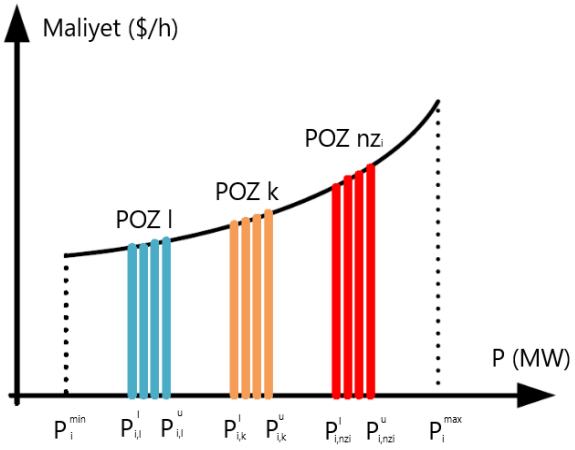
Ekonomik güç dağıtımı (EGD) problemi, güç sistemlerinin planlanması ve işletimlerini içeren mühendislikteki en temel problemlerden birisidir. Bu tür problemler çeşitli sistem kısıtları altında üretim birimlerinin toplam yakıt maliyetlerinin minimize edildikleri optimizasyon problemleridir. Bu çalışmada, generatörlerin artırma ve azaltma sınırlarını dikkate alan yasak işletim bölgeli EGD problemi kerevit algoritması (Crayfish Optimization Algorithm, COA) ile hem kayıpsız hem de kayıplı olarak çözülmüştür. Problemin çözümünde kullanılan iletim hatları kayıpları B kayıp matrisi ile hesaplanmıştır. COA çözüm algoritması literatürdeki 13 generatörden oluşan örnek güç sistemine uygulanmış olup elde edilen optimal çözüm değerleri, literatürdeki diğer algoritmalar tarafından bulunan optimal sonuçlarla karşılaştırılmış ve sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik güç dağıtımı, Yasak işletim bölgeleri, Artırma/azaltma sınırları, Kerevit algoritması, B kayıp matrisi.

8. GİRİŞ

Elektrik enerjisinin maliyet açısından verimli ve istikrarlı biçimde üretilmesi ile iletimi, elektrik şebekelerinin en önemli amaçları arasındadır. Ekonomik güç dağıtımı (EGD) problemi, üretim birimlerinde bulunan generatörlerin toplam yakıt maliyetleri minimum olacak şekilde en uygun çalışma değerlerinin bulunması ve aynı zamanda sistemin termik sınırlamalarının da karşılamasını içermektedir. Termik üretim birimlerinin buhar sistemleri, türbin valfleri ve generatörlerin çalışma sınırlarından kaynaklanan fiziksel koşullar, generatörlerin belirli güç üretim seviyeleri arasında çalışmasını engeller. Bu fiziksel kısıtlama, belirli yük seviyesi aralığında generatörlerin kararsız çalışmasına neden olabilir ve bu aralık yasak işletim bölgesi (Prohibited operating zone, POZ) olarak adlandırılır. Bu tür ek kısıtları içeren optimizasyon problemleri doğrusal olmayan optimizasyon problemlerinin daha da karmaşık hale gelmiş olan sınıfını oluşturmaktadır. POZ ve rampa hız sınırları gibi kısıtların da göz önünde bulundurulması, EGD problemlerinin gerçek dünya problemlerine daha fazla benzemesine

yardımcı olur. Bu tür kısıtları içeren EGD problemlerinin çözümünde, en iyi çözüme ulaşmak oldukça zordur. Bu tür EGD problemleri, POZ'lu EGD problemleri olarak adlandırılır. Bu tür problemlerin çözümünden elde edilen optimal sonuçlar yasak işletim bölgelerinin dışında olacak şekilde belirlenmiş sonuçlardır. POZ kısıtlarının varlığında, yakıt maliyet eğrisi Görsel 1'de gösterildiği gibi kesikli şeklinde artış göstermektedir [1, 2].



Görsel 1. Yasak İşletim Bölgeli Yakıt Maliyeti Fonksiyonu.

Literatürde rastlanan POZ'lu doğrusal olmayan EGD problemlerinin çözümünde kullanılan bazı algoritmalar; kolay bir hibrit yöntem [3], simbiyotik organizma arama algoritması [4], Krill Herd algoritması [5], parçacık sürü optimizasyon ve geliştirilmiş parçacık sürü optimizasyon algoritmaları [1, 6-10], bal arısı çiftleşme optimizasyon algoritması [11], güve sürüsü optimizasyonu ve geliştirilmiş güve sürüsü optimizasyonu [12, 13], armoni arama algoritması [14], balçık küfü ve mutasyonlu balçık küfü (kalıp) algoritması [15, 16], yüklü sistem arama algoritması [17], diferansiyel gelişim algoritması [2], kaotik tabanlı bir balina optimizasyon algoritması [18], yerçekimi arama algoritması [19], çoklu mutasyon stratejileri ile kendi kendine uyarlanabilir bir diferansiyel gelişim algoritması [20] şeklinde belirtilebilir.

Bu çalışmada POZ'lu doğrusal olmayan EGD probleminin çözümü için sürü tabanlı algoritma özelliklerine sahip kerevit algoritması (Crayfish Optimization Algorithm, COA) örnek güç sistemi üzerine uygulanmıştır. Örnek güç sistemi farklı yük talepleri ile hem kayıpsız hem de kayıplı olarak çözülmüştür. Problemlerin çözümünde iletim hatları kayıpları B kayıp matrisi kullanılarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma ile literatüre üç temel katkı sunulduğu düşünülmektedir.

(*i*) COA algoritmasının POZ'lu doğrusal olmayan EGD problemleri üzerindeki performansı analiz edilmiştir.

(*ii*) COA ile POZ'lu doğrusal olmayan EGD problemleminde kullanılan aynı sistemin farklı yük talepleri için hem kayıplı hem de kayıpsız olarak çözülmesiyle sonuçların birbirleriyle karşılaştırılması sağlanmıştır.

(*iii*) COA'nın performansı, POZ'lu doğrusal olmayan EGD problemleri üzerindeki sonuçları diğer algoritmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

9. PROBLEMİN FORMÜLASYONU

Yasak işletim bölgeli EGD probleminin çözümü, sistem kısıtları altında toplam yakıt maliyeti (F_{TYM}) minimize edilerek bulunur. Denklemdeki F_i (P_i) yakıt maliyet fonksiyonunu, P_i ise *i.* üretim biriminin çıkış gücünü göstermektedir.

$$F_{TYM} = \sum_{i=1}^{n} F_i(P_i) \quad (\$/h) \tag{1}$$

Yasak işletim bölgeli EGD problemindeki üretim birimlerinin yakıt maliyet eğrisi eşitlikleri hem Denklem (2)'de verildiği gibi valf noktası etkisinin ihmal edildiği ve hem de Denklem (3)'te verildiği gibi valf noktası etkisinin var olduğu şekliyle alınmıştır [2]. Denklemde a_i, b_i ve c_i sırasıyla *i.* üretim biriminin maliyet fonksiyonu katsayılarını göstermektedir ve P_i aktif güç çıkışının birimi ise *MW* olarak alınmaktadır.

$$F_i = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i, \quad (\$/h) \tag{2}$$

Valf noktası etkisinin üretim biriminin yakıt maliyeti fonksiyonuna dahil edilmesi, yakıt maliyetinin değerinin daha doğru sonuçlar vermesini sağlar. Valf noktası etkisi sinüzoidal dalgalanmalara neden olduğundan, yakıt maliyeti fonksiyonu doğrusal olmayan daha yüksek diziler (seriler) içerir. Bu nedenle, valf noktası etkilerini dikkate alabilmek için çalışmalarda Denklem (2) yerine Denklem (3)'te yer alan dışbükey olmayan yakıt maliyeti fonksiyonu kullanılmıştır. Denklemde e_i ve f_i, valf noktası etkisini gösteren *i.* üretim biriminin yakıt maliyet fonksiyonu katsayılarıdır [21].

$$F_i = a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i + \left| e_i . \sin\left(f_i \left(P_i^{\min} - P_i \right) \right) \right|, \quad (\$/h) \tag{3}$$

Kayıplı güç sistemindeki güç eşitlik kısıtı Denklem (4)'teki gibi alınmıştır [2].

$$\sum_{i=1}^{n} P_i - P_{yük} - P_{kayıp} = 0 \tag{4}$$

Termik üretim birimlerinin çalışma sınır değerleri Denklem (5)'te verilmiştir [1].

$$P_i^{\min} \le P_i \le P_i^{\max} \tag{5}$$

Sistemin iletim hatlarında meydana gelen güç kayıpları çalışmada B kayıp matrisi ile Denklem (6) kullanılarak hesaplanmıştır [2].

$$P_{kayıp} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} P_i . B_{ij} P_j + \sum_{i=1}^{n} B_{0i} . P_i + B_{00} \tag{6}$$

Generatörlerin aktif çıkış güçleri, ani artış ve azalışlar sırasında belirli sınırlar dahilinde değiştirilebilirler. Bu sınırların dışında kalan bir çalışma değerine, üretim birimleri doğrudan geçiş yapamazlar. Bu nedenle, sisteme bağlı tüm üretim birimlerinin çalışma değerleri

arasındaki geçişler, Denklem (7)'de tanımlanan artırma ve azaltma limitleriyle sınırlandırılmıştır [2].

$$P_i^0 - P_i \le DR_i \quad ve \quad P_i - P_i^0 \le UR_i \tag{7}$$

Denklemdeki P_i^0 i. üretim biriminin bir önceki adımda ürettiği gücü; DR_i ve UR_i ise sırasıyla i. üretim biriminin azaltma ve artırma sınır değerlerini temsil etmektedir. Üretim birimlerinin artırma ve azaltma sınır değerleri, Denklem (5)'te belirtilen çalışma sınırlarına uygulandığında, Denklem (5)'teki kısıt Denklem (8)'deki şekle dönüşmektedir [2].

$$\max\left(P_i^{\min}, P_i^0 - DR_i\right) \le P_i \le \min\left(P_i^{\max}, P_i^0 + UR_i\right) \tag{8}$$

Yasak işletim bölgelerini içeren EGD problemlerinde, Görsel 1'de gösterilen kesikli yakıt maliyet eğrileri kullanılmaktadır. Bu nedenle, bu tür problemlerde Denklem (5)'te belirtilen üretim birimlerinin çalışma sınırları, Görsel 1'e uygun olarak Denklem (9)'da ifade edildiği şekilde uygulanmaktadır [22].

$$P_i = \begin{Bmatrix} P_i^{\min} \le P_i \le P_{i,1}^{\min} \\ P_{i,1}^{u} \le P_i \le P_{i,k}^{l} \\ P_{i,k}^{u} \le P_i \le P_{i,n_{zi}}^{l} \\ P_{i,n_{zi}}^{u} \le P_i \le P_i^{\max} \end{Bmatrix} \quad k = 1, 2, \ldots, n\, z_i \tag{9}$$

Denklemdeki P_i^u ve P_i^l i. üretim birimin MW olarak yasak işletim bölgelerinin sırasıyla alt, üst sınırlarını ve nz_i ise i. üretim biriminin yasak işletim bölge sayısını göstermektedir [22].

10. KEREVİT OPTİMİZASYON ALGORİTMASI (COA)

Sürü zekâsı optimizasyonu özelliklerini taşıyan Kerevit Optimizasyon Algoritması (COA), kerevitlerin yiyecek arama, yaz tatili için uygun yer bulma ve rekabetçi davranışlarından esinlenerek geliştirilmiştir. COA'nın kullanım (explotation) aşamaları, yiyecek arama ve rekabet süreçlerini içerirken, keşif (exploration) aşaması ise yaz tatili için yer arama davranışına dayanır. COA, aşağıda belirtilen adımlar doğrultusunda bir probleme uygulanır [23].

Çok boyutlu optimizasyon probleminde, her kerevit (*1*dim*'lik) bir matris olup her sütun matrisi bir problemin çözümünü temsil etmektedir. COA algoritmasının başlatılması Denklem (10)'da gösterilmiştir [24].

$$X = \left[X_1, X_2, ..., X_N \right] = \begin{bmatrix} X_{1,1} \cdots X_{1,j} & \cdots X_{1,dim} \\ \vdots \quad \cdots \quad \vdots & \cdots \quad \vdots \\ X_{i,1} \quad \cdots X_{i,j} & \cdots X_{i,dim} \\ \vdots \quad \cdots \quad \vdots & \cdots \quad \vdots \\ X_{N,1} \cdots X_{N,j} & \cdots X_{N,dim} \end{bmatrix} \tag{10}$$

Burada; X başlangıç populasyon konumunu, N populasyon sayısını ve dim ise populasyon boyutunu göstermektedir. Denklemde $X_{i,j}$ ise i. bireyin j. boyutundaki konumunu göstermekte olup değeri ise Denklem (11) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$X_{i,j} = lb_j + (ub_j - lb_j) \times rand \tag{11}$$

Denklemde lb_j ifadesi j. boyutun alt sınırını temsil ederken, ub_j ise j. boyutun üst sınırını temsil eder ve $rand$ ise rastgele bir sayıdır. Sıcaklıktaki değişimler, kerevitlerin davranışlarını etkileyerek farklı aşamalara geçmelerine neden olur. Sıcaklık, Denklem (12)'de tanımlandığı gibi ifade edilmiştir. Eğer sıcaklık 30°C'nin üzerine çıkarsa, kerevit serin bir yer bularak yaz tatili moduna geçer. Ancak sıcaklık değerleri uygun bir aralıkta olduğunda, kerevit yiyecek arama davranışını sergiler. Kerevitlerin besin alımını temsil eden matematiksel model ise Denklem (13)'te verildiği gibidir [24].

$$temp = rand \times 15 + 20 \tag{12}$$

$$p = C_1 \times \left(\frac{1}{\sqrt{2 \times \pi} \times \sigma} \times exp\left(- \frac{(temp - \mu)^2}{2\sigma^2} \right) \right) \tag{13}$$

Denklemlerde $temp$ kerevitin bulunduğu ortamın sıcaklığını, μ kerevit için en uygun sıcaklık değerini temsil etmektedir. Denklemlerde σ ve C_1 ise kerevitlerin farklı sıcaklıklarda besin alımını kontrol etmek için kullanılır.

Keşif aşamasında $temp>30$ olduğunda, sıcaklık çok yüksek olup kerevit yaz tatili için mağaraya girmeyi seçecektir. Mağara X_{shade} Denklem (14)'te tanımlanmış olup denklemde X_G iterasyon sayısıyla şimdiye kadar elde edilen en uygun konumu ve X_L ise mevcut populasyonun en uygun konumunu temsil etmektedir [25].

$$X_{shade} = \left(X_G + X_L \right) / 2 \tag{14}$$

Kerevitlerin mağaralar için mücadele etmesi, rastgele gerçekleşen bir olaydır. Eğer $rand<0,5$ olursa, bu durum mağaralar için rekabet eden başka bir kerevit olmadığını ve kerevitlerin yaz tatili için doğrudan mağaraya girebileceğini gösterir. Bu durumda Denklem (15) kullanılarak kerevit yaz tatili için uygun mağaraya yerleşir [25].

$$X_{i,j}^{t+1} = X_{i,j}^{t} + C_2 \times rand \times \left(X_{shade} - X_{i,j}^{t} \right) \tag{15}$$

Burada *t* geçerli iterasyon sayısını ve *t+1* ise yeni nesil iterasyon sayısını temsil eder, C_2 ise Denklem (16)'da gösterildiği gibi azalan bir eğridir. Burada *T*, maksimum iterasyon sayısını göstermektedir.

$$C_2 = 2 - \left(t / T\right) \tag{16}$$

Yarışma aşamasında *temp>30* ve *rand≥0,5* olduğunda diğer kerevitlerin de mağaraya ilgi duyduğu ve mağarayı ele geçirmek için birbirleriyle mücadele edecekleri anlamına gelir. Kerevit'in mağara için rekabeti Denklem (17)'de ifade edilmiştir [23].

$$X_{i,j}^{t+1} = X_{i,j}^{t} - X_{z,j}^{t} + X_{shade} \tag{17}$$

Buradaki eşitlikte *z* Denklem (18)'de gösterildiği gibi kerevitin rastgele bir bireyini temsil etmektedir.

$$z = round\left(rand \times \left(N - 1\right)\right) + 1 \tag{18}$$

Besin arama aşamasında, eğer *temp* ≤30 ise, sıcaklık kerevitlerin beslenmesi için uygun bir aralıkta demektir. Bu aşamada yiyeceği bulduktan sonra, kerevit yiyeceğin boyutunu değerlendirir. Eğer yiyecek çok büyükse, kerevit yiyeceği pençeleriyle parçalara ayırır ve dönüşümlü olarak ikinci ve üçüncü yürüme ayaklarını kullanarak beslenir. Yiyeceğin konumu, X_{food} olarak tanımlanmıştır. Gıda boyutu ise Denklem (20)'de *Q* olarak tanımlanmıştır [26].

$$X_{food} = X_G \tag{19}$$

$$Q = C_3 \times rand \times \left(fitness_i \,/\, fitness_{food} \right) \tag{20}$$

Burada C_3 besin faktörüdür, en büyük besini temsil eder ve değeri 3 olarak alınır. $fitness_i$ birinci kerevitin uygunluk değerini ve $fitness_{food}$ ise besin konumunun uygunluk değerini temsil eder. Kerevitin yiyecek boyutuna ilişkin durumu en büyük yiyeceğin boyutundan gelir. $Q>(C_3+1)/2$ olduğunda, bu yiyeceğin çok büyük olduğu anlamına gelir. Bu durumda kerevit ilk pençe ayağıyla yiyeceği yırtacaktır. Bu işlemin matematiksel ifadesini gösteren eşitlik ise Denklem (21)'de verilmiştir [23].

$$X_{food} = \exp\left(-\frac{1}{Q}\right) \times X_{food} \tag{21}$$

Yiyecek parçalandığında ve küçüldüğünde, ikinci ve üçüncü pençeler dönüşümlü olarak yiyeceği alır ve ağıza koyma işlemini gerçekleştirir. Bu şekildeki alternatif işlemin benzetimini yapmak için ise Denklem (22)'deki sinüs ve kosinüs fonksiyonunun kombinasyonu kullanılmıştır [26].

$$X_{i,j}^{t+1} = X_{i,j}^{t} + X_{food} \times p \times \left(\cos\left(2 \times \pi \times rand\right) - \sin\left(2 \times \pi \times rand\right)\right) \tag{22}$$

$Q \leq (C_3+1)/2$ olduğunda, kerevitin sadece yiyeceğe doğru hareket etmesi ve doğrudan yemesi gerekir, bu durum ise Denklem (23)'te ifade edilen eşitlikte verilmiştir.

$$X_{i,j}^{t+1} = \left(X_{i,j}^{t} - X_{food} \right) \times p + p \times rand \times X_{i,j}^{t} \tag{23}$$

Besin arama aşamasında, kerevitler yiyeceklerinin Q boyutuna bağlı olarak farklı besleme yöntemleri kullanırlar ve yiyecek X_{food} en uygun çözümü temsil etmektedir [23].

11. ALGORİTMANIN PROBLEMLERE UYGULANMASI

Öncelikle problem için verilen P_i^0 başlangıç, artırma/azaltma sınırları, yasak işletim bölgeleri ve üretim birimlerinin minimum ve maksimum çıkış güç değerleri dikkate alınarak Denklem (5)'teki değerler Denklem (8)'e göre güncellenir. Başlangıç kümelerinden rastgele olarak yeni belirlenen minimum ve maksimum çıkış güç değerleri dikkate alınarak birey kümesi oluşturulur. Belirlenen birey sayısı kadar P_i'ler Denklem (4)'te verilen eşitliği sağlayacak uygun değerlerle rastgele şekilde Denklem (24) kullanılarak bulunur [2].

$$P_{\mathrm{i}} = P_{\mathrm{i}}^{\min.\text{güncel}} + rand\,[0,1].\left(P_{\mathrm{i}}^{\max.\text{güncel}} - P_{\mathrm{i}}^{\min.\text{güncel}} \right) \tag{24}$$

Denklemde $P_{\mathrm{i}}^{\min.\text{güncel}} = \max\left(P_{\mathrm{i}}^{\min}, P_{\mathrm{i}}^{0} - DR_i \right)$, $P_{\mathrm{i}}^{\max.\text{güncel}} = \min\left(P_{\mathrm{i}}^{\max}, P_{\mathrm{i}}^{0} + UR_i \right)$ i. üretim biriminin Denklem (8)'e göre güncellenen sırasıyla minimum, maksimum çıkış güç değerleridir. Çözümü yapılması istenen örnek güç sisteminde öncelikle üretim gücü $P_{bağımlı}$ olarak belirtilen bağımlı generatör barası, yani salınım barası belirlenir. Bağımlı generatör gücü $P_{bağımlı}^{eski}$'nin değeri başlangıç durumunda $P_{kayıp}^{eski} = P_{kayıp}^{ilk} = 0$ olacak şekilde alınarak Denklem (25)'ten hesaplanır [2].

$$P_{\text{bağımlı}}^{eski} = P_{yük} + P_{kayıp} - \sum_{i \in N_G, \text{bağımlı} \notin N_G} P_i \tag{25}$$

$P_{bağımlı}^{eski}$'ninde bulunmasıyla Denklem (6)'dan $P_{kayıp}^{yeni}$ hesaplanır. Buna göre $P_{bağımlı}^{yeni}$'nin değeri Denklem (26)'dan tekrar hesaplanır.

$$P_{bağımlı}^{yeni} = P_{bağımlı}^{eski} + P_{kayıp}^{yeni} - P_{kayıp}^{eski} \tag{26}$$

Bu işlemin sonucu Denklem (27)'den kontrol edilir ve *Hata* tolerans değerinin altında olduğunda Denklem (5) eşitliği de sağlanmış olur.

$$Hata = \left| P_{kayıp}^{yeni} - P_{kayıp}^{eski} \right|, \quad Hata \leq TOL_{hata} \tag{27}$$

Bu durumda elde edilen $P_{bağımlı}^{yeni}$ değerinin Denklem (8) kısıtını sağlayıp sağlamadığına bakılır. Eğer sağlıyorsa işleme devam edilir, sağlamıyorsa Denklem (24) eşitliğine dönülerek rastgele atama işlemi yeniden yapılır. Algoritmalarda oluşturulan bireylerin önerdiği güç değerleri, artırma/azaltma sınırlarına göre üretim birimlerinin minimum ve maksimum çıkış güç değerleri

Denklem (8)'e göre güncellenir. Daha sonra Denklem (9)'daki eşitliği sağlayacak şekilde bireylerin herhangi bir elemanı belirlenen sınır değerlere çekilir. Bu çalışmada söz konusu kısıtların sağlanabilmesi için ceza fonksiyonu yöntemi kullanılmıştır. Eğer söz konusu kısıt sağlanmıyorsa, kısıt için ceza fonksiyonu oluşturulur ve bu değerler Denklem (1)'deki F_{TYM}'ye eklenir. Bu şekilde F_{TYM} ile ceza fonksiyonunun toplamından oluşan fonksiyona, genişletilmiş amaç fonksiyonunu (*AFnk*) adı verilir [2, 27].

$$AFnk = F_{TYM} + CF_{bağımlı} + CF_{yasak} \tag{28}$$

Denklemdeki $CF_{bağımlı}$, değeri bağımlı baranın (salınım barasının) değerini kısıtlara uygun hale getirmek için eklenen ceza fonksiyonunu ve CF_{yasak} değeri ise generatörlerin güç değerlerini kısıtlara uygun hale getirmek için eklenen ceza fonksiyonunu göstermektedir [27].

12. ÖRNEK GÜÇ SİSTEMİNİN ÇÖZÜMÜ

Bu çalışmada COA algoritmasının probleme uygulanması için Intel(R) Core(TM) i5-6200U CPU @ 2.30GHz işlemcili ve 6 GB RAM bellekli kişisel bilgisayar kullanılarak MATLAB R2024a'da program geliştirilmiştir. COA algoritmasının parametre değerleri σ değeri 3, C_1 değeri 0,2, μ değeri 25 ve C_3 ise 3 olarak alınmıştır. Algoritmada populasyon sayısı 40, iterasyon sayısı 1000 alınarak literatürdeki 13 generatörden oluşan örnek güç sisteminin optimal çözümü 30 bağımsız çalışma ile elde edilmiştir.

Literatürdeki 13 generatörden oluşan güç sisteminin toplam 1800 *MW* ve 2520 *MW*'lık yük talepleri için COA algoritmasıyla çözümü yapılmıştır. Bu örnek güç sistemine ilişkin yakıt maliyet fonksiyonu katsayıları, B kayıp matrisi değerleri, aktif güç üretim limitleri, generatörlerin artırma/azaltma sınırları ve yasak işletim bölgeleri kaynakça [21]'den alınmıştır. Örnek güç sistemi olarak seçilen 13 generatörlü sistemin COA ile çözümünden elde edilen optimal sonuçları hem kayıplı hem de kayıpsız olmak üzere 1800 *MW* ve 2520 *MW* yük için Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 2'de ise COA algoritmasıyla çözülen örnek güç sisteminin optimal çözüm sonuçları ile literatürdeki sonuçlarının karşılaştırılması gösterilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde 1800 *MW* yük için kayıpsız olarak en iyi değeri MSGPSO algoritmasının, kayıplı olarak ise SDE algoritmasının bulduğu görülmüştür. 2520 *MW* yük için kayıpsız olarak en iyi değeri RTO algoritmasının, kayıplı olarak ise SDE algoritmasının bulduğu görülmüştür. COA algoritmasının performansının ise bu tür problemde kötü değerlere ulaştığı ve diğer çözüm metotlarına göre başarılı olmadığı görülmüştür.

COA'nun kayıpsız 1800 *MW* yüke sahip 13 generatörlü test sistemine uygulanmasından elde edilen amaç fonksiyonu değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik Görsel 2'de, toplam yakıt maliyeti değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik ise Görsel 3'te verilmiştir. COA'nun kayıplı 1800 *MW* yüke sahip 13 generatörlü test sistemine uygulanmasından elde edilen amaç fonksiyonu değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik Görsel 4'te, toplam yakıt maliyeti değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik ise Görsel 5'te verilmiştir.

Çizelge 1. 13 Generatörlü Örnek Güç Sisteminin Optimal Çözüm Değerleri.

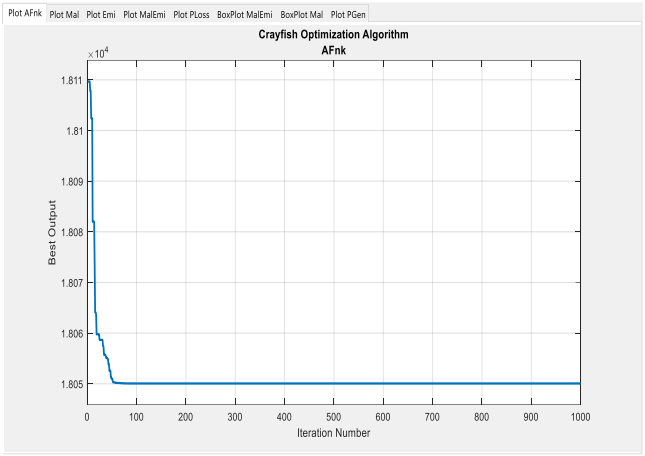
		$P_{yük}$=1800 MW		$P_{yük}$=2520 MW	
		Kayıpsız	**Kayıplı**	**Kayıpsız**	**Kayıplı**
$P_{G,n}$ (*pu*)	$P_{G,1}$	4,894441	5,413497	6,799981	6,799999
	$P_{G,2}$	2,625554	2,734905	3,600000	3,600000
	$P_{G,3}$	2,625553	1,799999	3,600000	3,410216
	$P_{G,4}$	0,992408	1,070491	1,550087	1,550144
	$P_{G,5}$	0,992408	1,212451	1,551916	1,753835
	$P_{G,6}$	0,992408	1,335932	1,548968	1,799919
	$P_{G,7}$	0,992408	1,199615	1,553637	1,731380
	$P_{G,8}$	0,992408	0,696051	1,546170	1,007707
	$P_{G,9}$	0,992408	0,821752	1,549191	1,231090
	$P_{G,10}$	0,400000	0,400000	0,400000	0,400000
	$P_{G,11}$	0,400000	0,400000	0,400000	0,820715
	$P_{G,12}$	0,550000	0,550000	0,550043	0,816794
	$P_{G,13}$	0,550000	0,550000	0,550002	0,645269
Σ $P_{G,n}$ (*pu*)		18,00000	18,184699	25,20000	25,567074
F_{TYM}(*$/h*)		18050,06	18222,02	24234,95	24597,70
$P_{kayıp}$(*pu*)		---	0,184699	---	0,367074
Zaman (s)		4,881	5,524	5,377	5,577

Çizelge 2. 13 Generatörlü Örnek Güç Sisteminin COA ile çözümünün Literatür Karşılaştırması.

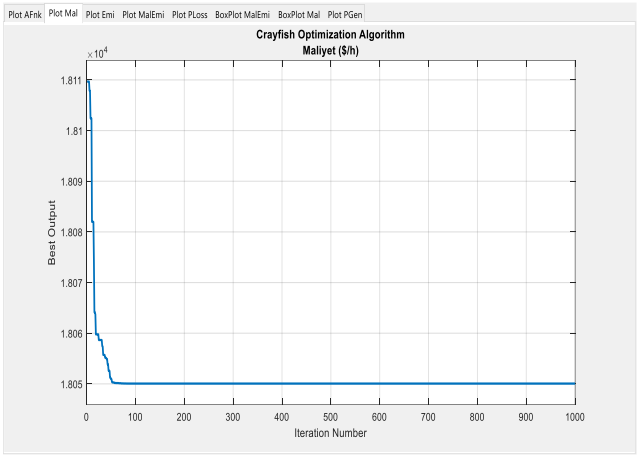
	$P_{yük}$=1800 MW		$P_{yük}$=2520 MW	
	Kayıpsız	**Kayıplı**	**Kayıpsız**	**Kayıplı**
	F_{TYM}(*$/h*)		F_{TYM}(*$/h*)	
MSGPSO[21]	17965,40	18135,50	24170,92	24515,58
CEP[28]	18048,21	---	---	---
EP-SQP[29]	17991,03	---	24266,44	---
RTO[29]	17969,80	---	24167,70	---
SDE[30]	---	18134,49	---	24514,88
COA	18050,06	18222,02	24234,95	24597,70

COA'nun kayıpsız 2520 *MW* yüke sahip 13 generatörlü test sistemine uygulanmasından elde edilen amaç fonksiyonu değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik Görsel 6'da, toplam yakıt maliyeti değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik ise Görsel 7'de verilmiştir. COA'nun kayıplı 2520 *MW* yüke sahip 13 generatörlü test sistemine uygulanmasından elde edilen amaç fonksiyonu değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik Görsel 8'de, toplam yakıt maliyeti değerlerinin iterasyonlara göre değişimini gösteren grafik ise Görsel 9'da verilmiştir.

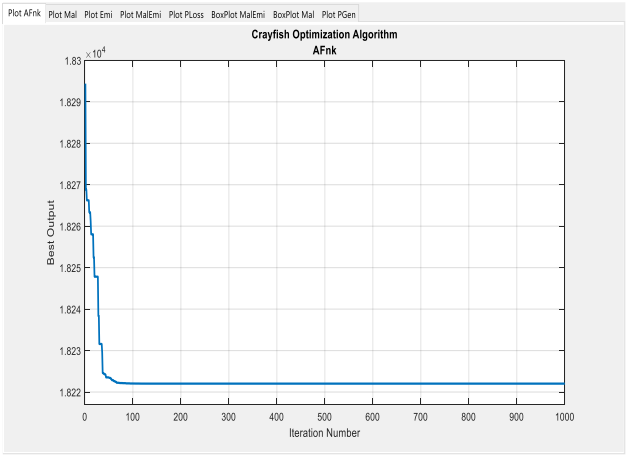
1800 *MW* kayıpsız sistem için Görsel 2 incelendiğinde yaklaşık 80. iterasyondan sonra COA'nın yakınsadığı görülmüştür. Görsel 3 incelendiğinde ise algoritmanın yaklaşık 80. iterasyonda optimal maliyet değerini yakaladığı görülmüştür. 1800 *MW* kayıplı sistem için Görsel 4 incelendiğinde yaklaşık 95. iterasyondan sonra COA'nın yakınsadığı görülmüştür. Görsel 5 incelendiğinde algoritmanın yaklaşık 95. iterasyonda optimal maliyet değerini yakaladığı görülmüştür.



Görsel 2. Amaç Fonksiyonu Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (1800 *MW*, Kayıpsız).



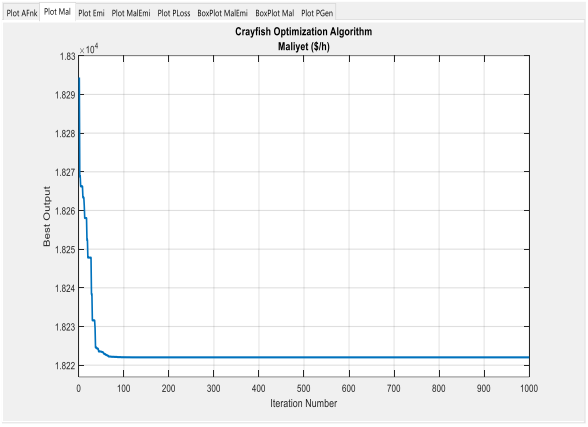
Görsel 3. Toplam Yakıt Maliyeti Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (1800 *MW*, Kayıpsız).



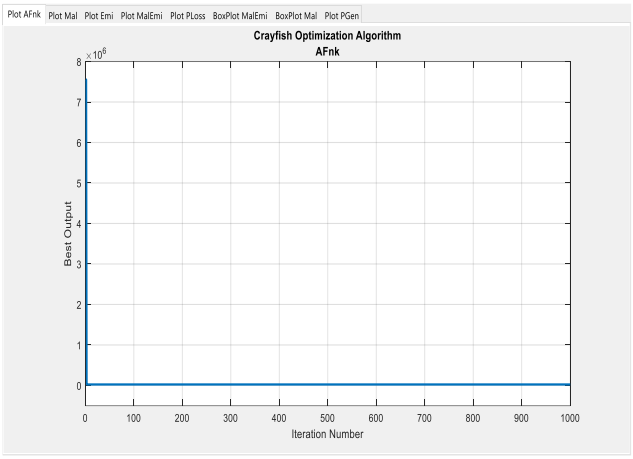
Görsel 4. Amaç Fonksiyonu Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (1800 *MW*, Kayıplı).

2520 *MW* kayıpsız sistem için Görsel 6 incelendiğinde yaklaşık 3. iterasyondan sonra COA'nın yakınsadığı görülmüştür. Görsel 7 incelendiğinde algoritmanın yaklaşık 252. iterasyonda optimal maliyet değerini yakaladığı görülmüştür. 2520 *MW* kayıplı sistem için Görsel 8 incelendiğinde yaklaşık 80. iterasyondan sonra COA'nın yakınsadığı görülmüştür.

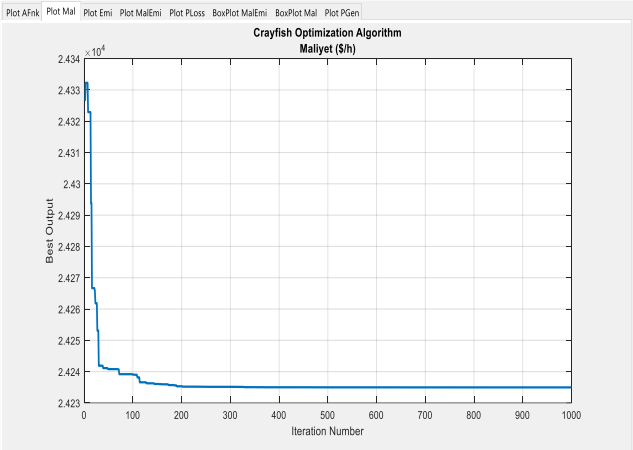
Görsel 9 incelendiğinde ise algoritmanın yaklaşık 250. iterasyonda optimal maliyet değerini yakaladığı görülmüştür.



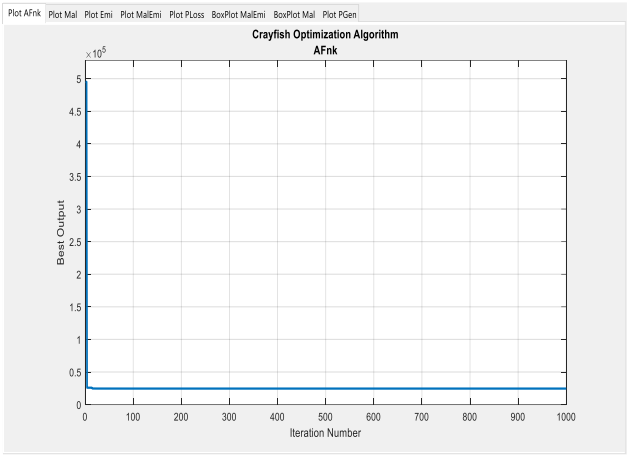
Görsel 5. Toplam Yakıt Maliyeti Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (1800 *MW*, Kayıplı).



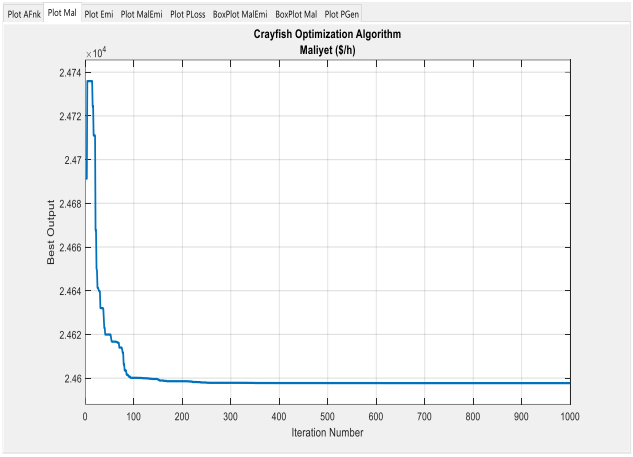
Görsel 6. Amaç Fonksiyonu Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (2520 *MW*, Kayıpsız).



Görsel 7. Toplam Yakıt Maliyeti Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (2520 *MW*, Kayıpsız).



Görsel 8. Amaç Fonksiyonu Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (2520 *MW*, Kayıplı).



Görsel 9. Toplam Yakıt Maliyeti Değerlerinin İterasyonlara Göre Değişimi (2520 *MW*, Kayıplı).

13. TARTIŞMA

Bu çalışmada COA algoritmasının performansı artırım ve azaltım limitlerine sahip POZ'lu EGD probleminin çözümü üzerindeki sonuçları CEP, EP-SQP, RTO, SDE ve MSGPSO algoritmalarıyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular, COA algoritmasının problemi çözdüğü ancak maliyet açısından literatürdeki sonuçlara göre daha fazla maliyetle sonuçları bulduğu görülmüştür. Bu nedenle COA'nun bu tür problemlere başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için algoritma iyileştirme yöntemleri kullanılarak COA'nın performansının arttırılması gerektiği görülmektedir.

14. SONUÇLAR

Çalışmada artırım ve azaltım limitlerine sahip POZ'lu EGD probleminin çözümü için termik birimlerden oluşan kayıplı ve kayıpsız test sistemine COA algoritması uygulanmıştır. Örnek güç sistemi için 13 generatörden oluşan değişik yükteki kayıplı ve kayıpsız sistemlerdeki çözümlerde bu algoritmanın problemleri çözdüğü görülmüştür. Ancak literatürdeki sonuçlarla karşılaştırıldığında son zamanlarda ortaya çıkan COA algoritmasının artırım ve azaltım limitleri

içeren POZ'lu EGD problemleri üzerinde çok başarılı olduğu söylenemez. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynakları içeren artırım ve azaltım limitlerine sahip POZ'lu EGD probleminin farklı test sistemleri üzerinde COA'nın uygulanabilmesi için mutlaka algoritmanın iyileştirilerek kullanılması tavsiye edilir.

KAYNAKÇA

[1] Özyön, S., Yaşar, C., Temurtaş, H., & Aydın, D., Yasak İşletim Bölgeli Ekonomik Güç Dağıtım Problemlerine Geliştirilmiş Parçacık Sürü Optimizasyonu Yaklaşımı. Cankaya University Journal of Science and Engineering, 9(2), 2012.

[2] Özyön, S., Yaşar, C., Temurtaş, H., & Özcan, G., Diferansiyel gelişim algoritmasının yasak işletim bölgeli ekonomik güç dağıtım problemine uygulanması. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 29(1), 61-69, 2013.

[3] Pourakbari-Kasmaei, M., & Rashidi-Nejad, M., An effortless hybrid method to solve economic load dispatch problem in power systems. Energy conversion and management, 52(8-9), 2854-2860, 2011.

[4] Duman, S., Symbiotic organisms search algorithm for optimal power flow problem based on valve-point effect and prohibited zones. Neural Computing and Applications, 28, 3571-3585, 2017.

[5] Adhvaryyu, P. K., & Adhvaryyu, S., Static optimal load flow of combined heat and power system with valve point effect and prohibited operating zones using Krill Herd algorithm. Energy Systems, 12(1), 133-156, 2021.

[6] Abbas, G., Gu, J., Farooq, U., Asad, M. U., & El-Hawary, M., Solution of an economic dispatch problem through particle swarm optimization: a detailed survey-part I. IEEE Access, 5, 15105-15141, 2017.

[7] Niknam, T., Mojarrad, H. D., & Meymand, H. Z., Non-smooth economic dispatch computation by fuzzy and self adaptive particle swarm optimization. Applied Soft Computing, 11(2), 2805-2817, 2011.

[8] Safari, A., & Shayeghi, H., Iteration particle swarm optimization procedure for economic load dispatch with generator constraints. Expert Systems with Applications, 38(5), 6043-6048, 2011.

[9] Neyestani, M., Farsangi, M. M., & Nezamabadi-Pour, H., A modified particle swarm optimization for economic dispatch with non-smooth cost functions. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 23(7), 1121-1126, 2010.

[10] Naderi, E., Pourakbari-Kasmaei, M., & Abdi, H., An efficient particle swarm optimization algorithm to solve optimal power flow problem integrated with FACTS devices. Applied Soft Computing, 80, 243-262, 2019.

[11] Niknam, T., Mojarrad, H. D., Meymand, H. Z., & Firouzi, B. B., A new honey bee mating optimization algorithm for non-smooth economic dispatch. Energy, 36(2), 896-908, 2011.

[12] Kotb, M. F., & El-Fergany, A. A., Optimal power flow solution using moth swarm optimizer considering generating units prohibited zones and valve ripples. Journal of Electrical Engineering & Technology, 15, 179-192, 2020.

[13] Buch, H., & Trivedi, I. N., An efficient adaptive moth flame optimization algorithm for solving large-scale optimal power flow problem with POZ, multifuel and valve-point loading effect. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Electrical Engineering, 43(4), 1031-1051, 2019.

[14] Arul, R., Ravi, G., & Velusami, S., Non-convex economic dispatch with heuristic load patterns, valve point loading effect, prohibited operating zones, ramp-rate limits and spinning reserve constraints using harmony search algorithm. Electrical Engineering, 95, 53-61, 2013.

[15] Pawani, K., & Singh, M., Combined heat and power dispatch problem using comprehensive learning wavelet-mutated slime mould algorithm. Electric Power Components and Systems, 51(1), 12-28, 2023.

[16] Kaya, M. F., Yasak işletim bölgeli ekonomik güç dağıtım problemlerinin balçık küfü algoritması kullanılarak çözülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya, 2023.

[17] Özyön, S., Temurtaş, H., Durmuş, B., & Kuvat, G., Charged system search algorithm for emission constrained economic power dispatch problem. Energy, 46(1), 420-430, 2012.

[18] Paul, C., Roy, P. K., & Mukherjee, V., Chaotic whale optimization algorithm for optimal solution of combined heat and power economic dispatch problem incorporating wind. Renewable Energy Focus, 35, 56-71, 2020.

[19] Sarker, K., Roy, B., Sarker, J., & Santra, D., A solution procedure to the economic load dispatch problem through the gravitational search technique. International Journal of Engineering, Science and Technology, 11(1), 10-21, 2019.

[20] Zhang, Q., Zou, D., Duan, N., & Shen, X., An adaptive differential evolutionary algorithm incorporating multiple mutation strategies for the economic load dispatch problem. Applied Soft Computing, 78, 641-669, 2019.

[21] Özyön, S., Yaşar, C., & Temurtaş, H., A Novel Hybrid Algorithm for Nonconvex Economic Power Dispatch Problems, 2016.

[22] Goudarzi, A., Ahmadi, A., Swanson, A. G., & Van Coller, J., Non-convex optimisation of combined environmental economic dispatch through cultural algorithm with the consideration of the physical constraints of generating units and price penalty factors. SAIEE Africa Research Journal, 107(3), 146-166, 2016.

[23] Jia, H., Rao, H., Wen, C., & Mirjalili, S., Crayfish optimization algorithm. Artificial Intelligence Review, 56(Suppl 2), 1919-1979, 2023.

[24] AbdElminaam, D. S., Alluhaidan, A. S., Ismail, F. H., & El-Rahman, S. A., Parameters extraction of the three-diode photovoltaic model using crayfish optimization algorithm. IEEE Access, 2024.

[25] Bacanin, N., Jovanovic, L., Djordjevic, M., Petrovic, A., Zivkovic, T., Zivkovic, M., & Antonijevic, M., Crop yield forecasting based on echo state network tuned by crayfish optimization algorithm. In 2024 IEEE International Conference on Contemporary Computing and Communications (InC4) (Vol. 1, pp. 1-6). IEEE, 2024.

[26] Bhol, S., & Sahu, N. C., Optimal Scheduling of Renewable Sources Based Micro Grid With PV and Battery Storage Using Crayfish Optimization Algorithm. Energy Storage, 6(6), e70027, 2024.

[27] Özyön, S., Genetik algoritmanın bazı çevresel ekonomik güç dağıtım problemlerine uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 2009.

[28] Sinha, N., Chakrabarti, R., & Chattopadhyay, P. K., Evolutionary programming techniques for economic load dispatch. IEEE Transactions on evolutionary computation, 7(1), 83-94, 2003.

[29] Labbi, Y., Attous, D. B., Gabbar, H. A., Mahdad, B., & Zidan, A., A new rooted tree optimization algorithm for economic dispatch with valve-point effect. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 79, 298-311, 2016.

[30] Reddy, A. S., & Vaisakh, K., Shuffled differential evolution for large scale economic dispatch. Electric Power Systems Research, 96, 237-245, 2013.

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF THE FORMING OF THE FRONT FRAME SHEET OF THE MINI OVEN PRODUCT

Semih METE [1], Prof. Dr. Recep GÜNEŞ [2]

[1]Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kayseri, Türkiye
semihmete17@gmail.com

[2]Erciyes University, Department of Mechanical Engineering, Kayseri, Türkiye
recepg@erciyes.edu.tr

ABSTRACT

Metal forming is the process of shaping metals through various methods widely used in industry.

In this study, the shaping of the front frame sheet of a mini oven with a rectangular geometry, commonly used in the industrial home appliance industry, was investigated experimentally and numerically using the finite element method. The main of the project is to reduce the production time of the mini oven front frame sheet and to increase the production quantity and quality.

In the first stage, the numerical shaping of the front frame sheet metal with the finite element method will be examined in a computer environment. Then, we will proceed to the experimental stage and compare the sheet metal material produced in the experimental environment with the numerical shaping. A 0.5 mm thick Erdemir 6111 quality DC01 sheet metal plate was used for the front frame, ensuring easy formability. The front frame sheet was designed in the Solidworks program, and stress and deformation analyses were performed during the shaping of the sheet plate in the ANSYS program using the Explicit Dynamics analysis code. The deep drawing mold used in the shaping of the front frame sheet metal was designed in the Solidworks program by making the necessary calculations.

In the analysis program, various blank holder pressure values (10-16 MPa) were applied, various friction coefficient values (0.08-0.57) were entered, and the sheet metal piece was tried to be drawn to a depth of 25 mm. Due to the high stress and tearing on the sheet metal, the blank holder pressure value was 13.5 MPa, and the friction coefficient value was 0.3. These values were recorded in the pressure values of the 150-ton hydraulic press during the experiment, and the experiment was carried out. The test results showed that the 25 mm deep drawing value was achieved on the sheet metal, and no wrinkling or tearing was observed on the sheet metal.

Keywords: Deep drawing, Deep Drawing molds, Blank Holder Preesure, Numerical Analysis, Formability.

NUMERICAL MODELLING OF BUTT WELDING PROCESS OF ST-37 STEEL PLATES

ŞEREF YILDIRIM [1] , Prof.Dr. RECEP GÜNEŞ [2]

[1] Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Kayseri/Türkiye

ORCID ID: 0009-0003-3209-0485, 4010630280@erciyes.edu.tr

[2] Erciyes University, Department of Mechanical Engineering Kayseri/Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-8902-0339 recepg@erciyes.edu.tr

ABSTRACT

Butt welding is one of the welding types applied in the industry. For the experimental analysis, 4x45° welding bevels were opened on the lower and upper two edges of the butt welding surfaces of 2 pieces of St-37 steel plates with a thickness of 15 mm on a wooden log with a very low heat transfer coefficient, and then the point welding process was carried out by bringing the butt to the butt. Then, in order to apply a welding pass, the weld seam was drawn to the upper weld opening in 20 seconds. In 15 seconds, the lower side of the piece was turned, and the weld opening area on this surface was filled in 20 seconds, just like on the upper surface. After the welding process on both surfaces was completed, temperature measurements were made with a laser thermometer on the weld seam surface and the workpiece plates. At this stage, another critical region that needs to be examined is the HAZ (Heat Affected Zone), that is, the material region that does not melt directly around the welding seam but whose microstructure changes due to the high temperature. The temperatures of the HAZ region were also determined experimentally. In accordance with the experimental conditions, the numerical model was developed. After the solid model was created in SolidWorks, it was transferred to ANSYS for thermal analysis. Here, the welding process was numerically simulated in real time with Transient Thermal analysis. For the analyses, the heat flux value produced in 1 s by a 5 mm long weld seam applied to the surface of St-37 steel plates was calculated using the temperature value applied by the welding machine to Ø1.2 steel wire according to the current-voltage relationship. As a result of numerical analysis, it was observed that the temperatures measured in the HAZ region and along the plate length were very close to the experimental data. This agreement demonstrated the success of the numerical model.

Key Words: Butt-welding, Finite Element Method, Transient-Thermal Analysis, Heat Affected Zone.

* Corresponding author e-posta : 4010630280@erciyes.edu.tr

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INVESTIGATION OF LOW SPEED IMPACT BEHAVIOR OF SANDWICH COMPOSITES FOR AVIATION APPLICATIONS

ALPEREN DABANLI [1], Prof. Dr.RECEP GÜNEŞ [2]

[1] Erciyes University, Graduate School of Naturel and Applied Sciences, Kayseri/Türkiye

alperendbnl@gmail.com - 0009-0004-9673-4785

[2] Erciyes Üniversitesi, Dept. Of Mechanical Engineering, Kayseri/Türkiye

recepg@erciyes.edu.tr- 0000-0001-8902-0339

ABSTRACT

Sandwich structured composites find many areas of use such as aviation, automotive and marine due to their lightness and superior durability despite being light. In this study, glass fiber surface and nomex honeycomb core sandwich composites were produced by hand lay-up and vacuum bagging method. The produced composites sandwiches are used in patch repair of damaged surfaces in the aviation sector. The produced composites were subjected to low-speed impact tests at 3 different energies and their impact behaviors were experimentally examined.

9 sandwich composite samples were produced depending on the dexterity of the operators by hand lay-up and vacuum bagging method. Low-speed impact tests were carried out with these samples at three different impact energies 10J, 25J and 45J.

Low-speed impact behaviors applied on the produced sandwich composites were examined with contact force-time and energy-time graphs and detailed photographs of the damaged samples were taken.

In low-speed impact tests, glass fiber surface sandwich composites absorbed the applied energies in the form of plastic deformation. In the experiments applied with 10J, all 3 samples absorbed the impact in a way that only the glass fiber surfaces were deformed and the damage did not reach the honeycomb structure. In the 25J impact experiments, the glass fiber surface on the upper side and the honeycomb structure were damaged, while the glass fiber surface on the lower side absorbed the energy with elastic deformation. In the 3 samples applied with 40J energy, the damage affected both the glass fiber surfaces and the honeycomb structure.

Keywords : Aerospace Structures, Sandwich Composites, Low Velocity Impact, Damage.

FARKLI ALÜMİNYUM ALAŞIMLARININ DÜŞÜK HIZLI AĞIRLIK DÜŞÜRME DARBE TESTİ SONUCU DAVRANIŞLARININ ANALİZİ

Arş. Gör., SİNEM MAVİLER[1], Dr. Öğr. Üyesi, AGAH AYGAHOĞLU[2]

[1] Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Makine Mühendisliği, sinem.maviler@dpu.edu.tr - 0000-0003-2197-9564

[2]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Makine Mühendisliği, agah.aygahoglu@dpu.edu.tr – 0000-0002-6556-8663

ÖZET

Bu çalışma, farklı alüminyum alaşımının darbe dayanımlarını karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilen düşük hızlı ağırlık düşürme darbe testi deneyinin sonuçlarını sunmaktadır. Ağırlık düşürmeli darbe testi sürecinde 3 farklı alüminyum alaşımı kullanılmıştır. Alüminyum alaşımları, darbe dirençleri, kırılma toklukları ve dayanıklılıkları, nispeten düşük yoğunlukları, iyi şekillendirilebilirlikleri, kaynak kabiliyetleri, ekstrüzyon kabiliyetleri, yüksek sertlikleri, korozyon dirençleri, yüksek mukavemet/yoğunluk oranları nedeniyle otomotiv, inşaat, okyanus, savunma ve havacılık mühendisliği sektörleri için tercih edilen malzemeler olarak geniş uygulama alanlarında bulunmaktadır.

Deneyde kullanılan alüminyum alaşımları AA7075, AA6063 ve AA2024 şeklindedir. Alüminyum alaşımlarının tamamı 40 mm çapında ve 24 mm boyunda olacak şekilde aynı boyutlarda silindirik numuneler şeklinde hazırlanmıştır ve eşit test koşullarında değerlendirilmiştir. Deneylerde ağırlık sabit bir yükseklikten serbest bırakılarak numuneler üzerine düşürülmüştür. Düşürülen ağırlığın kütlesi 3 kg'dır. Ağırlık düşürme darbe testimizde 12 mm çapında, yarı küresel geometride, malzemesi civa çeliği olan vurucu uç kullanılmıştır. Numune olarak kullanılan her bir alüminyum alaşım grubu için deneyler 3 tekrar şeklinde yapılmıştır. Böylece her alüminyum alaşım grubu için 3'er tane maksimum kuvvet değeri elde edilmiştir. Bu tekrarlar sayesinde deneysel verilerin güvenilirliği artırılmış ve ölçümler arasındaki varyasyonların analizi mümkün hale gelmiştir.

Elde edilen maksimum kuvvet verilerinin istatistiksel analizi için Minitab yazılımı kullanılmıştır. Öncelikle her malzeme grubu için tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır.

Ardından, farklı malzeme türleri arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla tek faktörlü varyans analizi (One - Way ANOVA) uygulanmıştır. Analiz sonuçları, p-değeri dikkate alınarak yorumlanmıştır ve gerekli durumlarda gruplar arası farklar detaylandırılmıştır. Ayrıca grafiksel analizler kullanılarak sonuçlar görsel olarak desteklenmiştir.

Bu deneysel çalışma, AA7075, AA6063, AA2024 alüminyum alaşımlarının düşük hızlı ağırlık düşürmeli darbe testi sonucundaki davranışlarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Düşük hızlı darbe yükleri altında, malzeme seçiminin optimize edilmesine yönelik veri sunmak amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Düşük Hızlı Ağırlık Düşürme Darbe Testi, Alüminyum Alaşımları, Deney Tasarımı, İstatistiksel Analiz

1. ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI

Alüminyum ve alaşımları otomotiv, inşaat, savunma ve havacılık sektörleri için arzu edilen malzemeler olarak geniş uygulamalar bulmaktadır. Al alaşımları, bileşime ve istenen özelliklere göre farklı serilerde ticari olarak mevcuttur.

Alüminyum Birliği tarafından geliştirilen dört rakamdan oluşan simgeleme metodu Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Alüminyum alaşımları simgeleme metodu (Turhan, 2002)

1xxx	Saf Alüminyum (%99.00 Al)
2xxx	Al-Cu
3xxx	Al-Mn
4xxx	Al-Si
5xxx	Al-Mg
6xxx	Al-Mg-Si
7xxx	Al-Zn
8xxx	Diğer Elementler
9xxx	Kullanılmayan Dizi

Alüminyum alaşımları, üretim yöntemlerine bağlı olarak Dövme Alaşımları ve Döküm Alaşımları olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir.

1.1. Dövme Alüminyum Alaşımları

Dövme Alaşımları, plastik deformasyonla şekillendirilebilir. 1xxx, 3xxx, 4xxx ve 5xxx dövme alaşımlarının çoğu yaşlandırma ile sertleştirilemez. 1xxx ve 3xxx alaşımları, az miktarda

inklüzyon veya metaller arası bileşiklerin varlığı haricinde tek fazlı alaşımlardır. Özellikleri gerinim sertleştirme, katı çözelti güçlendirme ve tane boyutu kontrolü ile kontrol edilir.
2xxx, 6xxx ve 7xxx alaşımları yaşlandırılabilir alaşımlardır. Bu alaşımlar için mükemmel özgül mukavemetler elde edilmesine rağmen, oluşabilecek çökelti miktarı sınırlıdır.

1.2. Döküm Alüminyum Alaşımları

Yaygın alüminyum döküm alaşımlarının çoğu ötektik reaksiyona neden olacak kadar silikon içerir. Dolayısıyla alaşımlara düşük erime noktaları, iyi akışkanlık ve iyi dökülebilirlik özellikleri kazandırmaktadır. Birçok alaşım ayrıca bakır, magnezyum veya çinko içerir ve böylece yaşlanma sertleşmesine izin vermektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Yapılan deneylerde Ağırlık Düşürmeli Düşük Hızlı Darbe Test Düzeneği kullanılmıştır. Çalışma mekanizması, bir kütlenin belirli bir yükseklikten serbest bırakılarak numunenin üzerine çarpacak şekilde düşürülmesi şeklindedir. Malzemelerin darbe davranışlarını test etmektedir.
Ağırlık düşürme darbe test düzeneği, çok çeşitli darbe koşullarının simülasyonunu sağlar ve ayrıntılı performans verileri toplamaktadır.
Ağırlık düşürme darbe testinin, Charpy ve Izod testlerine göre avantajlarından biri, daha geniş bir test geometrisi aralığının incelenebilmesidir. Böylece daha karmaşık bileşenlerin test edilebilirliğini mümkün kılmaktadır.

2.1. Deney Düzeneği

Bu deneysel çalışma, AA7075, AA6063, AA2024 alüminyum alaşımlarının düşük hızlı ağırlık düşürmeli darbe testi sonucundaki davranışlarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Her malzemeden 3’er numune olacak şekilde toplamda 9 adet deney yapılmıştır.
Düşük hızlı darbe yükleri altında, malzeme seçiminin optimize edilmesine yönelik veri sunmak amacıyla yapılmıştır. Görsel 1’de kullanılan test cihazı gösterilmektedir.



Görsel 1. Ağırlık Düşürmeli Darbe Test Cihazı

Görsel 1'de gösterilen düşük hızlı ağırlık düşürmeli darbe test cihazı farklı çapta ve boyutta numune kullanabilme imkânı sunmaktadır. Ayrıca vurucu uç geometrisi farklı olabilmektedir ve numune üzerine farklı kuvvetlerin uygulamasına imkân vermektedir.

Yapılan deneylerde AA7075, AA6063 ve AA2024 malzemelerindeki deney numuneleri kullanılmıştır. Numunelere ait mekanik özellikler Çizelge 2'de özetlenmektedir. Kullanılan deney numunelerinin tamamı silindirik yapıdadır ve 40 mm çapında, 24 mm boyundadır.

Çizelge 2. AA7075-AA6063-AA2024 Mekanik Özellikleri

Alaşım	Temper	Çekme Dayanımı (MPa)	Akma Dayanımı (MPa)
7075	O	230	105
6063	O	90	50
2024	O	185	75

Numunelerin üzerine düşürülen ağırlığın kütlesi 3 kg'dır. Ağırlığın ucuna vurucu uç bağlanır. Görsel 2'de gösterildiği gibi ağırlık ile vurucu uç arasında kuvvet sensörü bulunmaktadır. Yaptığımız ağırlık düşürmeli düşük hızlı darbe testimizde 12 mm çapında, yarı küresel geometride, malzemesi civa çeliği olan vurucu uç kullanılmıştır.

Düşük hızlı ağırlık düşürmeli darbe testi esnasında piezoelektrik kuvvet sensöründen voltaj sinyalleri alınmaktadır. Veriler elektronik veri toplama kartı ile bilgisayara aktarılmaktadır.



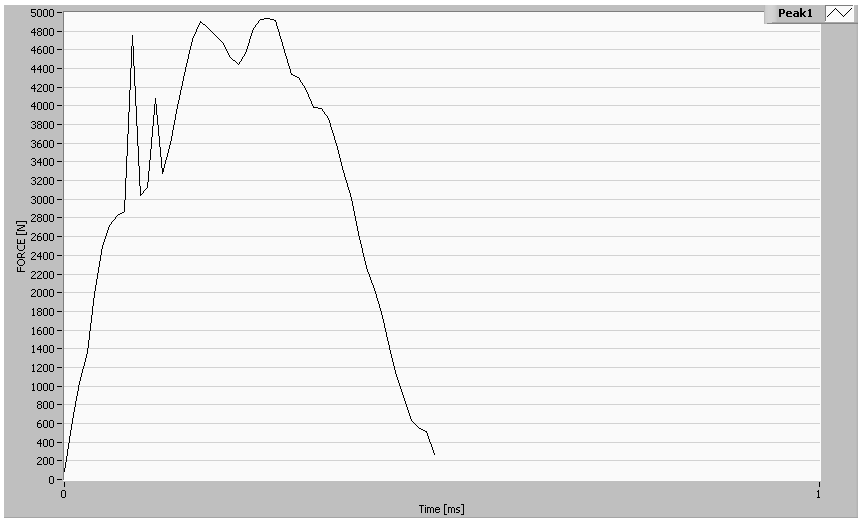
Görsel 2. Ağırlık – Kuvvet Sensörü – Vurucu Uç Bağlantısı

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

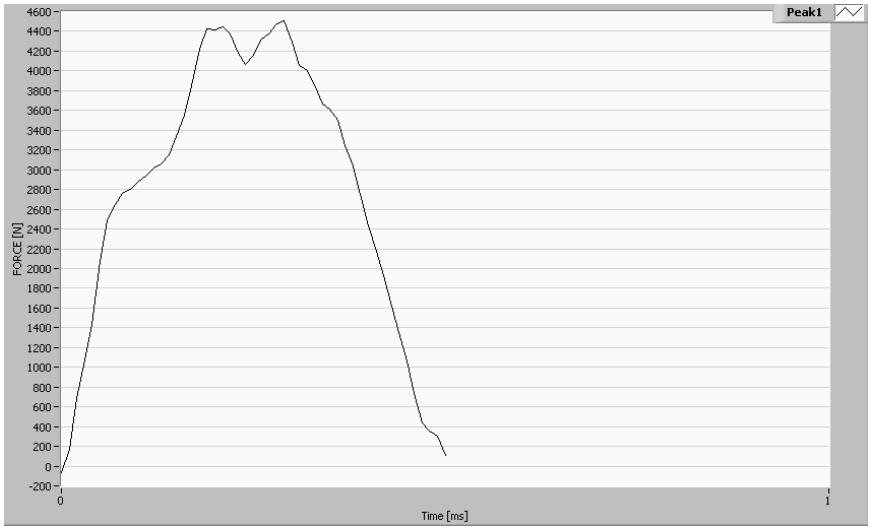
Yapılan deneylerin sonucunda ulaşılan maksimum kuvvet verilerinin ortalama değerleri aşağıdaki görsellerde verilmiştir. AA7075'e ait ortalama maksimum kuvvet 4.829 N olarak bulunmuştur. AA6063'e ait ortalama maksimum kuvvet 4.427 N olarak bulunmuştur. AA2024'e ait ortalama maksimum kuvvet 4.624 N olarak bulunmuştur.

AA7075 maksimum kuvvet değerine ulaşıldığı numunenin kuvvet-zaman verisine ait grafik Görsel 3'te gösterilmiştir. AA6063 maksimum kuvvet değerine ulaşıldığı numunenin kuvvet-zaman verisine ait grafik Görsel 4'te gösterilmiştir. AA2024 maksimum kuvvet değerine ulaşıldığı numunenin kuvvet-zaman verisine ait grafik Görsel 5'te gösterilmiştir.

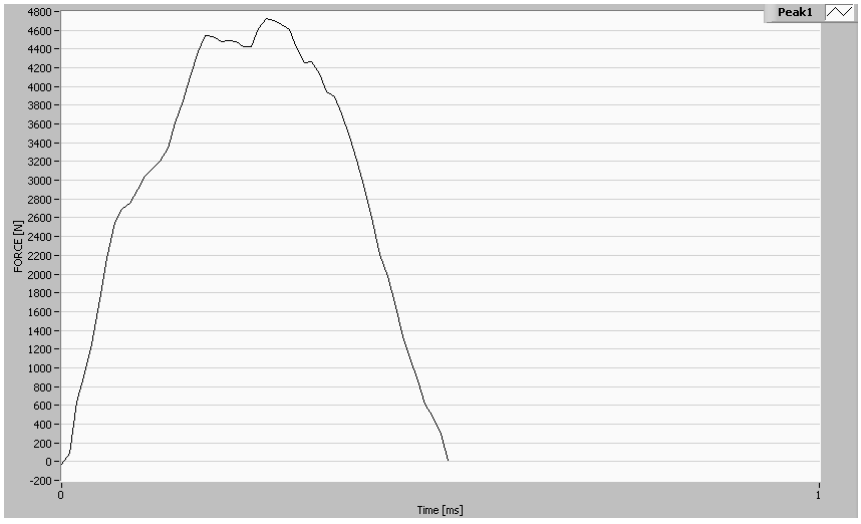
Bu 3 malzeme kıyaslandığında, çekme dayanımı yüksek olan malzemenin darbe testinde de daha yüksek kuvvet taşıyabildiği görünmektedir. Bu da malzemeler arasında mekanik mukavemet açısından olumlu bir korelasyon olduğunu göstermektedir.



Görsel 3. AA7075- Kuvvet-Zaman Grafiği



Görsel 4. AA6063- Kuvvet-Zaman Grafiği



Görsel 5. AA2024- Kuvvet-Zaman Grafiği

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu deneysel çalışma, AA7075, AA6063, AA2024 alüminyum alaşımlarının düşük hızlı ağırlık düşürmeli darbe testi sonucundaki davranışlarını maksimum kuvvetlerinin ortalamasını alarak karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Elde edilen maksimum kuvvet verilerinin istatistiksel analizi için Minitab yazılımı kullanılmıştır.

Elde edilen deney sonuçlarına göre AA7075, 4.829 N kuvvet ile en yüksek dayanıma sahiptir. Uçak ve savunma sanayinde tercih edilen yüksek mukavemetli alaşımdır.

AA2024, 4.624 N kuvvete kadar çıkabilmiştir. İkinci yüksek değere sahiptir, orta seviyede dayanım göstermektedir. Yüksek yorulma direnci ve işlenebilirlik sunmaktadır.

AA6063, 4.427 N kuvvet ile üç malzeme arasındaki en düşük darbe dayanımını göstermiştir. Genellikle mimari ve yapısal uygulamalarda kullanılmaktadır.

Optimum malzeme seçimi bakımından değerlendirildiğinde darbe dayanımı öncelikli kriter alınması durumunda, AA7075 bu üç malzeme arasındaki en iyi seçimdir. Ancak maliyet, işlenebilirlik ve korozyon direnci gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] Askeland, D. R., Fulay, P. P., & Wright, W. J., *The science and engineering of materials (6th ed.)*, Cengage Learning, 2011.

[2] ASM Handbook Committee, *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials (Vol. 2)*, ASM International, 1992.

[3] ASM Handbook Committee, *Mechanical Testing and Evaluation (Vol. 8)*, ASM International, 2000.

[4] Das S., Mondal D.P., Sawla S., Ramkrishnan N.; Synergic effect of reinforcement and heat treatment on the two body abrasive wear of an Al–Si alloy under varying loads and abrasive sizes, Wear, Vol. 264 (2008): pp. 47–59.)

[5] Duell, Joshua M. Impact Testing of Advanced Composites. [book auth.] Michael R Kessler. Advanced Topics in Characterization of Composites. s.l. : Trafford Publishing, 2004, pp. 97-112.

[6] Experimental investigation of low-velocity impact characteristics of woven. Mathivanan, N. Rajesh and Jerald, J. 2010, Materials and Design, pp. 4553 4560.

[7] Karakoc, H., Karabulut, S., Citak, R., Study on mechanical and ballistic performances of boron carbide reinforced Al 6061 aluminium alloy produced by powder metallurgy. Compos Part B 2018;(148):68–80.

[8] Owolabi G, Odoh D, Peterson A, Odeshi A, Whitworth H. Measurement of the deformation of aluminium alloys under high strain rates using high speed digital cameras. World J Mech 2013;3:112–21.

[9] The Impact Resistance of Composite Materials – A review. Cantwell, W J and Morton, J. 1991, Composites, pp. 347-362.

[10] Turhan, S., *Alüminyumun Mekanik Özelliklerine ve Aşınma Davranışına Magnezyumun ve Silisyumun Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.

TECHNICAL ANALYSIS OF EMISSION FILTERING SYSTEM IN ROTARY KILNS IN MAGNESITE SINTER PRODUCTION PROCESS

Emre Yavuz [1], Assoc. Prof. Dr. Oguzhan ERBAS [2]
[1] KUMAS Magnesite Industry Inc., Kutahya
eyavuz43@gmail.com - 0009-0000-9378-8041
[2] Kütahya Dumlupınar University
Faculty of Engineering Department of Mechanical Engineering, Kutahya
oguzhan.erbas@dpu.edu.tr- 0000-0001-9424-4273

ABSTRACT

Magnesite sinter production is a process that requires high temperatures and multi-stage processing. The ores coming from the quarries are stored in the stock area, then separated from foreign substances by optical and magnetic separators after dehumidification in the dryer. The cleaned material is taken to the rotary kilns and sintered. The obtained sinter material is used in brick production or direct sales. Various gas and dust emissions occur during the sintering process in rotary kilns. These emissions vary depending on the fuel type, raw material content and process conditions. These gases pose serious risks in terms of both environmental health and occupational safety. In this study; a total of 4 filter systems, including 2 bag filters and 2 electro filters, are used in the examined enterprise in order to control these emissions. In addition, cyclones located at the exit of each of the 3 rotary kilns reduce the filter load by ensuring that large particles are retained. Bag filters positioned at the boiler exit operate with high efficiency at reduced gas temperatures, minimizing the dust released into the atmosphere. In this study; bag filter and electrostatic filter systems in this system, which play a critical role in reducing environmental impacts, have been technically analyzed and compared. While bag filters provide high particle retention efficiency, electro filters are effective at high temperatures and large gas volumes. With the filtration system, emission values are monitored instantly and compliance with legislation is checked.

Keywords: Rotary Kilns, Filtration System, Emission Control

1. INTRODUCTION

Filtration in industrial furnaces is essential for effectively controlling environmental emissions and safeguarding air quality. These furnaces operate at high temperatures, which can lead to the release of a variety of harmful pollutants into the atmosphere. Common emissions include particulate matter, sulfur dioxide (SO_2), nitrogen oxides (NO_x), and heavy metals, all of which pose significant risks to both environmental health and human safety. To mitigate these risks, various filtration systems—such as bag filters, electrostatic precipitators, and cyclonic separators—are employed. Bag filters work by trapping particulate matter in specialized cloth bags, while electrostatic precipitators utilize electrical charges to attract and capture particles. Cyclonic separators rely on centrifugal force to remove larger particles from gas streams [1,2].

These filtration technologies play a vital role in retaining harmful emissions, thereby preventing them from entering the atmosphere. This not only helps in protecting ecosystems and public health but also ensures compliance with increasingly stringent legal emission limits set by environmental regulations. By investing in effective filtration solutions, industries can minimize their environmental footprint and contribute to sustainable practices.

Magnesite sinter (MgO-based refractory material) is widely used in steel, glass, ceramic and casting industries that require high heat resistance. In particular, high purity and mechanical strength products are obtained by sintering in rotary kilns operating at temperatures above 1,900°C. The production of magnesite sinter in rotary kilns includes calcination, firing and cooling stages. In this process, fossil fuels or alternative waste fuels are burned to provide heat. This causes emissions such as NO_x, SO_x, dust particles and CO_2 to be released. Emission filtering systems are of critical importance both in order to meet the requirements of the 2010/75/EU Waste Emission Directive (IED), which has become mandatory in the EU environment, and to minimize environmental and public health impacts. Within the EU framework, regulations such as BAT (Best Available Techniques) require the limitation of particulate, NO_x and SO_2 emissions in high-capacity rotary kilns. Two main technologies stand out in emission filtration: electrostatic precipitators (ESP) and cyclone + preheating systems. ESPs provide high efficiency separation of dust compounds by imparting an electrostatic charge (e.g. 99.5% efficiency). Cyclones provide prefiltration as passive systems suitable for high temperatures. The combination of these two systems increases efficiency in processes with high particle emission, such as sintering processes [3,8].

Perepelitsyn et al. investigated the sintering behavior of magnesite along a 90 m rotary kiln, identifying distinct thermal zones (preheat, decarbonization, sintering, cooling) and detailing structural evolution of pseu-domorphic periclase aggregates [4]. Fayruzov et al. examined properties of two calcined magnesite powders, showing that firing above 1850 °C for at least two hours is essential to achieve desired briquette density (~3.35 g/cm³) [5]. Edland et al. evaluated various NO_x-reduction measures in iron-ore rotary kilns, finding that advanced techniques (e.g., reburning, changes in combustion) can significantly reduce NO_x emissions . Guen et al. proposed a minimal heat-transfer model for flighted rotary kilns, highlighting the roles of convection and radiation on gas and granular bed interplay [6]. Le Guen and Piton et al. (same as above) offered quantitative insights into optimal kiln length and efficiency criteria based on thermal exchange dynamics. Modeling and DOE in magnesite calcination were applied to map relationships among feed rate, kiln rotation speed, temperature, and outcomes like gas exit temperature and magnesite density—key parameters for emission control. Intensiv-Filter Austria report (via ZKG) discussed replacing electrostatic precipitators with modern bag filters (e.g., ProJet mega) to capture ~99% of dust from kilns processing 380 000 t/a magnesite at 180–250 °C [7]. Hong et al. explored the use of hydrated lime in flue gas to desulfurize sintering emissions, including effects of CO_2 presence on SO_2 capture efficiency—important for integrated filtration systems [9]. Jonsson et al. characterized particulate matter in grate-rotary iron-ore kilns using SEM/TEM, finding that sub-micrometer ash and Fe-rich

particles are dominant in flue gases—a useful analogy for magnesite kiln filtration [10]. Apaydın & Kaya compared properties of magnesite-based refractory bricks used in rotary kilns, focusing on durability and toxicity—relevant for lining filters and understanding secondary emissions [11].

2.MAGNESITE SINTER PRODUCTION PROCESS AND PROPERTIES OF ROTARY KILNS

Magnesite sinter production is a complex, multi-stage process that transforms naturally occurring ore into highly specialized refractory products through a series of technologically advanced operations. The entire production cycle encompasses a series of critical steps, beginning with the storage and preparation of raw ore, moving through high-temperature sintering, and culminating in the final product packaging. Upon extraction from quarries, magnesite ore is temporarily stored in designated open areas known as 'stockyards.' This initial storage is crucial for managing the material before it undergoes processing. The ore from the stockyards is then routed to a dryer system that is integrated with the outlet of a rotary kiln. In this dryer, both surface moisture and moisture trapped within the ore's pores are evaporated. This drying phase is vital as it significantly reduces energy consumption during subsequent heat treatments and enhances the overall quality of the sintering process by ensuring optimal moisture levels.

Once dried, the magnesite ore is subjected to rigorous quality enhancement procedures. It passes through advanced optical and magnetic separators; these machines are designed specifically for the removal of impurities. The magnetic separators effectively eliminate magnetizable contaminants, primarily composed of iron, while the optical separators utilize sophisticated color analysis to distinguish and remove unwanted materials based on physical and chemical characteristics. This meticulous separation process is critical, as it directly influences the purity of magnesium oxide (MgO) produced in the subsequent stages.

The pre-processed, enriched magnesite material is then transferred to rotary kilns, which serve as the primary reactors for the sintering process. Inside these kilns, temperatures soar to around 1900°C, where the $MgCO_3$ crystal structure undergoes decomposition. This transformation leads to the formation of MgO, accompanied by the release of carbon dioxide (CO_2). During this high-temperature reaction, MgO crystals sinter together, resulting in a durable, high-density refractory material. Following the completion of the sintering process, the hot material is carefully extracted from the kiln, allowed to cool, and then stored in specially designated areas known as 'sinter warehouses.'

The resulting sinter material can be evaluated in two primary ways. It may be offered for direct sale to customers or directed to the Mortar and Blend Preparation Department for further refinement into additional products. In this department, the sinter is combined with various additives and binders, tailored to meet specific customer needs. The resulting homogenized mixture is then processed into bricks using automated presses, which follow precise recipes

designed to align with market demands. After the pressing stage, these bricks are subjected to further transformation in firing systems, such as 'temper furnaces' or 'tunnel furnaces,' depending on the required specifications for the end product. Once the bricks emerge from the furnaces and cool at a controlled rate, they undergo a final quality control assessment before being packaged and prepared for shipment.

In addition to traditional sintering methods, facilities also engage in 'fused magnesite' production through both old and new melting furnaces. This alternative process aims to yield a product characterized by greater density and reduced porosity. In this method, MgO ore is completely melted in electric arc furnaces and then rapidly cooled, resulting in high-density magnesite crystals that possess a glossy, glass-like structure. This innovative approach not only expands product offerings but also enhances the overall performance of magnesite-based products in various applications.

2.1. Raw Material and Ore Preparation Processes

In the stock area, materials are stored separately based on their quality. The desired quality materials are directed to the bunker according to the specific product requirements. Materials that are less than 20 mm in size go directly to the dryer, while materials larger than 20 mm are first crushed in cone crushers before being sent to the dryer. After drying, the materials are transferred to the magnetic separator silo, where they are categorized into different fractions: 1-3 mm, 3-5 mm, 5-8 mm, and 8-20 mm. Materials smaller than 8 mm are separated using the magnetic separator, while those larger than 8 mm are sorted with an optical separator. The materials that have been separated from iron are sent to the feeding silos. From these silos, the materials are moved to the feeding legs, where they are further sorted based on quality. Only the second feeding leg receives dolomite material, which is isolated because dolomite is very rich in magnesium (Mg). Since our other materials have a low Mg content, it is essential to prevent contamination and the resulting production of a material with high Mg content. The sorted materials are then conveyed to the sinter furnaces (rotary kilns) from the feeding legs.

Once the sinter emerges from the rotary kilns, it is sorted by quality in the sinter warehouse, where a screening process takes place. Materials smaller than 500 microns (0.5 mm) from the screening process are bagged as powder. Materials ranging from 1 mm to 15 mm are packaged and sold as the final product, namely sinter. Materials larger than 15 mm are crushed and screened again at the crushing and screening facility, and are then packaged as either powder or sinter.

The bricks that remain in the kilns for a specified duration are allowed to cool before they reach the control line. The bricks emerging from the tunnel and temper kilns are sorted separately. Manual inspection is conducted on these lines, where the dimensions of the bricks are measured, and their sound is tested by striking them with a hammer. Bricks that pass the manual inspection have barcodes printed on them. During this process, a physical inspection is also performed,

and bricks that pass this inspection are marked with a stamp indicating that quality control has been completed and are then deemed ready for sale (Figure 1).

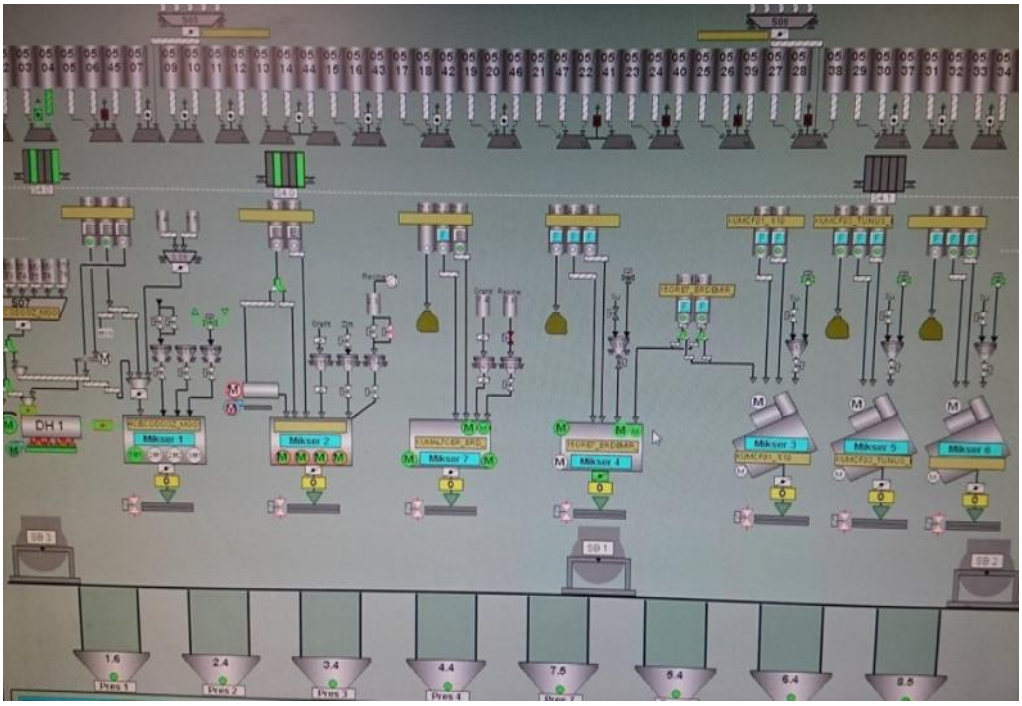


Figure 1. General scheme of brick preparation process

3. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In electrostatic filters, the principle relies on charging solid particles in a carrier gas using a high-voltage electrostatic field, which directs these charged particles toward collector electrodes. These systems are known for their high efficiency and low pressure loss, even at high gas flow rates. They also offer advantages in high-temperature applications due to their thermal stability. However, they differ from bag systems in several key parameters, including fine particle retention capacity, sensitivity to moisture, initial investment costs, and maintenance requirements. During the sintering process in rotary kilns, various gases are released. The composition of these gases varies based on factors such as the type of raw material being produced, the fuel used (e.g., natural gas, petroleum coke), and specific process parameters. These gases pose significant risks to both the environment and employee health. To minimize the gas and dust emissions during production in rotary kilns, the factory is equipped with four dust filters: two bag filters and two electrostatic filters. Emission measurements from these filters are continuously monitored through Continuous Emission Measurement Systems (CEMS) under the supervision of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change of the Republic of Turkey. Additionally, dust from the gas exiting the third rotary kiln is collected in a cyclone. Within the cyclone, turbulent flow helps retain coarse-grained dust while allowing fine-grained dust to pass through with the gas. This process reduces the load on the filters, thanks to the dust cyclones. Bag filtration systems utilize either woven or felt-based filter bags to perform surface filtration and retain particles. The filter bags are periodically cleaned using pulse-jet or reverse-air cleaning mechanisms. Bag systems

are particularly notable for their high particle retention efficiency (99% or more), effective fine particle control, and modular structure, especially in low to medium temperature applications.

REFERENCES

[1] Shirato, M., Murase, T., Iritani, E., Tiller, F. M., & Alciatore, A. F. (2017). Filtration in the chemical process industry. In *Filtration* (pp. 299-423). Routledge.

[2] Yuan, X. Y., Shen, H. G., Wang, Z. H., & Hou, W. L. (2010, November). Research on Filtration Performance of Filter Media Used in Bag Filter for Industrial Furnaces. In *2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment* (pp. 1-4). IEEE.

[3] Bulkowski, L., Galisz, U., Kania, H., Kudliński, Z., Pieprzyca, J., & Barański, J. (2012). Industrial tests of steel filtering process. *Archives of metallurgy and Materials*, *57*, 363-369.

[4] Perepelitsyn, V. A., Simonov, K. V., Korshunov, V. S., Belogrudov, A. G., & Luzin, A. G. (1968). The sintering of magnesite over the length of rotary kilns. *Refractories*, *9*(9), 581-586.

[5] Fayruzov, K. V., Kashcheev, I. D., Zemlyanoi, K. G., & Chaika, E. F. (2022). Investigation of calcined magnesite sintering. *Refractories and Industrial Ceramics*, *63*(2), 226-229.

[6] Edland, R., Smith, N., Allgurén, T., Fredriksson, C., Normann, F., Haycock, D., ... & Andersson, K. (2020). Evaluation of NO_x-Reduction Measures for Iron-Ore Rotary Kilns.

[7] Le Guen, L., Piton, M., Hénaut, Q., Huchet, F., & Richard, P. (2017). Heat convection and radiation in flighted rotary kilns: A minimal model. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, *95*(1), 100-110.

[8] Chakrabarti, B. K. (2016). Modeling and Design of Experiment in Calcination of Magnesites. *Drying, Roasting, and Calcining of Minerals*, 127-134.

[9] Hong, J., Zou, X., Qin, Z., Zhou, B., Geng, S., Zhang, Y., ... & Lu, X. (2022). Effect of CO2 on the desulfurization of sintering flue gas with hydrated lime. *Materials*, *16*(1), 303.

[10] Jonsson, C. Y., Stjernberg, J., Wiinikka, H., Lindblom, B., Boström, D., & Öhman, M. (2013). Deposit formation in a grate-kiln plant for iron-ore pellet production. Part 1: Characterization of process gas particles. *Energy & fuels*, *27*(10), 6159-6170.

[11] Apaydın, F., & Kaya, K. (2017). Comparison of properties of basic refractory bricks which use in rotary kiln of cement industry. *Sakarya University Journal of Science*, *21*(5), 1088-1094.

KIC12598713 W UMa ÇİFT YILDIZ SİSTEMİNİN IŞIK EĞRİSİ ANALİZLERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, ÖMER CERİT[1], Prof. Dr., MUHİTTİN ŞAHAN[2]

[1] Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

omercerit.8080@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-0482-8997

[2] Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Fizik Bölümü, Osmaniye, Türkiye, muhittinsahan@osmaniye.edu.tr, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6716-8463

ÖZET

Bu çalışmada, Kepler Uzay Teleskobuyla gözlenen KIC12598713 W UMa tipi çift yıldız sisteminin ($P=0^{g}.3325852$, $ra=19^{sa}13^{dk}04.35^{sn}$, $\delta=+51^{\circ}40'59".19$, $m_{Kep}= 12^{m}.762$) ışık eğrisi analizleri yapılmıştır. Sistemin fotometrik ışık eğrileri, Roche geometrisine dayalı Wilson-Devinney yöntemi (Mod-3) kullanan PHOEBE 0.31a programı kullanılarak elde edildi. Fotometrik sonuçlar, KIC12598713 W UMa tipi çift sistemin kütle oranının (q), yörünge eğiminin (i) ve doldurma faktörünün (f) sırasıyla 0.485, 18°.8 ve %26.5 olduğunu göstermiştir. Sistemin birinci ve ikinci bileşenlerinin kütle, yarıçap ve ışınım güçleri ise sırasıyla $R_1 = 1.18R_\odot$, $R_2= 0.86R_\odot$, $M_1 = 1.39M_\odot$, $M_2 = 0.67M_\odot$ ve $L_1 = 0.31L_\odot$, $L_2 = 0.17L_\odot$, olarak hesaplanmıştır. Çözümlerden, KIC12598713 sisteminin G2V spektral tipine sahip W-alt tip W UMa aşırı temaslı bir ikili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çift yıldız sistemleri, Kepler verileri, Işık eğrisi analizi, KIC12598713

LIGHT CURVE ANALYSES OF W UMa BINARY STAR SYSTEM KIC12598713

Abstract

In this study, the light curve of the KIC12598713 W UMa type eclipsing binary system ($P=0^{d}.3325852$, $ra=19^{h}13^{m}04.35^{s}$, $\delta=+51°40'59".19$, $m_{Kep}=12^{m}.76$) observed by Kepler space telescope was analyzed. PHOEBE 0.31a program with the Wilson-Devinney method (Mode-3) based on Roche geometry was used to achieve photometric light curves of the system. Photometric results showed that mass ratio (q), orbital inclination (i) and fill-out factor (f) of the KIC12598713 W UMa type binary system are to be 0.485, 18°.8 and 26.5%, respectively. The mass, radius and luminosity of the first and second components of the system were also calculated as $R_1 = 1.18R_\odot$, $R_2= 0.86R_\odot$, $M_1 = 1.39M_\odot$, $M_2 = 0.67M_\odot$ and $L_1 = 0.31L_\odot$, $L_2 = 0.17L_\odot$, respectively. From solutions, it is found that KIC12598713 system is an W-subtype W UMa overcontact binary having a spectral type of G2V.

Keywords: Binary star systems, Kepler data, Light curve analysis, KIC12598713

1. GİRİŞ

Çift yıldız sistemleri yıldızlar için önemli bilgiler içermektedir. Yıldızların doğası, evrimleri, etkileşimleri ve fiziksel verilerinin araştırılması için temel bilgi içerirler. Yapılan çalışmalar gökyüzündeki yıldızların büyük bir çoğunluğunun çift yıldız sistemi olduğunu belirtmektedir. Heintz'e (1969) göre tüm yıldızların %85'i çift yıldızdır. Ayrıca bazı durumlarda çift yıldız sisteminin çevresinde üçüncü veya dördüncü bileşenin olduğu da bilinmektedir [1]. Çift yıldız terimi ilk kez Herschel (1802) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Çift yıldız sistemleri Kepler yasalarına uygun şekilde birbiri etrafından hareket etmeleri sonucu oluşan sistemlerdir. Bunlar ayrıca kütle çekimsel olarak birbirine bağlı ve ortak bir kütle merkezini paylaşan ve dolaşan sistemlerdir [2].

Çift yıldızlar genellikle geometrik yapılarına, çiftler arasındaki uzaklıklara ve Roche loplarını doldurma oranlarına göre sınıflandırılabilirler. Roche lopları Kopal tarafından geliştirilen bir modeldir. Modele göre sistem elemanı yıldızlar birbiri etrafındaki hareketleri ve kütle çekimsel birliktelikleri dikkate alınarak tutulum uzaylarını doldurabildikleri bir uzay tanımlamıştır. Bu uzaya Roche lopları denmiştir [3].

Eğer bir çift yıldız sisteminin yörünge düzlemi, bizim bakış doğrultumuza yeterince yakın bir konumdaysa, yıldızlar birbirlerinin önünden geçerek düzenli aralıklarla birbirlerini örter. Bu örtülmeler sırasında sistemin toplam parlaklığında belirgin ve periyodik değişimler gözlenir. Bu tür sistemler, parlaklık değişimlerinden yola çıkarak keşfedildiği için "örten çift yıldızlar" olarak adlandırılır. Bu tür sistemlerin gözlemlerinden çiftlerin bileşenlerinin kütle, yarıçap, ışıma, dönme hızı gibi çok çeşitli parametreler elde edilebilir. Çizelge 1.1'de örten çift yıldızların hem Roche modeline göre hem de ışık eğrilerine göre nasıl sınıflandırıldıkları verilmiştir.

Çizelge 1.1. Örten Çift Yıldızların Sınıflandırılması

Roche Modeline Göre	Işık Eğrisine Göre
Ayrık Çiftler	Algol Türü Sistemler
Yarı Ayrık Çiftler	Beta Lyrae Türü Sistemler
Değen çiftler	W Uma Türü Sistemler

Geometrik yapılarına göre sistemler; ayrık (detached), yarı-ayrık (semi-detached) ve değen (contact) sistemler olarak sınıflandırılır [3-4]. Ayrık çift yıldız sistemleri, birbirlerine çok yakın olmayan ve bu yüzden aralarında belirgin bir kütle alışverişi bulunmayan iki yıldızdan oluşur. Her iki yıldız da kendi Roche lobunun içinde kalır, yani kütleleri birbirine akmaz. Bu nedenle bu tür sistemlerdeki yıldızlar, sanki tek başlarına evrim geçiriyorlarmış gibi, birbirinden bağımsız şekilde gelişimlerini sürdürürler. Yarı-ayrık çiftlerden bileşenlerin birisi Roche loplarını doldurmuştur. Lobu doldurmuş olan bileşen diğer bileşene kütle aktarır [5]. Değen

çiftler de ise her iki bileşen de Roche loplarını doldurmuştur, yani ortak zarfa sahip sistemden bahsedilebilir [6]. Doldurma faktörlerinin çok fazla olduğu durumlarda olan çiftlere ise "Aşırı Değen Çiftler" denilmektedir.

Işık eğrilerine göre sınıflandırıldığında, örten çift yıldız sistemleri Algol türü sistemler, Beta Lyrae türü sistemler, W UMa türü sistemler olarak sınıflandırılır [2]. Algol tipi çift yıldız sistemlerinde, toplam parlaklık periyot boyunca büyük oranda sabit kalır. Bu sistemlerin ışık eğrisinde, biri diğerinden daha derin olan iki farklı minimum gözlemlenir. Minimumların şekli, tutulmanın tam mı yoksa kısmi mi olduğunu ortaya koyar. Beta Lyrae türü sistemler bileşenlerden biri Roche lobunu doldurmuşsa ve kütleçekim etkisiyle iç Lagrange noktası boyunca büyük bileşenden diğerine madde transferi gerçekleşiyorsa bu tür olarak alınır. W Uma türü sistemlerde ise her iki bileşende Roche loplarını doldurmuşlardır ve aralarında kütle aktarımı görülmektedir. W tipi temas halindeki çift yıldız sistemleri, 0.22 ile 0.44 gün arasında değişen oldukça kısa yörünge periyotlarına sahiptir [7]. Bileşenlerin dönem periyotları Algol ve Beta Lyrae türü çiftlerin dönem periyotlarından daha küçüktür [5]. İlk kez W Uma türü çift yıldızları kendi içlerinde A-alt türü W UMa ve W-alt türü W UMa şeklinde iki sınıfa ayrılmıştır [8]. A-alt türlerinin toplam kütleleri W-alt türlerine göre daha büyüktür [9-10].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

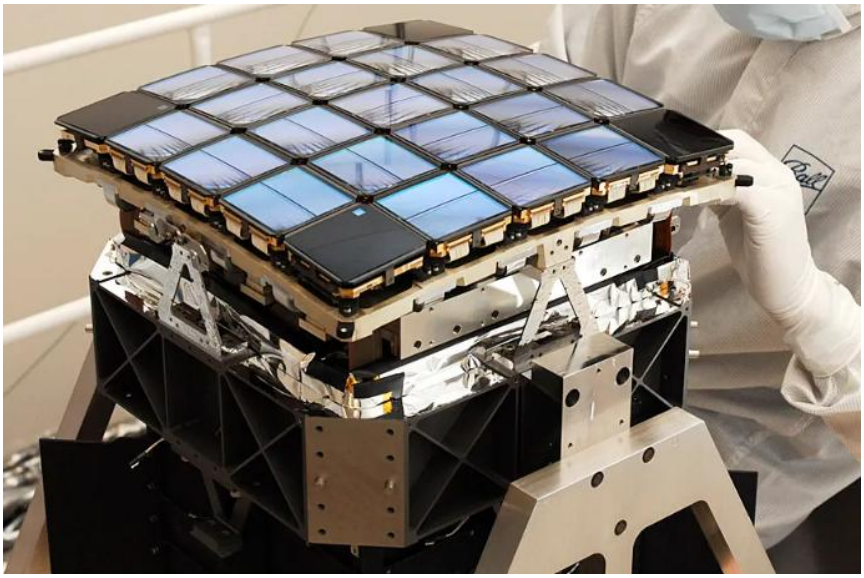
Kepler Uydusu NASA tarafından 2009'da fırlatılmış yüksek hassasiyetli bir gözlem uydusudur. Ana hedefi öte gezegenleri, özellikle Dünya benzeri olanları keşfetmektir. 2013'ten sonra "K2 Görevi" adıyla gözlemlerine farklı alanlarda devam etmiştir [11]. Gövdesinde 0.95 metre çaplı Schmidt teleskobu bulunmaktadır. Bu sayede yaklaşık 115 derece kare geniş bir alanı uzun süre gözlem yapmaya uygundur. 42 adet CCD dedektör içeren bir fotometre ile donatılmıştır. Çizelge 2.1.'de Kepler uzay aracına ait parametreler detaylı şekilde verilmiştir.

Çizelge 2.1. Kepler uzay aracına ait parametreler (NASA, 2005).

Parametre	Birim	Değer
Kütle	kg	1036
Ayna çapı	m	1.4
CCD	pikselxpiksel	1024x2200
Görüş alanı	derece^2	105
Dalgaboyu	nm	430-890
Dönem	gün	372.53

Görsel 2.1'de gösterildiği gibi kepler odak düzleminin 42 adet CCD sinin boyutu yaklaşık olarak 0.093 metrekaredir [12-14]. Yapısı sayesinde yaklaşık 150000 yıldızın parlaklığını mili-magnitüde düzeyinde hassasiyetle ölçmüştür. Kepler'in gözlem alanı, Cygnus ve Lyra

takımyıldızlarını kapsayan sabit bir gökyüzü bölgesine yöneltilmiş olup, sürekli veri toplanmasına olanak tanıyacak şekilde termal ve yönlendirme stabilitesine sahiptir [15].



Görsel 2.1. Kepler uydusunun CCD kamera sistemi, NASA/Kepler mission

Kepler teleskobunun asıl amacı Güneş komşuluğundaki öte- gezegen keşifleri olsa da birçok çift yıldız sisteminin duyarlı fotometrik veriler elde edilmiş olup, ışık değişimleri ile ilgili pek çok bilgi ile veri tabanı oluşturmuştur. Bu sayede Güneş ve Güneş benzeri gök cisimleri gök cisimlerinin görünür bölgedeki ışık değişimleri de elde edilmiştir.

Kepler gözlem uydusundan alınan veriler 2 katalogda toplanmıştır. Bunlardan 1.versiyonu 1879 adet tutulma çift yıldızı (EB) içermektedir. Bu çiftlerin her biri için ayrı ayrı periyot, morfoloji, etkin sıcaklık değeri ve kesirli yarıçaplar oranı gibi pek çok önemli veriye ulaşmak mümkündür [15]. Güncellenen 2. versiyon ise 2165 adet tutulma ikilisi içermektedir [11].

Kepler uzay teleskobu, gözlem verilerini iki farklı zaman çözünürlüğünde toplamıştır: Yaklaşık 1 dakikalık örnekleme aralığına sahip kısa poz (Short Cadence – SC) verileri sınırlı sayıda (~512) hedef için sunulurken, yaklaşık 30 dakikalık örnekleme aralığına sahip uzun poz (Long Cadence – LC) verileri ise geniş bir hedef kümesi (~170000) için elde edilmiştir. Gözlemler, “Quarter (Q)” olarak adlandırılan ve her biri yaklaşık üç ay süren zaman dilimlerinde organize edilmiştir.

Bu çalışmada incelenen KIC12598713 sistemi, yalnızca Long Cadence modunda gözlemlenmiş olup, ışık eğrisi verileri ilgili çeyrekler boyunca bu zaman çözünürlüğüyle elde edilmiştir. Çizelge 2.2’de KIC12598713 sisteminin uzun süreli 18 adet quarter ile ilgili bilgi vermektedir. Kepler uydu teleskobu, seçilen çift yıldız sistemini 2 Mayıs 2009 ile 11 Mayıs 2013 tarihleri arasında tam olarak 1470 gün gözlemlemiştir.

Çizelge 2.2. KIC12598713 hedef sisteminin uzun süreli (long cadence: LC) gözlem günlüğü

Quarter no	Cadence	Başlangıç JD değeri (gün)	Bitiş JD değeri (gün)	Işık Eğrisindeki nokta sayısı
0	LC	120.53894	130.24518	469
1	LC	131.5121	164.98319	1624
2	LC	169.76472	258.46705	4070
3	LC	260.24473	349.49622	4134
4	LC	352.39775	442.20334	4108
5	LC	443.51112	538.16206	4486
6	LC	539.4698	629.296	4272
7	LC	630.19505	719.54875	4226
8	LC	735.38447	802.34532	3106
9	LC	808.5368	905.9259	4609
10	LC	906.86581	1000.268	4441
11	LC	1001.2284	1098.3262	4473
12	LC	1099.4296	1182.0222	3550
13	LC	1182.7578	1273.0562	4242
14	LC	1274.1596	1371.3218	4271
15	LC	1373.5081	1471.1372	4366
16	LC	1472.118	1557.9596	3535
17	LC	1559.2469	1591.0015	1284

Bu çalışmada Kepler uydu teleskobunun gözlemlediği ve KEBC kataloğunda yayımlanmış olan kısa dönemli KIC12598713 W Uma türü çift yıldız sistemi seçilmiştir [14-15]. Çizelge 2.3'de seçilen KIC12598713 ikili sisteminin kepler kataloğundan elde edilen bazı fotometrik özellikleri verilmiştir.

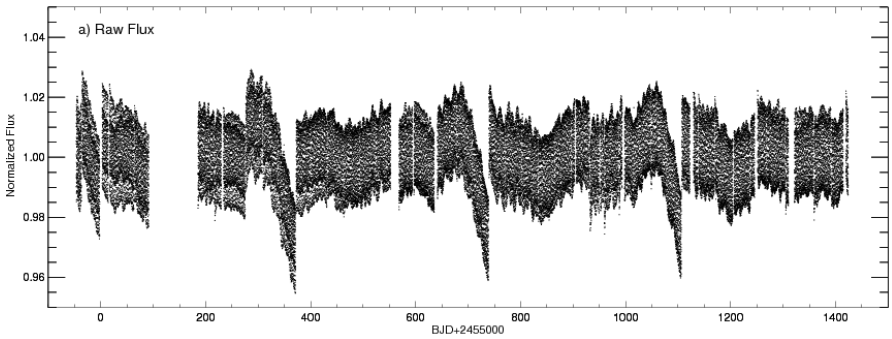
Çizelge 2.3. KIC12598713 Sisteminin Kepler Kataloğundan alınan fotometrik özellikleri

Parametre	**Birim**	**Değer**
Kepler ID		12598713
2MASS ID		J19130435+5140593
Gaia DR3 ID		2133416466174505344
ra (J2000)	Sa dk sn	19 13 04.361
δ (J2000)	° ′ ″	+51 40 59.38
Periyod	gün	0.2571790
BJD0	gün	2454953.674386
Morfoloji		0,94
m_{Kep}	kadir	12.762
T_{eff}	Kelvin	5189
LogG	dex	4.780
Metal	dex	-0.532
E(B-V)	kadir	0.038
Yoğunluk	g/cm^3	
Uzaklık	pc	603.687
Parallax (π)	mas	1.656487239905948

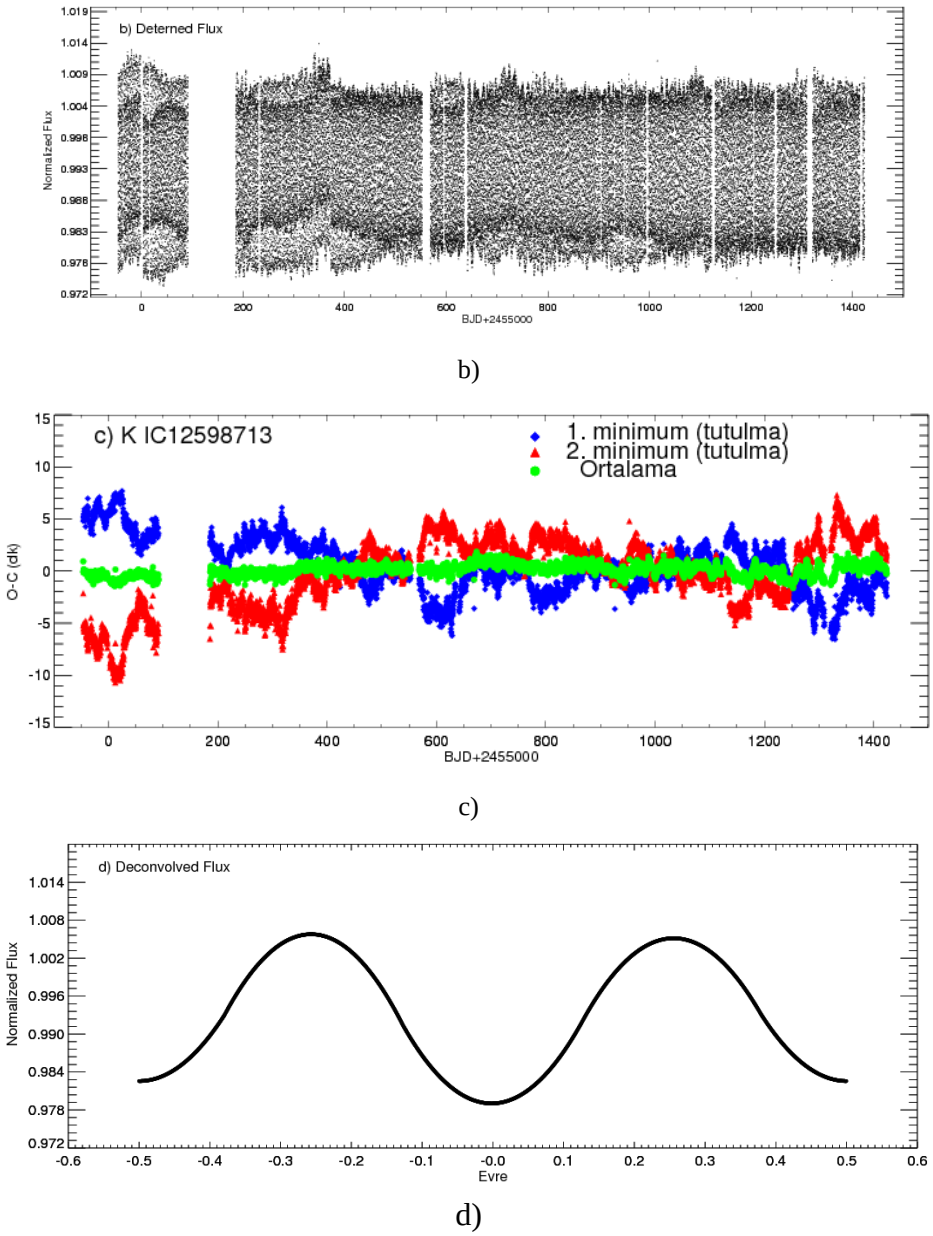
Görsel 2.2'de KIC12598713 çift yıldız sisteminin Kepler veri arşivinden elde edilen zamana karşılık-ham akı değerleri (a), zamana karşılık-değişimlerden arındırılmış (detrended) akı değerleri (b), zamana karşılık O-C değişimi (c), BJD + 2455000 (Barycentric Julian Date) cinsinden verilmiştir. Yaklaşık 0'dan 1450'ye kadar bir zaman aralığı dikkate alınmıştır. Evreye karşılık çözümleme (deconvolved) akı değerleri için (d) grafiğe bakılırsa iki tepe (maksimum) ve iki çukur (minimum) içerdiği görülmektedir. Bu durum tipik olarak temas halindeki (W UMa tipi) çift yıldız sistemlerinde görülmektedir.

Kepler kataloğundan alınan KIC12598713 çift sistemine ait fotometrik veriler PHOEBE fotometrik veriler programı kullanılarak analiz edilmiştir. PHOEBE programı çift yıldız sistemlerinin ışık eğrisi ile hız eğrisi analizlerini yapmak için kullanılan açık kaynaklı bir yazılımdır. Temel aldığı yazılım geniş kabul görmüş ve klasikleşmiş bir araç olan Wilson – Devinney (W-D) kodudur ama çok daha esnek, doğru ve kullanıcı dostudur. Bu işlem sırasında Wilson-Devinney kodunun Model 3 (overcontact binary not in thermal contact) seçeneğini kullanılmıştır [2]. Böylelikle, yıldızların kütle oranı, doluluk faktörü, eğiklik açısı, bileşen sıcaklıkları, üçüncü ışık katkısı ve yıldız lekeleri gibi birçok fiziksel parametresi eşzamanlı olarak modellenebilmektedir [16]. Gelişmiş ışık eğrisi sentezleme algoritmaları sayesinde kenar kararması (limb darkening), yüzeyin yansıtma katsayısı (albedo), yansıma etkileri ve yüzey sıcaklık dağılımı gibi fotometrik etkiler ayrıntılı şekilde modellenir. PHOEBE kullanılarak elde edilen fotometrik veriler BM3 (Binary Maker 3.0) programı yardımıyla [17] KIC12598713 çift yıldız sisteminin birinci (baş) ve ikinci (yoldaş) elemanların değişik evrelerde üç boyuta sahip Roche lobu geometrileri bulunmuştur. Bu analiz sonucunda sistemin cinsine karar verilmiştir.

Roche lopları, ikili çift yıldız sisteminde her yıldızın kütle çekimsel etkisi altında kalan bölgelerin uzayını tanımlamaktadır. Bu bölgeleri belirlerken yıldızların ortak kütle merkezi etrafından gerçekleşen dönme hareketinden doğan merkezkaç kuvvetlerinin dengede olduğu potansiyel yüzeylerde belirlenir. Kütle oranı kullanılarak bulunan Roche geometrisinde, bileşen yıldızların hacimlerinin iç Roche yüzeylerindeki pozisyonlarına göre, çift yıldızlar için Roche sınıflaması yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu yüzeylerin en içte kalan bölümüne Roche yüzeyi denir. Bu yüzeylerin kesişim noktası Lagrange noktası üzerinden madde transferi başlar. Çalışmaya konu olan KIC12598713 W UMa tipi temas ikili yıldız sistemi de her iki bileşenin Roche loblarını aşarak ortak bir konvektif zarf içinde yer aldığı en ilginç yakın ikili sistem örneklerindendir [4-18].



a)



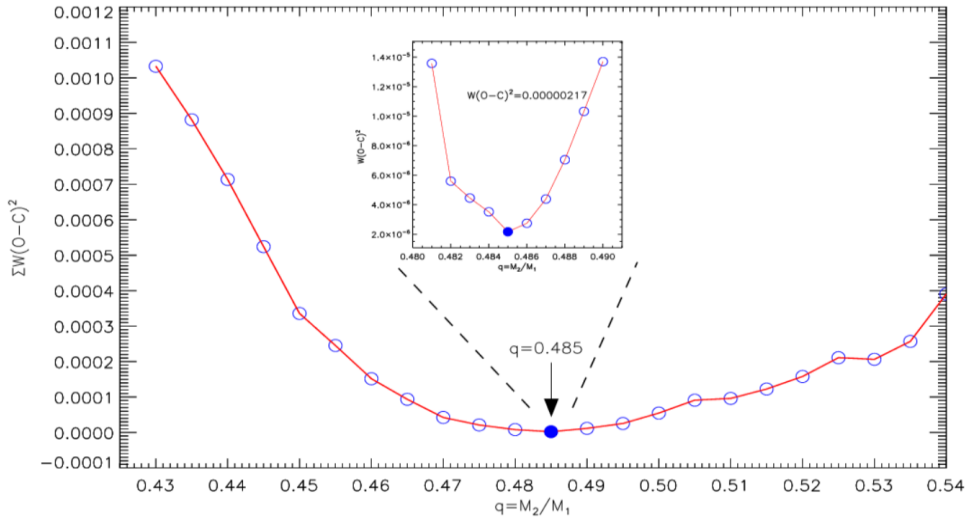
Görsel 2.2. KIC12598713 çift yıldız sisteminin Kepler veri arşivinden elde edilen a) zamana karşılık-ham akı değerleri, b) zamana karşılık-değişimlerden arındırılmış (detrended) akı değerleri, c) zamana karşılık-O-C değişimi, d) evreye karşılık çözümleme (deconvolved) akı değerleri

3. ARAŞTIRMA BULGULAR

W-D yöntemi, Roche geometrisine dayandığı için kütle oranı ($q = M_2/M_1$) analizlerde kritik bir parametredir. Bu sebeple fotometrik kütle oranları için tahminde bulunmak için q-taraması yapılmıştır. Bu amaçla PHOEBE programında fark kareleri yöntemi ($\Sigma(O\text{-}C)^2$) kullanılmıştır. Gözlenen ve hesaplanan değerler arasındaki farkın en aza indirilmesi amacıyla işlemler düzenli olarak sürdürülmüştür. PHOEBE yazılımı kullanılarak elde edilen ışık eğrisi üzerine, sisteme en uygun teorik model uyarlanmıştır. Bu analiz işlemi sırasında ikinci yıldızın yüzey sıcaklığı (T_2), birinci yıldızın ışınım gücü (L_1) sabit tutulmuştur. Bileşen yıldızların sıcaklıkları birbirine yakın değerlerde olduğu için çekim kararma katsayıları ($g_1 = g_2$) 0.50 [19] ve bolometrik

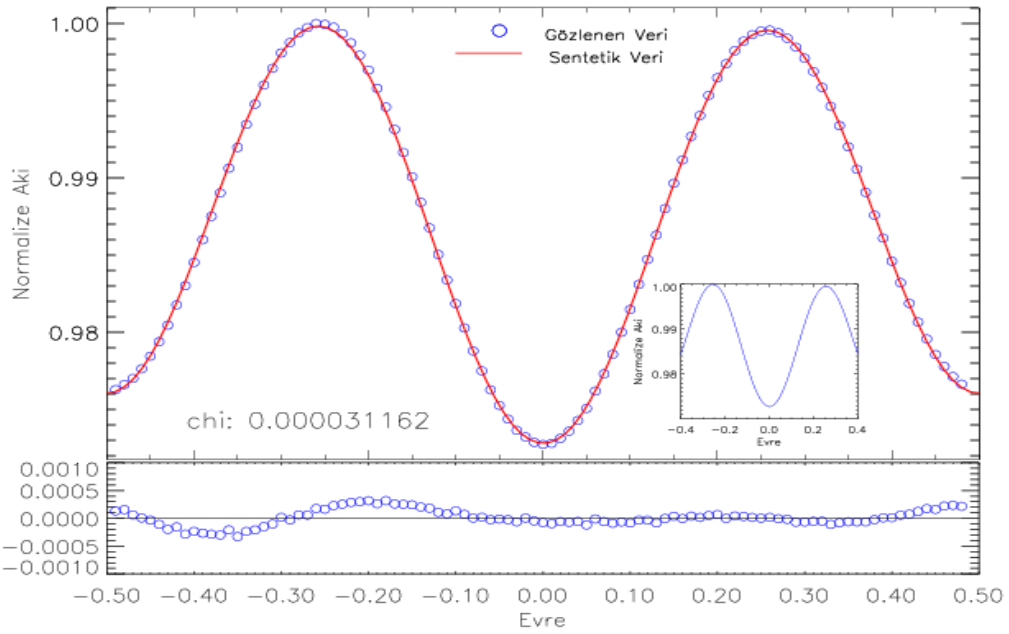
albedoları (A_1 = A_2) 0.32 [20] olarak alınmıştır. İşlemler sonucunda fark kareleri ($\Sigma(O\text{-}C)^2$ = 0.00000217) toplamına ait en uygun değer olan q = 0.485'e ulaşılmıştır.

Görsel 3.1'de gösterildiği gibi KIC12598713 örten çift yıldızı için 0.43<q <0.545 arasında değişen q taramasını ve yine aynı görselin içinde gösterilen küçük grafikte q oranına daha detaylı bakmak üzere 0.481 ile 0.49 arasında 0.001 adım aralıklarıyla yeniden analiz yapılmıştır. Her iki durumda da q değeri içi dolu mavi noktayla gösterdiğimiz 0.485 değeri elde edilmiştir.



Görsel 3.1. KIC12598713 örten çift yıldızı için 0.43 < q < 0.545 arasında değişen q taraması

Görsel 3.2'de KIC12598713 örten çift yıldızı için normalize edilmiş akının zamanla değişimi verilmiştir. Mavi çemberler gözlenen verileri kırmızı çizgiler ise modellemeyle elde edilen teorik ışık eğrisini göstermektedir. Ki kare (χ^2) formülüne göre grafik üzerinde artıkların kareleri toplamı $\Sigma(O\text{-}C)^2$=0.0000031162 değeri gösterilmiştir. Buna göre Ki kare değerinin oldukça düşük olması model ile gözlemin birbiriyle çok uyumlu olduğu görülmektedir. Altta verilen ikinci grafikte ise gözlenen veri ile sentetik veri arasındaki farklar gösterilmiştir. Bu farklar çoğunlukla 0 çevresinde dağılmıştır. Çok küçük dalgalanmalar ($\pm$0.001) seviyesini geçmemiştir, bu da modelin başarısını desteklemektedir.



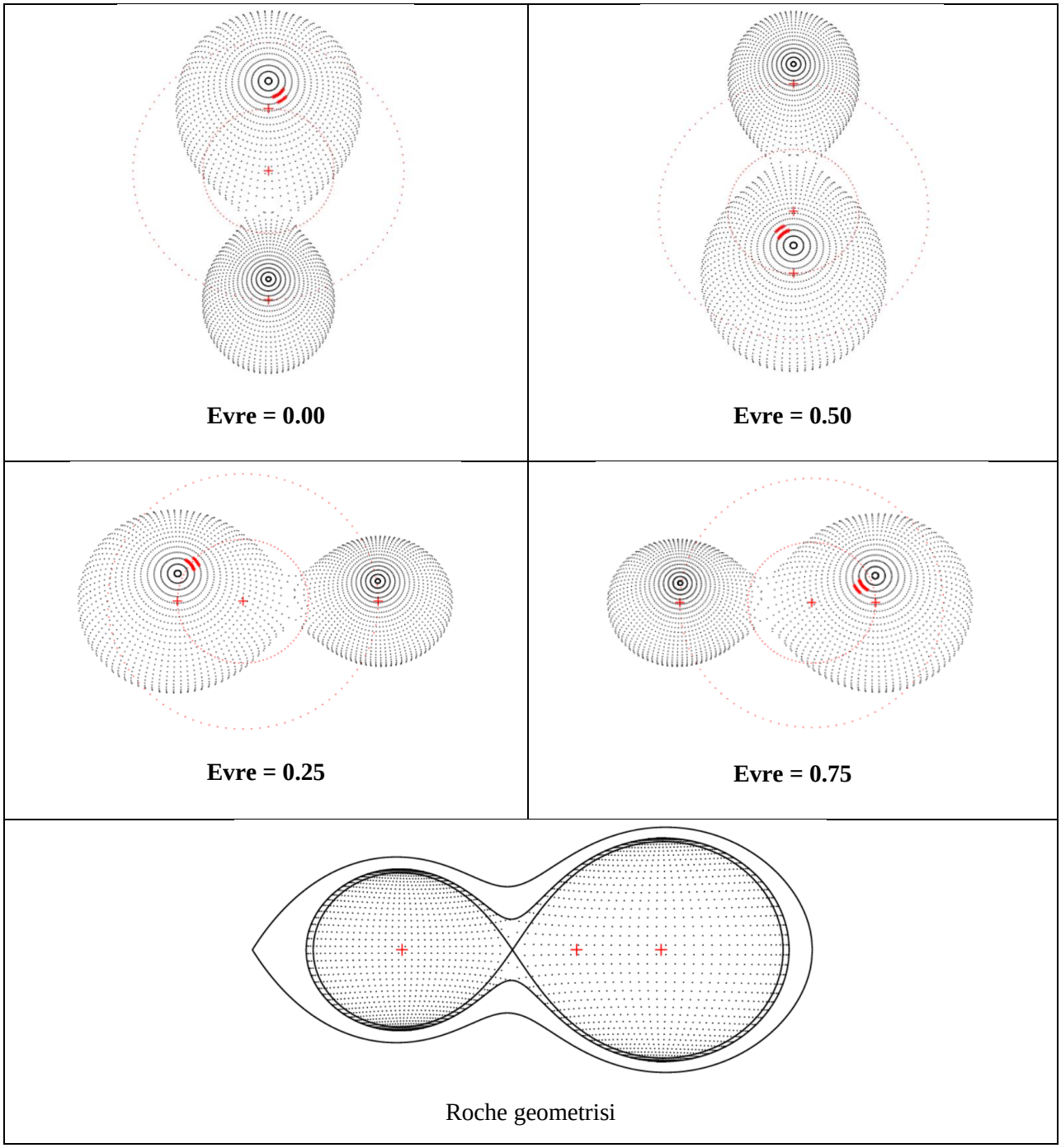
Görsel 3.2. KIC12598713 örten çift yıldızı için normalize edilmiş akının zamanla değişimi

Çizelge 3.1'de, PHOEBE programı kullanılarak KIC12598713 sistemine uygulanan ışık eğrisi çözümlemesi sonucunda elde edilen geometrik, fotometrik ve leke parametreleri sunulmuştur. Analiz kapsamında sistemin yörünge eğimi (i), kütle oranı (q), bileşen sıcaklıkları (T_1, T_2), Roche geometrisine bağlı potansiyeller (Ω) ve doluluk faktörü (f) gibi temel parametreler belirlenmiştir [21]. Roche yüzeyine karşılık gelen farklı yönlerdeki yarıçapları da hesaplanmıştır. Sistemde gözlenen lekelenme etkileri doğrultusunda birincil bileşene ait leke konumu (enlem, boylam), boyutu (açısal çap) ve sıcaklık faktörü (T_{eff}) de modele dâhil edilmiştir.
Analiz sonucunda elde edilen parametreler KIC12598713'ün temaslı bir sistem olduğunu açıkça göstermektedir.

Görsel 3.3.'de KIC12598713 çift yıldız sisteminin Roche loplarının 4 farklı evreye göre (0.00, 0.25, 0.50 ve 0.75) nasıl göründükleri verilmiştir. PHOEBE programından elde edilen veriler MB3 programında bu 3 boyutlu şekiller çizilmiştir. Görselde ayrıca birinci bileşen yıldızın üzerindeki lekenin (spot) konumu kırmızı alanlarla gösterilmiştir. Her iki bileşenin Roche loblarını doldurmuş olması, ortak bir zarf içinde evrimleşen bu çift yıldız sisteminde kütle ve enerji aktarımının etkin olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.1. PHOEBE kullanılarak KIC12598713 sisteminin ışık eğrisi analiz sonuçları

Parametre	KIC12598713
P [gün]	0.3325852
T_0 (HDJ0+2400000)	2454964.800952
i [°]	18.800
q (M_1/M_2)	0.485
T_1 [K]	5384
T_2 [K]	5284
$\Omega_1 = \Omega_2$	2.77
$A_1 = A_2$	0.500
$g_1 = g_2$	0.320
f [%]	0.264696
$L_1/(L_1+L_2)$	0.67468
$L_2/(L_1+L_2)$	0.3253238
x_1 [bolo]	0.243
x_2 [bolo]	0.242
y_1 [bolo]	0.464
y_2 [bolo]	0.465
Ω_{L1}	2.846903
Ω_{L2}	2.556369
r_1(kenar)	0.46192±0.000229
r_1(kutup)	0.43020±0.00032
r_1(arka)	0.49631±0.000453
r_1(ortalama)	0.4615
r_2(kenar)	0.32713±0.00024
r_2(kutup)	0.31135±0.000292
r_2(arka)	0.36995±0.000489
r_2(ortalama)	0.336151
Leke Parametreleri	
Leke 1 (Birinci)	
Enlem [λ, °]	0.20944
Boylam [β, °]	0.64577
Açısal çap [α, °]	0.08727
Sıcaklık Faktörü [$T_f = T_{leke}/T_{yıldız}$]	0.87000
$\Sigma(O-C)^2$	0.00000217



Görsel 3.3. KIC12598713 çift yıldız sisteminin Roche lopları

Literatürde yaygın olarak kullanılan ampirik eşitlikler kullanılarak KIC12598713 sistemine ait temel astrofiziksel parametreler Çizelge 3.2'de verilmiştir [22, 24]. PHOEBE programı ile yapılan modelleme sonucunda sistem bileşenlerinin kütleleri, yarıçapları, parlaklıkları, yüzey kütleçekimi ivmeleri, mutlak ve bağıl büyüklükleri, renk indisleri ile yoğunlukları belirlenmiştir [2]. Ayrıca, sistemin tahmini uzaklığı ve bağıl açısal momentum değeri de tabloya dahil edilmiştir. Bu veriler, sistemin fiziksel yapısının anlaşılmasına önemli katkılar sağlamaktadır.

Çizelge 3.2. KIC12598713 sistemlerinin ışık eğrisi analiz sonuçları

Parametre		**KIC12598713**
M_1	[$M_\odot$]	0.656
M_2	[$M_\odot$]	0.318
M_T	[$M_\odot$]	0.974
R_1	[$R_\odot$]	0.92
R_2	[$R_\odot$]	0.68
L_1	[$L_\odot$]	7.15050
L_2	[$L_\odot$]	3.44788
d(mesafe)	[kpc]	0.603687
$\log (g)_1$	[cgs, cm/s^2]	4.32
$\log (g)_2$	[cgs, cm/s^2]	4.28
M_{bol1}	[kadir: m]	5.27
M_{bol2}	[kadir: m]	6.02
$(B-V)_0$	[kadir: m]	0.688307
M_V	[kadir: m]	4.321439
ρ_1	[cgs, gr/cm^3]	1.176207
ρ_2	[cgs, gr/cm^3]	1.480923
H	[10^{-51} g cm^2 s^{-1}]	6.309912

4. SONUÇ

Bu çalışmada, KEBC (Kepler Eclipsing Binary Catalog) kataloğundan seçilen örten çift yıldız sistemi KIC12598713'ün ışık eğrisi analizleri gerçekleştirilmiş ve sistemin ışık eğrisi grafikleri elde edilmiştir. İncelenen bu sistemin literatürde daha önce detaylı bir ışık eğrisi çözümlemesi bulunmadığından, çalışmada elde edilen fotometrik parametreler literatüre ilk kez kazandırılmıştır. Işık eğrisi analizleri, Wilson-Devinney yöntemine dayanan PHOEBE yazılımı kullanılarak yapılmış; sistemin fiziksel yapısına uygun olarak temaslı çift yıldızlar için önerilen Mod 3 tercih edilmiştir. KIC12598713 için yapılan i-q taraması çözümünde i = 18.8^0 ve q = 0.485 olarak elde edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda KIC12598713 için doldurma faktörü % 26.4696 olarak elde edilmiştir. KIC12598713, kısa periyodu, kütle oranı ve sıcaklık değerleri göz önüne alındığında W UMa'nın W alt tipi bir sistem olduğu değerlendirilmiştir [22-23]. KIC12598713 çift yıldız sisteminin fotometrik analizleri literatüre kazandırılmıştır.

5. KAYNAKÇA

[1] Liao, W.P., Qian, S.B., Zhao, E.G., Jiang, L.Q., First photometric study of W UMa binary star LU Lac, New Astronomy, 31, 65–68, 2014.

[2] Şahan, M., Kısa Dönemli Değen Çift Yıldızın İlk Fotometrik Analizi: KIC3848042, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5 (3), 1704-1719, 2022b.

[3] Kopal, Z., Close binary systems, The International Astrophysics Series, London: Chapman & Hall, 1959.

[4] Lucy L.B., The Structure of Contact Binaries, Astrophysical Journal, 151, 1123-1135, 1968a.

[5] Kopal, Z., The classification of close binary systems, Annales d'Astrophysique, 18, 379, 1955.

[6] Kuiper, G.P., On the Interpretation of β Lyrae and Other Close Binaries, Astrophysical Journal, 93, 133, 1941.

[7] Smith, R.C., The Theory of Contact Binaries, Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 25, 405, 1984.

[8] Binnendijk, L., The orbital elements of W Ursae Majoris systems,Vistas in Astronomy, 12, 217-256, 1970.

[9] Lucy, L.B., Wilson, R.E., Observational Tests Of Theories Of Contact Binaries, The Astrophysical Journal, 231, 502-513, 1979

[10] Yakut, K., Eggleton, P.P., Evolution of close binary systems, The Astrophysical Journal, 629 (2), 1055-1074, 2005.

[11] Slawson,R.W., Prsa, A., Welsh, W.F., Orosz, J.A., Rucker, M., Batalha, M., Doyle, L.R., Engle, S.G., Conroy, K., Coughlin, J., Gregg, T.A., Fetherolf, T., Short, D.R., Windmiller, G., Fabrycky, D.C., Howell, S.B., Jenkins, J.M., Uddin, K., Mullally, F., Seader, S.E., Thompson, S.E., Sanderfer, D.T., Borucki, W., Koch, D., Kepler Eclipsing Binary Stars. II. 2165 Eclipsing Binaries in the Second Data Release,The Astronomical Journal, 142 (5), 1-14, 2011.

[12] Koch, D., Borucki, W. J., Basri, G., Batalha, N. M., Brown, T. M., Caldwell, D., Christensen-Dalsgaard, J., Cochran, W. D., DeVore, E., Dunham, E. W., Gautier, T. N., Geary J. C., Gilliland, R., Gould, A., Jenkins, J., Kondo, Y., Latham, D. W., Lissauer, J. J., Marcy, G., Monet, D., Sasselov, J., Boss, A., Brownlee, D., Caldwell, J., Dupree, A. K., Howell, S. B., Kjeldsen, H., Meibom, S., Morrison, D., Owen, T., Reitsema, H., Tarter, J., Bryson, S. T., Dotson, J. L., Gazis, P., Haas, M. R., Kolodziejzak, J., Rowe, J. F., Van Cleeve, J. E., Allen, C., Chandrasekaran, H., Clarke, B. D., Quintana, E. V., Tenenbaum, P., Twicken, J. D., and Wu, H., Kepler mission design, realized photometric performance and early science, American Astronomical Society, 8, 2010.

[13] Kolenberg, K., Szabo, R., Kurtz, D.W., Gilliland, R.L., Christensen-Dalsgaard, J., Kjeldsen, H., Brown, T.M., Benko, J.M., Chadid, M., Derekas, A., Di Criscienzo, M.,

Guggenberger, E., Kinemuchi, K., Kunder, A., Kollath, Z., Kopacki, G., Moskalik, P., Nemec, J.M., Nusp, J., Silvotti, R., Suran, M.D., Borucki, W.J., Koch, D., Jenkins, J.M., Fırst Kepler results on Rr Lyrae stars, The Astrophysical Journal Letters, 713, 198–203, 2010.

[14] Matijevic, G., Prsa, A., Orosz, J.A., Welsh, W.F., Bloemen, S., Barclay, T., Kepler eclipsing binary stars. III. classification of kepler eclipsing binary light curves with locally linear embedding, The Astronomical Journal, 143 (5), 123, 1-6, 2012.

[15] Prsa, A., Batalha, N., Slawson, R.W., Doyle, L.R., Welsh, W.F., Orosz, J.A., Seager, S., Rucker, M., Mjaseth, K., Engle, S.G., Conroy, K., Jenkins, J., Caldwell, D., Koch, D., Borucki, W., Kepler eclipsing binary stars. I. catalog and principal characterization of 1879 eclipsing binaries in the first data release. The Astronomical Journal, 141 (3), 1-16, 2011.

[16] Prsa, A., Zwitter, T., A Computational Guide to Physics of Eclipsing Binaries. I. Demonstrations and Perspectives, The Astrophysical Journal, 628 (1), 426-438, 2005.

[17] Bradstreet D.H., Steelman D.P., Binary maker 3. Light Curve Synthesis Program User Manual, Contact Software, 725 Stanbridge St., Norristown, PA, 19401-5505, 2004.

[18] Lucy, L.B., The Light Curves of W Ursae Majoris Stars, Astrophysical Journal, 153, 877, 1968b.

[19] Rucinski, R.M., The proximity effects in close binary systems. II. the bolometric reflection effect for stars with deep convective envelopes, Acta Astronomica, 19, 245-254, 1969.

[20] Lucy, L.B., Gravity-Darkening for Stars with Convective Envelopes, Zeitschrift für Astrophysik, 65, 89, 1967.

[21] Şahan, M., Kepler Kataloğundan Seçilen Üç W UMa Tipi Değen Çift Yıldızın (KIC3732732, KIC3936357 ve KIC10802917) Işık Eğrisi Analizleri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12 (2), 735-751, 2022a.

[22] Gazeas, K., Stepien, K., Angular momentum and mass evolution of contact binaries, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 390, 4, 1577-1586, 2008.

[23] Rucinski, S.M., Contact binary stars of the w uma-type as distance tracers, New Astronomy Reviews, 48, 703-709, 2004.

[24] Wang, J.M., The Thermal Relaxation Oscillation States of Contact Binaries, Astrophysical Journal, 434, 277, 1994.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

AG/Nİ DESTEKLİ $BAWO_4$ FOTOKATALİZÖRÜNÜN SENTEZİ, KARAKTERİZASYONU VE FLUMEQUİN GİDERİMİ İLE BAKTERİYEL İNAKTİVASYON UYGULAMALARI

Duygu Özkan, Doç. Dr. Ali İmran Vaizoğullar

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

0009-0006-7298-2869 duyguozkan@mu.edu.tr

0000-0003-4369-405X aliimran@mu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, antibiyotik kirliliği ve bakteriyel kontaminasyonun giderimine yönelik sürdürülebilir bir yaklaşım olarak Ag/Ni katkılı $BaWO_4$ fotokatalizörleri geliştirilmiş ve karakterize edilmiştir. Metalik Ag ve Ni nanoparçacıkları, sodyum borohidrit indirgeme yöntemiyle sentezlenmiş ve önceden çöktürme yöntemiyle elde edilen $BaWO_4$ matrisi ile karıştırılarak karışık oksit (mixed-particle) yapılar oluşturulmuştur.

Sentezlenen kompozitler XRD, SEM, EDS, UV-DRS ve XPS teknikleriyle karakterize edilmiş ve özellikle Ag/Ni katkılı $BaWO_4$'ün bant aralığında gözlemlenen daralma ile görünür ışıkta absorpsiyon yeteneğinin arttığı belirlenmiştir. Ag/Ni katkısı sonucunda bant boşluğu 2.92 eV'ye düşmüş ve bu da gelişmiş fotokatalitik performans ile ilişkilendirilmiştir.

Fotokatalitik performans, flumequin antibiyotiğinin parçalanması ve gram-negatif *E. coli* ile gram-pozitif *S. aureus* bakterilerinin inaktivasyonu üzerine yürütülen deneylerle test edilmiştir. 0.1 g katalizör kullanımıyla %98'e varan Flumequin giderim verimi ve etkili bakteriyel inaktivasyon sağlanmıştır. Ag katkısının yük taşıma kabiliyeti ve kimyasal stabiliteyi artırdığı, Ni katkısının ise aktif merkez yoğunluğunu yükselterek reaksiyon verimini desteklediği ortaya konmuştur.

Bu çalışma, Ag/Ni-$BaWO_4$ fotokatalizörlerinin farmasötik atıkların arıtımı ve antibakteriyel uygulamalar açısından çevre dostu ve etkili bir alternatif sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: $BaWO_4$, Ag/Ni katkı, fotokataliz, antibiyotik giderimi, flumequin, bakteriyel inaktivasyon

CAM-KARBON ELYAF DESTEKLİ KOMPOZİT YAPILARIN FARKLI EKSENLERDEKİ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Prof.Dr. Oğuz DEMİRYÜREK [1], Ayşegül ŞAHİN [2]

[1] Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü,

demiryurek@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5563-5105

[2] Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı,

guney.aysegul3@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3059-1078

ÖZET

Cam ve karbon elyaf destekli kompozitler uzay ve havacılık, otomotiv, savunma sanayi, endüstriyel bileşenler, rüzgârgülü kanadı gibi birçok alanda hafif ve mukavemetli yapıların geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Takviye elyafı, kompozitlerin mekanik özelliklerini belirleyen en önemli unsurlardandır. Kompozit oluşturma aşamasında takviye lifleri farklı açılarda sarılarak yapının birçok eksende dayanımı sağlanmaktadır. Elyaf, iplik ve kumaş formundaki takviye elemanları farklı amaçlarla kompozit haline getirilebilmektedir. Özellikle rüzgar gülü pervanesi gibi uygulamalarda şerit formundaki filament lifler yapı üzerine sarılarak üretim yapılmaktadır. Mevcut çalışmada şerit formundaki cam ve karbon filament liflerin tek başına ve bir arada kullanılarak 1 kat, 2 kat ve 3 kat olacak Görselde epoksi matriks ile el yatırması yöntemi kullanılarak metal kalıp üzerinde kompozit yapılar üretilmiştir. Kalıp yüzeyine ayırıcı olarak sıvı PVA uygulanmıştır. Takviye lifleri yapıya 0^0 ve/veya 90^0 açılarda yerleştirilmiştir. Farklı eksenlerden gelen yüklere karşı kompozitin dayanımın inceleyebilmek için bu yapılardan 0^0, 45^0 ve 90^0 açılarda numuneler kesilerek mekanik özellikleri test edilmiştir. Tek kat kompozitlerde 0^0 açıda maksimum dayanım elde edilmişken 90^0 açıda minimum dayanım görülmüştür. İki katlı yapılarda 0^0 ve 90^0 açılarda maksimum mekanik dayanım görülürken 45^0 açıda ise minimum dayanım gözlenmiştir. 3 katlı yapılarda çekme ekseninde 2 kat olan numunelerde maksimum, tek kat olanlarda çift kat olanlara kıyasla daha az dayanım görülürken 45^0 açıda minimum dayanım görülmüştür. Karbon lif destekli yapılarda cam lifi destekli yapılara göre daha iyi dayanım değerleri elde edilmiştir. Kompozit yapıların dayanımının takviye elemanının bulunduğu açıya doğrudan bağlı olduğu değerlendirildiğinden kompozit yapı tasarlanırken takviye elemanlarının sarım açısının kompozitin maruz kalacağı yük eksenine paralel olarak belirlenmesinin faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cam Elyaf, Karbon Elyaf, Epoksi, Kompozit, Çekme Mukavemeti, Üç Nokta Eğme

1. GİRİŞ

Kompozit malzemeler, farklı özelliklere sahip iki veya daha fazla bileşenin bir araya gelmesiyle oluşan ve birlikte daha üstün performans sağlayan mühendislik malzemeleridir. Yüksek özgül mukavemet, korozyon direnci ve hafiflik gibi avantajları sayesinde birçok endüstride tercih edilmektedir. Özellikle havacılık, otomotiv, denizcilik ve yapı sektörlerinde yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Kompozitlerin mekanik performansında en önemli faktörlerden biri kullanılan takviye elyaflarıdır. Bu çalışmada cam ve karbon elyaflar incelenmiş olup, her iki elyafın da kendine özgü avantajları vardır:

- Cam elyaf, uygun maliyeti, iyi darbe dayanımı ve elektriksel yalıtkanlığıyla öne çıkmaktadır. Tipik olarak yoğunluğu yaklaşık 2.5 g/cm³, çekme mukavemeti ise 2–3.5 GPa aralığındadır.

- Karbon elyaf ise daha yüksek mekanik dayanım ve elastik modül sunmaktadır. Çekme mukavemeti 3.5–5.5 GPa arasında değişebilirken, yoğunluğu yaklaşık 1.75–1.9 g/cm³'tür.

Sadece elyaf türü değil, aynı zamanda elyafların yerleştirildiği yön de kompozitin performansını doğrudan etkiler. Elyafların yük doğrultusuyla yaptığı açı, malzemenin çekme, eğilme ve kayma gibi mekanik davranışlarını değiştirebilir. 0° yerleşim, yükü doğrudan taşıyan elyaf yapısı sunarken; 45° ve 90° yerleşimler farklı deformasyon ve kırılma mekanizmalarına neden olmaktadır.

Elyaf yönelimi, özellikle filament sarımı, el yatırması, pultruzyon ve otomatik fiber yerleştirme gibi üretim yöntemlerinde kritik bir parametredir. Örneğin, filament sarımı yöntemiyle üretilen boru veya basınç kaplarında elyaf açısı, basınca karşı dayanımı belirleyici rol oynar. Düşük açılı sarımlar (yaklaşık 10–20°) eksenel yük taşımada, yüksek açılı sarımlar (örneğin 80–90°) çevresel gerilmelere direnç göstermede etkilidir [1]. El yatırması yönteminde ise elyafların manuel yerleşimi sayesinde istenen açılarla katmanlama yapılabilmekte ve böylece özelleştirilmiş mekanik özellikler elde edilebilmektedir.

Tüzemen [2], cam ve karbon elyaflardan oluşturulan karma kompozitlerin çekme ve moment yükü altındaki dayanımlarını analitik ve nümerik yöntemlerle incelemiştir. Çalışmada, kullanılan elyafın çekme dayanımına doğrudan etkisi olduğu, katman diziliminin ise etkisinin sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, moment yükü altında en alt katmanda karbon elyaf kullanımının cam elyafa göre dayanımı yaklaşık %33 artırdığı belirlenmiştir.

Çiğdem ve Percin [3], karbon ve cam elyaf ile güçlendirilmiş ısıl işlem uygulanmış lamine kaplama kerestelerin fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmıştır. Karbon elyaf ile güçlendirilmiş örneklerin eğilme direnci ve elastikiyet modülünün daha yüksek olduğu, ancak liflere paralel yapışma direncinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Esendemir ve Varol [4], cam elyaf takviyeli epoksi kompozit malzemelerin eğilme yorulma davranışını incelemiştir. Çalışmada, liflerin matris içindeki dağılımı ve homojenliğinin yorulma davranışını etkilediği, yorulma sonrası liflerde hasar oluştuğu gözlemlenmiştir.

Aktaş [5], tabakalı cam/karbon elyaf takviyeli kompozit yüzlü sandviç kirişlerin eğilme davranışını incelemiştir. Çalışmada, elyaf türü ve sıralama konfigürasyonunun mekanik özellikler üzerinde etkili olduğu, karbon elyafın eğilme dayanımını artırdığı belirlenmiştir.

Türkmen [6], farklı cam elyaf katman sayısına sahip kompozit malzemelerin mekanik özelliklerini incelemiştir. Çalışmada, elyaf tabaka sayısının artmasının çekme ve eğilme mukavemetini artırdığı, ancak darbe dayanımında belirli bir noktadan sonra azalma gözlemlendiği belirtilmiştir.

Özen [7], lif doğrultularının malzemenin mekanik özellikleri üzerinde etkisini gerilme-gevşeme oranları ile incelemiştir. Maksimum gevşeme 45° numunelerde gerçekleşirken minimum gevşeme 0° de olmuştur.

Elyaf yönelimi hem yapısal güvenlik hem de optimum performans açısından kritik öneme sahiptir. Kompozitlerin nihai performansı; malzeme bileşimi kadar, bu bileşenlerin nasıl konumlandırıldığına da bağlıdır. Bu nedenle mühendislik tasarımlarında fiber yönelimi dikkatle planlanmalıdır.

Bu çalışmada, el yatırması yöntemi ile üretilmiş cam ve karbon elyaf takviyeli kompozit plakaların, farklı eksenlere göre çekme ve üç nokta eğme testleri yapılarak, yönelimin mekanik özellikler üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada DowAksa AKSACA tarafından üretilen 30K A-42 karbon elyaf ve Şişecam tarafından üretilen FWR6 tek uçlu fitil ürünü E-camı elyaf kullanılmıştır. Her iki elyaf ta şerit formundadır. Kompozit matrisi olarak TEKNOMARİN ERA-4000 marka epoksi kullanılmıştır. Kalıp ayırıcı olarak Polivaks™ SIVI PVA kullanılmıştır. Kalıp olarak 25 cm x 25cm boyutlarında çelik kalıp yaptırılmıştır. Kompozit üretimi için ilk olarak kalıp üzerine sıvı PVA kalıp ayırıcı sürülmüştür. Daha öncesinden 15 gram olacak şekilde tartılan karbon ve cam elyaf şeritleri düzgün bir şekilde ve tam olarak kalıbı kaplayacak şekilde 1 kat, 2 kat ve 3 kat halinde kalıbın içerisine serilmiştir. 2 kat ve 3 kat serimlerde her kat birbiri ile 90^0'lik açı yapacak şekilde birbirlerine dik olarak yerleştirilmiştir. Karbon ve Cam elyaf ayrı ayrı ve birlikte olacak şekilde 27 farklı kompozit için deney planı oluşturulmuştur. Hazırlanan plakalar, 25×25 cm boyutlarında olup oda sıcaklığında 24 saat boyunca kürlenmeye bırakılmıştır. Kürleme sonrası her bir plaka, 0°, 45° ve 90° yönlerine göre kesilerek test numuneleri elde edilmiştir. Numuneler, yalnızca karbon elyaf, yalnızca cam elyaf ve karbon+cam elyaf kombinasyonları olmak üzere üç farklı elyaf türünde hazırlanmıştır. Çekme testleri için 15×2 cm boyutlarında, eğilme testleri için ise 8×1.5 cm boyutlarında numuneler kesilmiştir. Testler, ASTM D3039 standardına göre çekme ve ASTM D790 standardına göre üç nokta eğme test protokollerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Numuneler sabit yükleme hızına sahip bir üniversal test cihazında test edilmiştir. Deney planı Çizelge-1'de gösterilmektedir. Burada 15C ifadesi 15 gram Cam kullanıldığını, 15K ifadesi 15 gram Karbon kullanıldığını 0^0 ifadesi, eksen yönünün 0^0 olduğunu ifade etmektedir. 45^0 ifadesi ise eksen yönünün 45^0 olarak belirlenerek numune kesildiğini ifade etmektedir. İkili ve üçlü serimlerde her bir serim birbirine dik olarak

yerleştirilmiştir. Şerit formunda cam ve karbon elyaflar, 15 g, 30 g ve 45 g olmak üzere üç farklı toplam elyaf ağırlığında düzenlenmiştir. 15 g'lık numunelerde elyaflar yalnızca yatay (0°) yönelimde yerleştirilmiştir. 30 g'lık numunelerde 15 g yatay ve üzerine 15 g dikey (90°) olacak şekilde iki katmanlı yerleşim uygulanmıştır. 45 g'lık numuneler ise üç katmanlı olup, 15 g yatay, 15 g dikey ve tekrar 15 g yatay elyaf sıralamasıyla oluşturulmuştur.

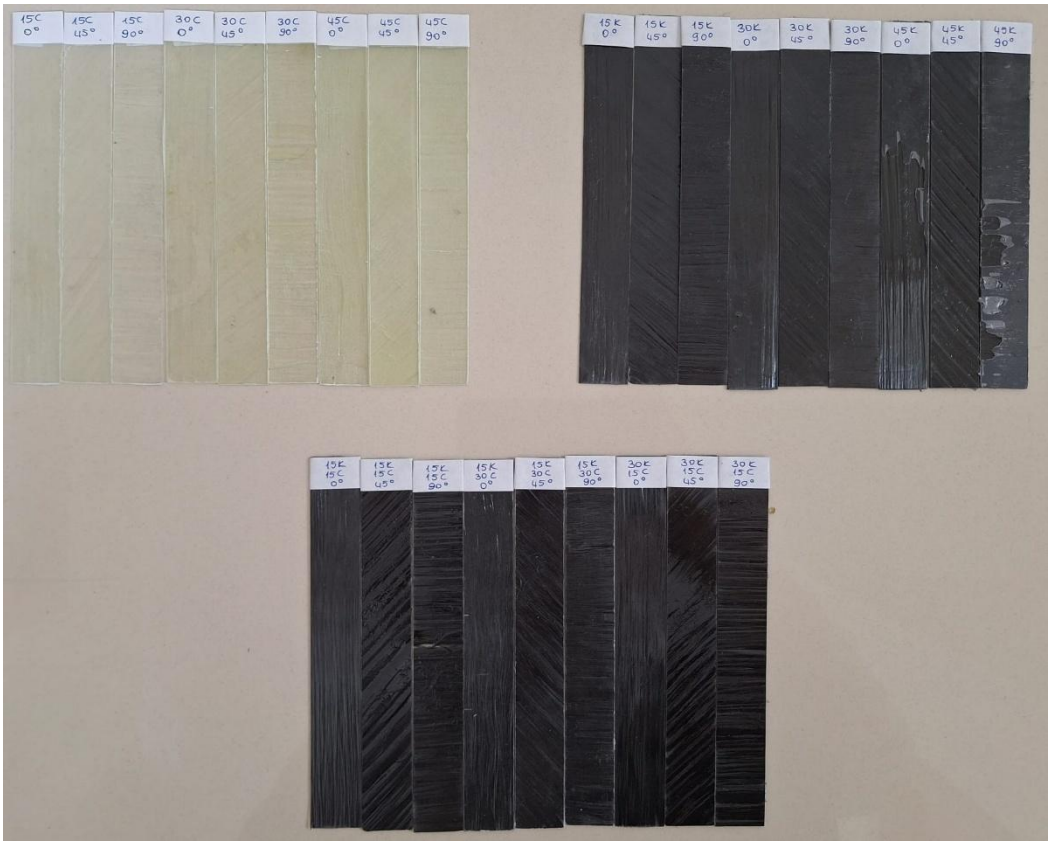
Çizelge 1. Deney Planı

Sıra No	Numune	Kesim Açısı
1	15C	0°
2	15C	45°
3	15C	90°
4	15C+15C	0°
5	15C+15C	45°
6	15C+15C	90°
7	15C+15C+15C	0°
8	15C+15C+15C	45°
9	15C+15C+15C	90°
10	15K	0°
11	15K	45°
12	15K	90°
13	15K+15K	0°
14	15K+15K	45°
15	15K+15K	90°
16	15K+15K+15K	0°
17	15K+15K+15K	45°
18	15K+15K+15K	90°
19	15K-15C	0°
20	15K-15C	45°
21	15K-15C	90°
22	15C+15K-15C	0°
23	15C+15K-15C	45°
24	15C+15K-15C	90°
25	15K-15C+15K	0°
26	15K-15C+15K	45°
27	15K-15C+15K	90°

Görsel-1'de karbon ve cam elyafların kalıba yerleştirilmeden önceki hazırlanmış hali görülmektedir. Görsel-2'de ise üretilen kompozitlerden kesilen numuneler toplu halde gösterilmektedir.



Görsel-1 Karbon ve Cam Elyafın Hazırlık Aşaması



Görsel-2 Kesilen Numuneler

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

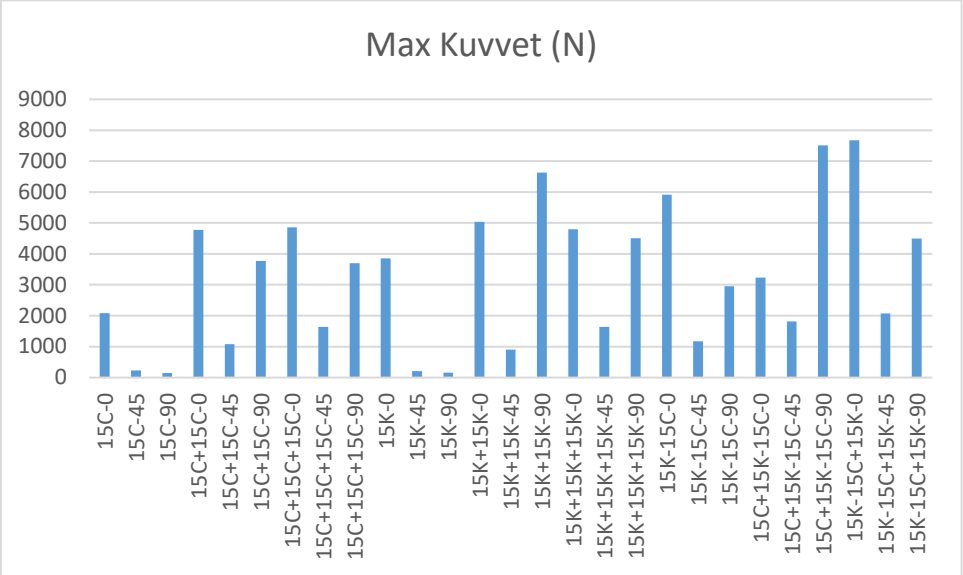
Çizelge-1'de verilen deney planına uygun olarak Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma Uygulama Merkezinde bulunan test cihazlarında ASTM D3039 standardına göre çekme ve ASTM D790 standardına göre üç nokta eğme testleri test protokollerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Çekme Mukavemeti testi sonuçları Çizelge-2'de, Üç Nokta Eğme test sonuçları Çizelge-3'te verilmektedir.

Çizelge-2 Çekme Mukavemeti Test Sonuçları

S.No	Numune	Kesim Açısı	Max Kuvvet (N)	Max Yüzde Uzama (%)	Max Uzama (mm)	Max Görsel Değişim (mm)
1	15C	0°	2083,24	5,43613	2,71806	2,71806
2	15C	45°	227,904	1,64125	0,82063	0,82063
3	15C	90°	149,361	1,34108	0,67054	0,67054
4	15C+15C	0°	4778,9	9,69617	4,84808	4,84808
5	15C+15C	45°	1074,17	28,6928	14,3464	14,3464
6	15C+15C	90°	3774,28	6,34825	3,17413	3,17413
7	15C+15C+15C	0°	4859,25	3,95121	1,9756	1,9756
8	15C+15C+15C	45°	1637,67	32,8327	16,4163	16,4163
9	15C+15C+15C	90°	3700,88	6,13921	3,0696	3,0696
10	15K	0°	3855,1	6,41121	3,2056	3,2056
11	15K	45°	213,989	2,11271	1,05635	1,05635
12	15K	90°	162,427	1,59288	0,79644	0,79644
13	15K+15K	0°	5030,65	5,00942	2,50471	2,50471
14	15K+15K	45°	899,728	29,7177	14,8589	14,8589
15	15K+15K	90°	6633,17	8,09454	4,04727	4,04727
16	15K+15K+15K	0°	4793,11	4,05458	2,02729	2,02729
17	15K+15K+15K	45°	1634,29	25,7078	12,8539	12,8539
18	15K+15K+15K	90°	4509,04	5,47604	2,73802	2,73802
19	15K-15C	0°	5915,49	4,29658	2,14829	2,14829
20	15K-15C	45°	1177,3	24,4595	12,2298	12,2298
21	15K-15C	90°	2954,47	6,20125	3,10063	3,10063
22	15C+15K-15C	0°	3236,54	4,58442	2,29221	2,29221
23	15C+15K-15C	45°	1810,64	37,2645	18,6322	18,6322
24	15C+15K-15C	90°	7510,55	6,45025	3,22513	3,22513
25	15K-15C+15K	0°	7672,49	6,31775	3,15888	3,15888
26	15K-15C+15K	45°	2071,83	27,6378	13,8189	13,8189
27	15K-15C+15K	90°	4495,62	6,68783	3,34392	3,34392

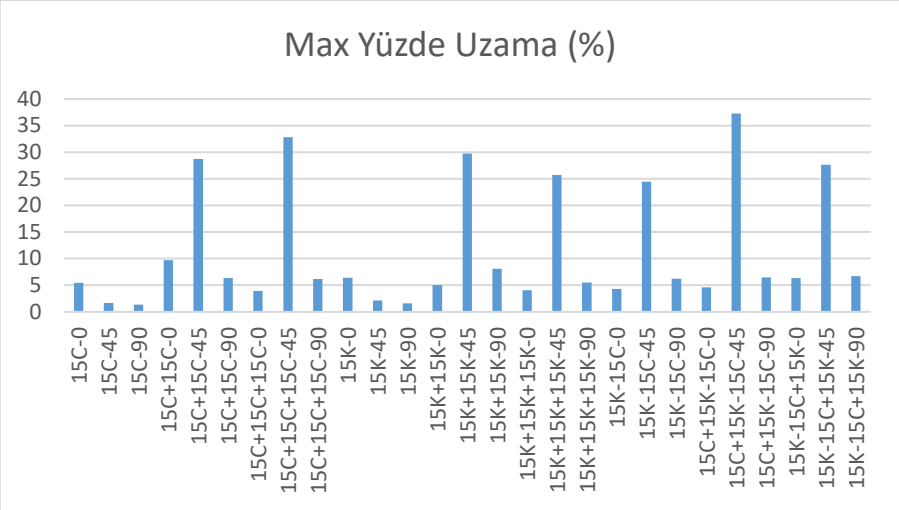
Çizelge-2'de verilen çekme mukavemeti verilerinin değerlendirilebilmesi amacıyla Maksimum Kuvvet (N) Görsel-3'te, Maksimum Yüzde uzama (%) ise Görsel-4'te grafik olarak gösterilmiştir. Görsel-3 incelendiğinde en büyük kopma kuvvetinin 15K-15C-15K-0 numunesinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Üç katlı olan ve karbon liflerinin çekme eksenine paralel olduğu bu yapıda en büyük kopma kuvveti değer elde edilmiştir. En küçük kopma kuvveti ise 15C-90 numunesinde elde edilmiştir. Tek katlı olan cam lifi içeren kompozitin çekme eksenine dik konumda konumlanması ile en düşük kopma kuvvetinin elde edilmesi beklenen bir durumdur. Görsel-3 ve Çizelge-2 birlikte incelendiğinde kat sayısı arttığında kopma kuvvetinin arttığı, karbon içerikli numunelerde cam içerikli numunelere göre daha fazla kopma kuvvetinin elde edildiği, Liflerin kompozit yapı içerisinde çekme eksenine paralel olarak yerleşmesi (0^0) sonucunda çekme kuvvetine mukavemet eden lifler arttığından kopma kuvvetinin arttığı, çekme eksenine dik olarak (90^0) yerleşmesi sonucunda ise çekmeye karşı mukavemet edecek lif azaldığından kopma kuvvetini azalttığı görülmektedir. Liflerin çekme

yönüne 45^0 açıyla yerleşmesi sonucunda ise çekme yönüne liflerin 45^0'lik bir açı ile mukavemet edebildiği için 90^0 yerleşime nispeten daha yüksek kopma kuvveti değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Üç katlı numunelerde ise bir katın çekme eksenine paralel, iki katın çekme eksenine dik olduğu numunelerde (90^0), iki katın çekme eksenine paralel, bir katın çekme eksenine dik olduğu numunelere (0^0) göre daha düşük kopma değerleri elde edilmiştir.



Görsel-3 Çekme Mukavemeti Testi Maksimum Kuvvet Grafiği

Görsel-4 incelendiğinde en büyük uzama değerinin 15C-15K-15C-45 numunesinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Pik yapan diğer numunelerde de çekme açısının 45^0 olduğu numunelerdir. Açının 45^0 olması halinde çekme esnasında liflerin paralel hale gelmesi için bir miktar uzama meydana gelirken henüz kopma gerçekleşmediğinden kopma uzaması değeri artmaktadır. Bu yüzden numunelerin 45^0 çekme açısı ile çekildiğinde kopma uzaması değerleri yüksek çıkmıştır. Çekme açısının 0^0 olması halinde tek katlı numuneler için lifler çekme eksenine paralel olduğundan dayanım göstermektedir. Cam ve karbon elyafın çekme uzaması değerleri düşük olduğu için kopma gerçekleştiğinde düşük bir çekme uzaması değeri elde edilmiştir. Çekme açısının 90^0 olması halinde tek katlı numunelerde çekme ekseninde lif dayanımı olmadığından doğrudan matriksten kopma gerçekleştiğinden en düşük uzama değeri elde edilmiştir. İki katlı numunelerde ise 45^0 çekme açısında her iki yöndeki liflerin çekme eksenine paralel hale gelebilmesi için uzama meydana geldiğinden en yüksek uzama bu açıda oluşmuştur. 0^0 ve 90^0 lik çekme yönünde ise her iki yönde bir elyaf grubu çekmeye mukavemet ettiğinden 45^0 çekme açısından daha düşük uzama değerleri elde edilmiştir.

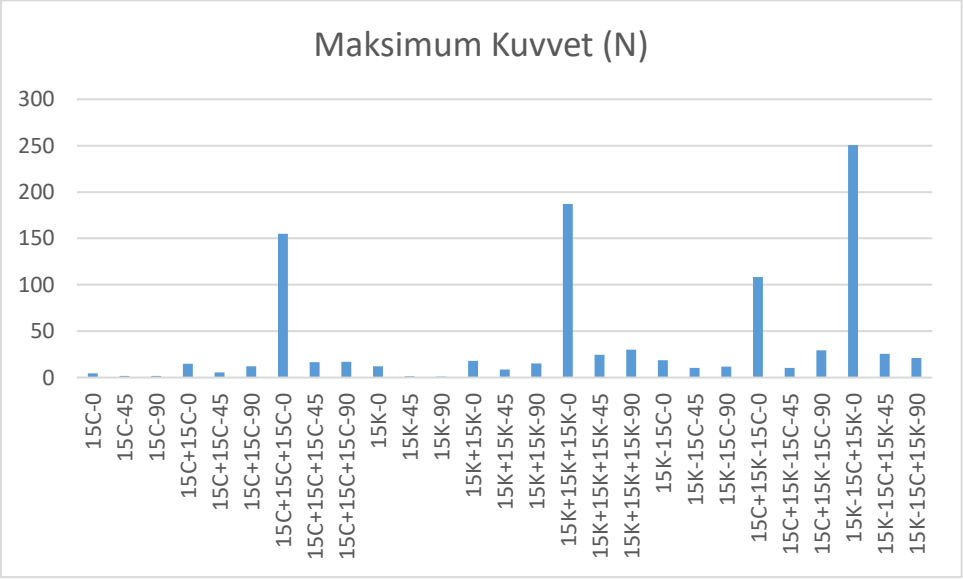


Görsel-4 Çekme Mukavemeti Testi Maksimum Yüzde Uzama Grafiği

Çizelge-3 Üç Nokta Eğme Test Sonuçları

S.No	Numune	Kesim Açısı	Max Kuvvet (N)	Max Yüzde Uzama (%)
1	15C	0°	4,5379	1,54963
2	15C	45°	1,62919	0,96901
3	15C	90°	1,73251	1,19303
4	15C+15C	0°	14,7104	2,21723
5	15C+15C	45°	5,67436	3,04092
6	15C+15C	90°	12,056	2,62583
7	15C+15C+15C	0°	155,083	3,27378
8	15C+15C+15C	45°	16,427	2,94694
9	15C+15C+15C	90°	17,1105	2,56835
10	15K	0°	12,1594	1,48713
11	15K	45°	1,36693	1,35768
12	15K	90°	1,00136	1,39394
13	15K+15K	0°	17,8814	2,81577
14	15K+15K	45°	8,52744	3,35724
15	15K+15K	90°	15,1873	2,05116
16	15K+15K+15K	0°	186,96	1,33462
17	15K+15K+15K	45°	24,6763	2,8549
18	15K+15K+15K	90°	30,009	4,12873
19	15K-15C	0°	18,7556	2,14296
20	15K-15C	45°	10,403	2,1356
21	15K-15C	90°	11,8335	2,57671
22	15C+15K-15C	0°	108,536	2,10169
23	15C+15K-15C	45°	10,4427	3,21492
24	15C+15K-15C	90°	29,4129	3,87727
25	15K-15C+15K	0°	250,745	1,52378
26	15K-15C+15K	45°	25,4154	3,14305
27	15K-15C+15K	90°	21,1716	2,7447

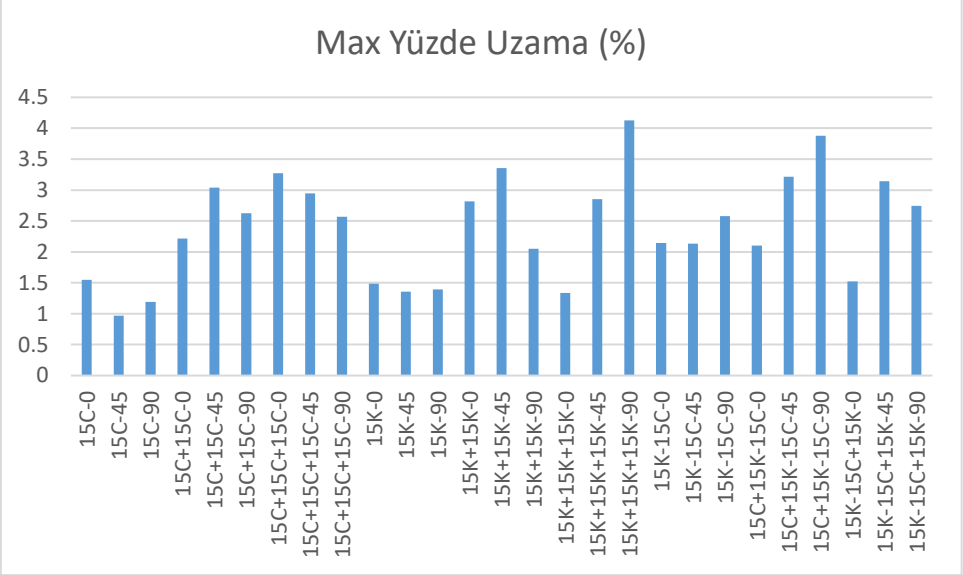
Çizelge-3'de verilen üç nokta eğme mukavemeti verilerinin değerlendirilebilmesi amacıyla Maksimum Kuvvet (N) Görsel-5'te, Maksimum Yüzde uzama (%) ise Görsel-6'da grafik olarak gösterilmiştir. Görsel-5 incelendiğinde en büyük eğme kuvvetinin 15K-15C-15K-0 numunesinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Üç katlı olan ve iki kat karbon liflerinin eğme eksenine dik olduğu bu yapıda en büyük eğme kuvveti değer elde edilmiştir. En küçük eğme kuvveti ise 15K-90 numunesinde elde edilmiştir. Tek katlı olan karbon lifi içeren kompozitin eğme eksenine paralel konumda konumlanması ile en düşük kopma kuvvetinin elde edilmiştir. Kat sayısı arttığında eğme kuvvetinin arttığı, karbon içerikli numunelerde cam içerikli numunelere göre daha fazla eğme kuvvetinin elde edildiği, Liflerin kompozit yapı içerisinde eğme eksenine dik olarak yerleşmesi (0^0) sonucunda eğme kuvvetine mukavemet eden lifler arttığından eğme kuvvetinin arttığı, eğme eksenine paralel olarak (90^0) yerleşmesi sonucunda ise eğmeye karşı mukavemet edecek lif azaldığından eğme kuvvetini azalttığı görülmektedir. Liflerin çekme yönüne 45^0 açıyla yerleşmesi sonucunda ise liflerin eğme yönüne 45^0'lik bir açı ile mukavemet edebildiği için 90^0 yerleşime nispeten daha yüksek eğme kuvveti değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Üç katlı numunelerde ise bir katın çekme eksenine paralel, iki katın eğme eksenine dik olduğu numunelerde (90^0), iki katın çekme eksenine paralel, bir katın eğme eksenine paralel olduğu numunelere (0^0) göre daha düşük eğme değerleri elde edilmiştir.



Görsel-5 Üç Nokta Eğme Testi Maksimum Kuvvet Grafiği

Görsel-6 incelendiğinde en büyük eğme uzaması değerinin 15K-15K-15K-90 numunesinde gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Pik yapan diğer numunelerde de çekme açısının 45^0 ve 90^0 olduğu numunelerdir. Açının 45^0 ve 90^0 olması halinde eğme esnasında liflerin eğme eksenine paralel olmamasından dolayı kırılma meydana gelene kadar bir miktar uzama meydana gelirken henüz kopma gerçeklemediği için yüzde uzaması değeri artmaktadır. Eğme açısının 0^0 olması halinde tek katlı numuneler için lifler çekme eksenine paralel olduğundan dayanım göstermektedir. Bu yüzden kırılma gerçekleşene kadar uzama miktarı artmaktadır. İki katlı numunelerde ise 45^0 çekme açısında her iki yöndeki liflerin eğme eksenine paralel hale gelebilmesi için uzama meydana geldiğinden en yüksek uzama bu açıda oluşmuştur. 0^0 ve 90^0

lik çekme yönünde ise her iki yönde bir elyaf grubu çekmeye mukavemet ettiğinden 45^0 çekme açısından daha düşük uzama değerleri elde edilmiştir.



Görsel-6 Üç Nokta Eğme Testi Maksimum Yüzde Uzama Grafiği

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmada, lif destekli kompozit yapılarda lif oryantasyonunun önemini inceleyebilmek için şerit formundaki cam ve karbon filament liflerin tek başına ve bir arada kullanılarak 1 kat, 2 kat ve 3 kat olacak şekilde epoksi matriks ile el yatırması yöntemi kullanılarak metal kalıp üzerinde kompozit yapılar üretilmiştir. Takviye lifleri yapıya 0^0 ve/veya 90^0 açılarda yerleştirilmiştir. Farklı eksenlerden gelen yüklere karşı kompozitin dayanımın inceleyebilmek için elde edilen kompozit yapılara çekme testi ve üç nokta eğme testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

1- En büyük kopma kuvveti değerleri üç kat olarak üretilen ve karbon lifinin katman olarak daha fazla olduğu numunelerden elde edilmiştir. Liflerin çekme eksenin dik olması kopma kuvvetini azaltmıştır. Liflerin 45^0 ile yerleştiği durumlarda liflerin çekme yönüne doğru paralel hale gelmesi ile çekme açısının 0^0 olduğu durumlara göre daha az, 90^0 olduğu numunelere göre daha fazla kopma kuvveti elde edilmiştir.

2- Uzama (%) değerleri incelendiğinde kopma anına kadar uzamanın maksimum olduğu numuneler 45^0 açı ile kesilen numunelerde elde edilmiştir. Çekme esnasında liflerin paralel hale gelmesi için bir miktar uzama meydana gelirken henüz kopma gerçekleşmediğinden kopma uzaması değeri artmaktadır. Çekme açısının 90^0 olması halinde tek katlı numunelerde çekme ekseninde lif dayanımı olmadığından doğrudan matriksten kopma gerçekleştiğinden en düşük uzama değeri elde edilmiştir.

3- Üç nokta eğme mukavemeti incelendiğinde en büyük kopma kuvveti değerleri üç katlı olan ve karbon lifi katmanlarının eğme eksenine dik olduğu (0^0) yapılarda elde edilmiştir. yapıda en büyük eğme kuvveti değer elde edilmiştir. Kat sayısı arttığında eğme kuvvetinin arttığı, karbon içerikli numunelerde cam içerikli numunelere göre daha fazla eğme kuvvetinin elde edildiği görülmüştür.

4- En büyük eğme uzaması değerleri açının 45° ve 90° olması halinde meydana gelmiştir. Eğme esnasında liflerin eğme eksenine paralel olmamasından dolayı kırılma meydana gelene kadar bir miktar uzama meydana gelirken henüz kopma gerçeklemediği için yüzde uzaması değeri artmaktadır.

Çalışma sıonucunda, kompozitlerin mekanik özelliklerinin takviye elyafının kompozit içerisindeki durumu ile doğrudan ilgili olduğu anlaşılmaktadır. Liflerin kendi mekanik özelliklerinin kompozit mekanik özelliklerine etkisinin olduğu değerlendirilmekle birlikte kompozitin maruz kalabileceği yüklerin yönü dikkate alınarak kompozit yapı içerisinde yer alan takviye liflerin bu yön dikkate alınarak kompozit üretimi yapılmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

[1] Srebrenkoska, V., Risteska, S., & Samakoski, B. (2015). Mechanical Properties of Filament Wound Pipes: Effects of Winding Angles. Quality of Life, 6(1-2), 10–15.

[2] Tüzemen, M. Ç. (2023). Cam ve Karbon Elyaflar ile Oluşturulan Karma Kompozitlerin Çekme Dayanımlarının Analitik ve Nümerik Araştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(2), 503-511. https://doi.org/10.35414/akufemubid.1202306

[3] Çiğdem, E., & Perçin, O. (2022). Karbon fiber ve cam fiber ile güçlendirilmiş ısıl işlem uygulanmış lamine kaplama kerestelerin (lvl) bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 38(2), 653-664. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.984248

[4] Esendemir, Ü., & Varol, R. (2017). CAM ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİT MALZEMELERİN EĞİLME YORULMA DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 1(23), 27-39.

[5] Aktaş, K. (2022). Tabakalı cam/karbon elyaf takviyeli kompozit yüzlü sandviç kirişlerin eğilme davranışının incelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

[6] Türkmen, İ., & Köksal, N. S. (2012). Cam Elyaf Takviyeli Polyester Matrisli Kompozit Malzemelerde (Ctp) Elyaf Tabaka Sayısına Bağlı Mekanik Özelliklerin Ve Darbe Dayanımının İncelenmesi, Celal Bayar University Journal of Science, 8(2), 17-30.

[7] Özen, M. (2017). E-Cam/Epoksi Kompozitlerde Lif Doğrultularının Gerilme Gevşeme Davranışı Üzerindeki Etkisi, Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi, 29(1), 219-224

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

DETERMINATION OF OVERLAP CONCENTRATION OF AQUEOUS SOLUTION OF POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) POLYMER

Zehra ÇELİK[1], Doç. Dr. Özgür MASALCI[1]

[1]Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, celikzehra1121@gmail.com- Orcid Id: 0009-0002-9058-0100

[1]Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, ozgur.masalci@ege.edu.tr- Orcid Id: 0000-0003-3436-7284

A polymer is a substance or material composed of very large molecules or macromolecules made up of many repeating subunits. Due to their wide range of properties, both synthetic and natural polymers are integral to everyday life, with applications in fields such as textiles, electronics, automotive industry, healthcare, construction materials, food and beverage industry, and the production of sports equipment.

To investigate the structures of polymers, they must first be brought into solution form. Polymers dissolve slowly and in two distinct stages. In the first stage, solvent molecules diffuse into the polymer coil. In the second stage, the coil gradually expands, and the system transitions into a true solution. Polymer solutions exhibit three distinct behaviors: 1) In dilute solutions, polymer molecules are unaware of each other and exist separately, dispersed throughout the solvent. 2) In semi-dilute solutions, polymer chains come closer together and begin to interact. The critical concentration at which polymer chains begin to overlap is referred to as the overlap concentration (c*). 3) In concentrated or saturated solutions, there is almost no solvent left, and the system resembles a polymer melt. This represents the maximum concentration at which a polymer can exist in solution.

In aqueous polymer solutions, the overlap concentration (c*) is particularly important. It defines the point at which polymer chains begin to interpenetrate and form a network-like structure. Below the overlap concentration, polymers behave as isolated coils; above it, they entangle and exhibit cooperative behavior. Therefore, determining the overlap concentration is essential for understanding polymer solution behavior. In this project, the overlap concentrations (c*) of polyethylene glycol (PEG) polymer solutions with different molecular weights determined. To achieve this, specific viscosity (η_{sp}) values measured. Specific viscosity reflects the influence of polymer concentration on the viscosity of the solution.

The project has been awarded application support under the TÜBİTAK 2209-A University Student Research Projects Support Program 2023 2nd term, ID no: 1919B012318251. We thank to TÜBİTAK 2209-A University Student Research Projects Support Program.

Key Words: Viscosity, polymer, PEG

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

BİR ÖĞRENCİNİN HAFTALIK YEMEK MASRAFLARININ TAM SAYILI PROGRAMLAMA İLE OPTİMİZE EDİLMESİ ÖRNEĞİ

Lisans Üstü Öğrenci, FATMA NUR KUTBAY [1], Dr. Öğretim Üyesi, TUĞRUL BAYRAKTAR [2]

1 Karabük Üniversitesi, fnkutbay@icloud.com-0009-0005-4740-3979

2 Karabük Üniversitesi, tugrulbayraktar@karabuk.edu.tr-0000-0001-5620-5804

ÖZET

Bu çalışmada, kısıtlı bütçeye sahip bir üniversite öğrencisinin haftalık yemek planını minimum maliyetle oluşturması hedeflenmiştir. Öğrenci, haftanın her günü yalnızca bir öğün yemek yiyecek; bu öğün dışarıdan alınabileceği gibi evde de hazırlanabilir. Dışarıdan alınabilecek beş yemek seçeneği bulunmaktadır: makarna, tavuklu pilav, köfte, sebze yemeği ve balık. Planlama sürecinde şu kısıtlar dikkate alınmıştır: Aynı yemek iki gün üst üste yenmemeli, haftada en az iki kez sebze yemeği tüketilmeli ve en fazla beş gün dışarıdan yemek alınmalıdır. Bu kısıtlar altında, toplam maliyeti en aza indiren yemek planı, tam sayılı doğrusal programlama yöntemiyle modellenmiştir. Sonuç olarak, öğrencinin dengeli, çeşitli ve ekonomik bir yemek planına ulaşması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tam Sayılı Doğrusal Programlama, Yöneylem Araştırması, Bütçe Planlaması, Python ile optimizasyon

GİRİŞ

Üniversite öğrencileri için en önemli harcama kalemlerinden biri yemek giderleridir. Özellikle sınırlı bütçeye sahip öğrencilerin bu harcamaları verimli şekilde planlaması, hem ekonomik hem de sağlık açısından büyük önem taşımaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2023). Bu çalışmada, bir üniversite öğrencisinin haftalık yemek planını oluştururken çeşitli kısıtlar altında toplam yemek maliyetini minimize etmesi hedeflenmiştir. Öğrencinin dışarıdan alabileceği yemek seçenekleri sınırlıdır ve bazı günlerde evde yemek yemeyi tercih edebilir. Ayrıca sağlık ve çeşitlilik açısından bazı seçim kuralları da dikkate alınmalıdır. Bu problemi çözmek amacıyla tam sayılı doğrusal programlama modeli kullanılmıştır (Taha, 2017).

UYGULAMA

Bu çalışmada, haftalık yemek planlaması problemi matematiksel olarak modellenmiş ve çözülmüştür. Modelde 7 gün boyunca yalnızca bir öğün yemek seçilmektedir. Dışarıdan alınabilecek yemekler şunlardır: makarna, tavuklu pilav, köfte, sebze yemeği ve balık (Yemeksepeti, tarih yok). Evde yemek seçeneği de vardır ve maliyeti sıfırdır. Modelde kullanılan karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve kısıtlar aşağıdaki gibidir:

- Amaç Fonksiyonu:

Öğrencinin toplam yemek harcaması minimize edilmelidir:

Minimize $Z=\sum_{j=1}^{7}\sum_{i=0}^{5} c_i * x_{ij}$

c_i: i numaralı yemeğin bir öğünlük maliyetini (TL cinsinden) gösteren sabit katsayıdır.

x_{ij}=1 ise, öğrenci haftanın j. gününde i. yemeği yemiştir.

Dolayısıyla c_i*x_{ij} o gün seçilen yemeğin maliyetini ifade eder. Toplam maliyeti bulmak için tüm günleri ve yemekleri toplarız.

C_0=0, C_1=185, C_2=150, C_3=130, C_4=120, C_5=260

- Karar Değişkenleri:

$X_{i,j}$: Eğer j. gün, i. yemek seçildiyse 1, aksi takdirde 0'dır.

i=0, Öğrencinin evde yemek yemesi(maliyeti yoktur.)

i=1, Öğrencinin makarna yemesi (185TL)

i=2, Öğrencinin tavuklu pilav yemesi(150TL)

i=3, Öğrencinin köfte yemesi(130TL)

i=4, Öğrencinin sebze yemeği yemesi(120TL)

i=5, Öğrencinin balık yemesi(260TL)

j=1,2,3,..,7: Haftanın günleri(1=Pazartesi, 7=pazar)

- Kısıtlar:

Her gün yalnızca bir yemek seçilmeli:

$\sum_{i=0}^{5} xij = 1$ Her j=1,2,..,7 için.

Haftanın her günü için sadece bir öğün yemek seçilebilir. Bu toplam, haftanın j. gününde seçilen tüm yemeklerin toplamını ifade eder. Toplamın sadece 1 olması ise o gün sadece 1 tane yemek seçildiği anlamına gelir. Yani Pazartesi'den Pazar'a kadar her gün öğrenci ya evde yemek yiyecek (i=0) ya da dışarıdan bir yemek tercih edecek (i=1'den 5'e kadar). Gün içinde iki farklı yemek seçilmesi mümkün değildir.

Aynı yemek art arda iki gün yenmemeli:

$X_{ij}+x_{i,j+1}<=1$ Her i=1,2,..,5; J=1,2,..,6 için.

Dışarıdan seçilen yemekler (i=1'den 5'e kadar) aynı türde ise, bu yemekler ardışık günlerde tekrar edilmemelidir. Örneğin, Pazartesi makarna yeniyorsa, Salı da makarna seçilemez. Bu kural, çeşitlilik ve dengeli beslenme için konmuştur. Evde yemek (i=0) için bu kısıt uygulanmaz çünkü ev yemeği maliyetsiz ve çeşitlilikten bağımsızdır.

Haftada en az 2 gün sebze yemeği tüketilmeli (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015) (i = 4):

$$\sum_{j=1}^{7} x4y >= 2$$

Öğrencinin sağlıklı beslenmesi için haftalık yemek planında en az iki gün sebze yemeği (i=4) bulunmalıdır. Bu kısıt, sebze yemeğinin haftalık tüketim miktarını garanti altına alır.

Haftada en fazla 5 gün dışarıdan yemek yenebilir (i = 1–5):

$$\sum_{j=1}^{7}\sum_{i=1}^{5} x_{ij} \leq 5$$

Bütçe kontrolü açısından öğrenci haftada maksimum 5 gün dışarıdan yemek alabilir. Haftanın j. gününde dışarıdan yenilen yemeklerin toplamını ifade eder. Haftada en fazla 5 gün dışarıdan yemek yenebilir. Geri kalan günlerde evde yemek yemesi gerekmektedir (i=0).

İkili değişkenler:

$X_{ij}\in \{0,1\}$ her i=0,1..,5; j=1,2..,7 için.

Her karar değişkeni X_{ij}, sadece 0 ya da 1 değerini alabilir. Yani bir yemek seçilmişse 1, seçilmemişse 0 olur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, bir üniversite öğrencisinin haftalık yemek harcamalarını en aza indirmek amacıyla tam sayılı doğrusal programlama modeli kurulmuş ve Anaconda Jupyter Notebook ortamında çözülmüştür. Modelde maliyet, sağlık ve çeşitlilik kriterleri dikkate alınmış; her gün yalnızca bir öğün seçilmesi, aynı yemeğin üst üste yenmemesi, haftada en az iki gün sebze yemeği tüketilmesi ve en fazla beş gün dışarıdan yemek yenmesi gibi kısıtlar uygulanmıştır.

Modelin çözüm durumu "optimal" olarak bulunmuş ve haftalık toplam yemek maliyeti 240 TL olarak belirlenmiştir. Elde edilen çözüme göre öğrenci yalnızca Pazartesi ve Pazar günleri dışarıdan sebze yemeği yemiş; diğer beş günü evde yemek yiyerek geçirmiştir. Bu sonuç, hem ekonomik hem de dengeli bir beslenme planı sunduğunu göstermektedir. Model farklı tercihlerle uyarlanabilir ve ileride besin değerleri (kalori, protein gibi) eklenerek daha detaylı planlamalar yapılabilir. Bu yönüyle model, öğrencilerin kısıtlı bütçelerine uygun, sürdürülebilir

beslenme stratejileri geliştirmelerine katkı sağlamaktadır.

Kaynakça

(tarih yok). Yemeksepeti. adresinden alındı

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2015). *Türkiye Beslenme Rehberi 2015 (TÜBER).* Ankara. https://okulsagligi.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_01/27102535_tyrkiye_beslenme_rehberi.pdf adresinden alındı

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023). *Sağlıklı Beslenme Rehberi.* Resmi Yayın. https://hsgm.saglik.gov.tr adresinden alındı

Taha, H. A. (2017). *Yöneylem Araştırmasına Giriş* (9. Baskı (Türkçe çeviri baskısı) b.). Ankara: Nobel Yayıncılık.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

Aniégré, Jatobá Ve Kosipo Odunlarında Renk Değiştirme Amaçlı Pancar Bitkisinin Kaynatılması İle Elde Edilen Boyar Maddenin Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

Doç. Dr. Göksel ULAY[1], Prof. Dr. Hüseyin PEKER[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,
[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye
peker100@artvin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7771-6993
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, doğal bir boyar madde kaynağı olan pancar bitkisinden elde edilen çözelti kullanılarak jatobá (*hymenaea courbaril*), kosipo (*Entandrophragma candollei*) ve aniégré (*Aningeria altissima*) ağaç türlerinin yüzeylerinde renk değişimi incelenmiştir. Her bir ağaç türüne, pancar çözeltisi uygulanmadan önce ve sonra yapılan renk ölçümleri ile *L**, *a**, *b**, *C** ve h^o parametreleri değerlendirilmiştir. Uygulama sonucunda, tüm ağaç türlerinde *L** değerlerinde azalma gözlenmiş; bu da yüzeylerin daha koyu bir görünüme kavuştuğunu ortaya koymuştur. *a** değerlerinde genel bir artış gözlenerek kırmızı tonlarının yoğunlaştığı tespit edilmiştir. *b** ve *C** değerleri ağaç türüne göre farklılık gösterirken, h^o değerlerinde ise genel bir azalma eğilimi görülmüş; bu durum renk tonunun kırmızıya kaydığını göstermiştir. Elde edilen bulgular, pancar çözeltisinin ahşap yüzeylerde hem renk tonu hem de renk doygunluğu açısından etkili olduğunu ve kimyasal mordan kullanılmadan da doğal renklendirmenin mümkün olduğunu ortaya koymaktadır.
Anahtar kelimeler: Aniégré, jatobá, kosipo doğal boyar madde, pancar, ahşap yüzeyi, renk ölçümü.

A Study on the Use of Dye Extracted from Boiled Beetroot for Color Modification of Aniégré, Jatobá, and Kosipo Wood

Abstract

In this study, color changes on the surfaces of jatobá (*Hymenaea courbaril*), kosipo (*Entandrophragma candollei*), and aniégré (*Aningeria altissima*) wood species were investigated using a solution obtained from beetroot, a natural dye source. Color measurements were conducted before and after the application of the beetroot solution on each wood type, and *L**, *a**, *b**, *C**, and h^o parameters were evaluated. As a result of the application, a decrease in *L** values was observed in all wood species, indicating that the surfaces became darker. A general increase in *a** values showed an intensification of red tones. While *b** and *C** values varied depending on the wood species, a general decreasing trend was observed in h^o values, suggesting a shift in hue toward red tones. The findings reveal that beetroot solution effectively alters both the hue and chroma of wood surfaces, and that natural coloration can be achieved without the use of chemical mordants.
Keywords: Aniégré, jatobá, kosipo, natural dye, beetroot, wood surface, color measurement

1. Giriş

Ahşap, nem ve güneş ışığına bağlı kuruluk gibi çeşitli dış etkenlere maruz kaldığında, estetik ve kalitesinde büyük zarar görebilmektedir. Güneşin ultraviyole ışınları, ahşabın doğal görünümünü kaybetmesine ve gri bir ton almasına neden olmaktadır. Bunun nedeni, güneşin ahşabın ligninini bozmasıdır. Bu süreçte, yağmur lignini ortadan kaldırarak ahşapta çatlaklar oluşturur ve nemin etkisini artırmaktadır. Su ve nem doğrudan ahşaba saldırmasa da, mantar ve böceklerin gelişimi için uygun koşulları sağlamaktadır (Ocampo ve ark., 2014).
Doğal boyalar, doğadan elde edilmekte olup sürdürülebilir ve fonksiyonel boyama etkileri sağlamada en iyi seçeneklerden biri olarak kabul edilmektedir (Singh ve ark., 2021; Melka ve ark., 2025).
Meyve ve sebze açısından zengin bir diyetin sağlık üzerindeki iyi belgelenmiş faydaları, "fonksiyonel gıdalar" olarak adlandırılan besinlere ve bunların sağlık ve hastalık üzerindeki uygulamalarına yönelik artan bir ilgiye yol açmıştır. Son yıllarda, bir kök sebze olan *Beta vulgaris* rubra, yani kırmızı pancar, sağlık destekleyici bir fonksiyonel gıda olarak büyük ilgi görmüştür. Bilimsel ilgi, pancara yönelik olarak son birkaç on yılda hız kazanmış olsa da, onun doğal bir ilaç olarak kullanımına ilişkin raporlar Roma dönemine kadar uzanmaktadır (Ninfali ve Angelino, 2013; Clifford ve ark., 2015).
Kırmızı pancar (*Beta vulgaris* L.), *Chenopodiaceae* familyasına aittir ve kökeni Asya ile Avrupa'ya dayanmaktadır. *Chenopodiaceae* familyası yaklaşık 105 cinse ayrılmış 1400 tür içermekte olup çift çenekli bitkiler sınıfına aittir (Chawla ve ark., 2016; Chhikara ve ark., 2019). Pancar, çiçekli, gerçek bir iki yıllık bitki olup nadiren çok yıllık da olabilmektedir. Sarıdan kırmızıya kadar değişen kök rengiyle çeşitli alt türleri bulunmaktadır (Gokhale ve Lele, 2014; Chhikara ve ark., 2019).
Pancar, ilkbaharın başlarında kalın ve etli kökleri için yetiştirilen iki yıllık bir bitkidir. Bu familyanın üyeleri çift çenekli bitkilerdendir. Yumrulu kök yapısına sahip, dik büyüyen yıllık otsu bir bitkidir. Antioksidan özelliği bakımından en güçlü on sebze arasında yer almaktadır. Sadece mineral, besin ve vitamin bakımından zengin olmasıyla değil, aynı zamanda birçok tıbbi özelliğe sahip benzersiz bitkisel bileşenler içermesiyle de mükemmel bir besin takviyesi oluşturmaktadır. Bu bitkinin çeşitli kısımları tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır; antioksidan, antidepresan, antimikrobiyal, antifungal, anti-inflamatuar, idrar söktürücü, balgam söktürücü ve gaz giderici özelliklere sahiptir. Aynı zamanda, yüksek miktarda nitrat ve şeker içeriği sayesinde sporcuların enerjisini artıran doğal besinlerden biridir (Chawla ve ark., 2016; Kale ve ark., 2018).
Pancar, yalnızca besin maddeleri, mineraller, B vitamini kompleksi ve folik asit açısından zengin olmasıyla değil, aynı zamanda çok sayıda biyolojik olarak aktif bileşik içermesiyle de mükemmel bir besin takviyesi olarak kabul edilir. Pancarın çeşitli kısımları; karaciğer koruyucu, antiviral, antiinflamatuar, antimikrobiyal, antitrombotik, ağrı kesici, antioksidan, migren karşıtı, tansiyon düşürücü, kan şekeri düzenleyici, anti-progestojenik, antialerjik, tümör önleyici özellikler göstermekte ve nörodejenerasyon ile karaciğer hasarını önlemeye yardımcı olmaktadır (Pandita ve ark., 2020).
Pancar, karotenoidler, nitratlar, çinko, flavonoidler, sodyum, potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, bakır, demir, manganez gibi mineraller ve suya çözünebilen betalainler (betasiyaninler – kırmızı-mor renk, betaksantinler – sarı-turuncu renk) gibi pigmentler içeren bir kök sebzesidir ve bunların tümü pek çok besinsel ve sağlık faydasına sahiptir (Panghal ve ark., 2017; Chhikara ve ark., 2019).
Bu çalışmada, aniégré, jatobá ve kosipo odunlarında renk değiştirme amacıyla, pancar (*Beta vulgaris* L.) bitkisinin kaynatılmasıyla elde edilen doğal boyar maddenin kullanımı araştırılmıştır. Bu çalışma, ahşap malzemelerde kimyasal boyar maddelere alternatif olarak doğal, çevre dostu ve sürdürülebilir boyama yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamak

amacıyla yapılmıştır. Günümüzde, doğal kaynaklardan elde edilen boyar maddelerin kullanımı, hem çevresel etkilerin azaltılması hem de insan sağlığına zarar vermeyen ürünlerin üretilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, kimyasal mordan gibi zararlı kimyasalların kullanılmadan da ahşap yüzeylerde etkili renk değişimi sağlanabileceği gösterilmek istenmiştir. Bu bağlamda, pancar bitkisinden elde edilen boyar maddenin renk parametrelerine etkisi incelenmiş ve renk değişiminin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, jatobá (*hymenaea courbaril*), kosipo (*Entandrophragma candollei*) ve aniégré (*Aningeria altissima*) odunları kullanılmıştır. Odun örnekleri 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde iklimlendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir (ISO 554, 1976).
Deney örneklerine, pancar (*Beta vulgaris* L.) bitkisinden elde edilen doğal boyar madde uygulanmıştır. Bu amaçla, 10 gram ince kıyılmış pancar, 100 mL saf su içerisinde 20 dakika süreyle kaynatılarak ekstrakt hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti, fırça yardımıyla ahşap yüzeylerine tek kat olarak uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası yüzeylerdeki renk değişimleri, CS-10 cihazı kullanılarak ölçülmüş ve ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre değerlendirilmiştir. ΔC^*, kroma kısmı veya doygunluk farkını, ΔH^* ise ton farkını veya gölge değişimini ifade etmektedir (Lange, 1999). Toplam renk farkları aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{Pancar bitkisinden elde edilen çözelti uygulanmış}} - a^*_{\text{kontrol}}) \quad (2)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{Pancar bitkisinden elde edilen çözelti uygulanmış}} - L^*_{\text{kontrol}}) \quad (3)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{Pancar bitkisinden elde edilen çözelti uygulanmış}} - C^*_{\text{kontrol}}) \quad (6)$$

$$h^o = \arctan(b^*/a^*) \quad (7)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{Pancar bitkisinden elde edilen çözelti uygulanmış}} - b^*_{\text{kontrol}}) \quad (8)$$

Çizelge 1'de ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* için bilgiler (Lange, 1999) ve Jirouš ve Ljuljka, (1999)'ya göre renk değişim aralığı hakkında önemli bilgiler gösterilmiştir.

Çizelge 1. Renk parametreleri ile ilgili önemli bilgiler

ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* (Lange, 1999)	**Parametre**	**Pozitif durumda**		**Negatif durumda**
	Δb^*	Referansa göre daha sarı		Referansa göre daha mavi
	Δa^*	Referansa göre daha kırmızı		Referansa göre daha yeşil
	ΔC^*	Referansa göre, daha net ve daha parlak		Mat, referansa göre daha bulanık
	ΔL^*	Referansa göre daha açık		Referansa göre daha koyu
Jirouš ve Ljuljka, (1999) renk aralığı	**ΔE^* aralığı**	**Renk değişim tahmini**	**ΔE^* aralığı**	**Renk değişim tahmini**
	< 0.20	Anlaşılamaz	3.00 - 6.00	Çok belirgin
	0.20 - 0.50	Çok hafif	6.00 - 12.00	Yoğun
	0.50 - 1.50	Hafif	> 12.00	Çok yoğun
	1.50 - 3.00	Belirgin		

Bir istatistik programı ile % değişim oranları, varyans analizleri, ortalamalar, standart sapma, en düşük ve en yüksek ölçümlere ait veriler ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de sunulmaktadır. *a**, *C** ve *b** değerlerinde hem ağaç türü hem uygulama, hem de bu ikisi arasındaki etkileşim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. h^o ve *L** değerine bakıldığında ise, hem ağaç türünün hem de uygulamada anlamlı sonuçlar elde edilirken, etkileşim anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

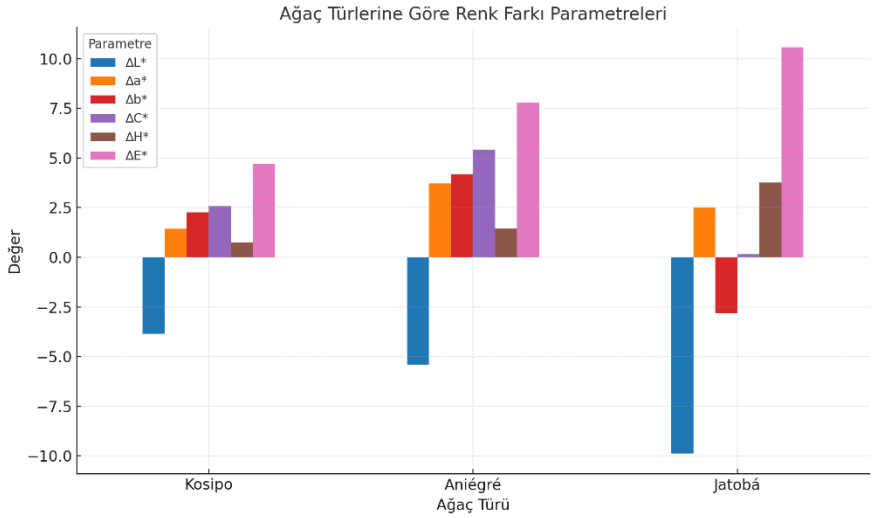
Test	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	p≤0.05 (*: Anlamlı)
L*	**Ağaç Türü (A)**	2	2638.759	1319.380	139.368	0.000*
	Uygulama (B)	1	215.435	215.435	22.757	0.000*
	Etkileşim (AB)	1	6.154	6.154	0.650	0.424
	Hata	55	520.677	9.467		
	Toplam	60	159321.211			
	Düzeltilmiş Toplam	59	5241.846			
a*	**Ağaç Türü (A)**	2	935.781	467.890	544.844	0.000*
	Uygulama (B)	1	66.178	66.178	77.062	0.000*
	Etkileşim (AB)	1	13.145	13.145	15.306	0.000*
	Hata	55	47.232	0.859		
	Toplam	60	9498.607			
	Düzeltilmiş Toplam	59	1666.540			
b*	**Ağaç Türü (A)**	2	577.941	288.970	278.328	0.000*
	Uygulama (B)	1	104.717	104.717	100.861	0.000*
	Etkileşim (AB)	1	9.274	9.274	8.932	0.004*
	Hata	55	57.103	1.038		
	Toplam	60	20326.068			
	Düzeltilmiş Toplam	59	644.482			
C*	**Ağaç Türü (A)**	2	286.799	143.400	338.610	0.000*
	Uygulama (B)	1	159.720	159.720	377.148	0.000*
	Etkileşim (AB)	1	20.207	20.207	47.714	0.000*
	Hata	55	23.292	0.423		
	Toplam	60	29885.343			
	Düzeltilmiş Toplam	59	571.018			
***h*^{o}**	**Ağaç Türü (A)**	2	7713.888	3856.944	442.758	0.000*
	Uygulama (B)	1	85.322	85.322	9.795	0.003*
	Etkileşim (AB)	1	14.042	14.042	1.612	0.210
	Hata	55	479.115	8.711		
	Toplam	60	218329.156			
	Düzeltilmiş Toplam	59	11905.787			

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 3'de ve sonuçlara ait grafik Şekil 1'de verilmiştir. Bütün ağaç türleri için Δ*L** değerleri negatif (referansa göre daha koyu) olarak belirlenmiştir. Ayrıca bütün odun türlerinde Δ*a** ve Δ*C** değerleri (sırası ile referansa göre daha kırmızı ve referansa göre, daha net ve daha parlak) pozitif olarak elde edilmiştir. Δ*E** değerleri aniégré için 7.80, jatobá için 10.57 ve kosipo için 4.70 olarak bulunmuştur. Δ*b** değerleri ise aniégré ve kosipo odunları için pozitif (referansa göre daha sarı) olarak tespit edilirken, jatobá odunu için negatif (referansa göre daha mavi) olarak belirlenmiştir. Δ*H** değerleri aniégré için 1.45, jatobá için 3.77 ve kosipo için 0.75 olarak elde edilmiştir. Renk değiştirme kriterleri (Jirouš ve Ljuljka, 1999) açısından incelendiğinde aniégré ve jatobá odunları için "yoğun (6.00

- 12.00)" ve kosipo odunları için "çok belirgin (3.00 - 6.00)" şeklinde elde edildikleri görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Ağaç Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk değişim kriteri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)
Kosipo	-3.86	1.43	2.27	2.58	0.75	4.70	Çok belirgin (3.00 - 6.00)
Aniégré	-5.43	3.72	4.20	5.42	1.45	7.80	Yoğun (6.00 - 12.00)
Jatobá	-9.87	2.50	-2.83	0.16	3.77	10.57	



Şekil 1. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçların grafiksel gösterimi

*L** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Uygulanan boyama işleminin ahşap yüzeylerindeki açıklık-koyuluk değişimini değerlendirmek amacıyla *L** renk parametresi analiz edilmiştir. *L** değeri, yüzeyin açıklığını ifade etmekte olup yüksek *L** değeri açık tonları, düşük *L** değeri ise koyu tonları temsil eder. Elde edilen sonuçlara göre tüm ağaç türlerinde boyama işlemi sonrasında *L** değerlerinde azalma meydana gelmiştir. En belirgin renk değişimi jatobá türünde gözlemlenmiş olup, *L** değerinde %22.65 oranında azalma tespit edilmiştir. Aniégré ve kosipo ağaç türlerinde ise sırasıyla %8.83 ve %6.84 oranlarında *L** düşüşü gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. *L** parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Aniégré	**Yok**	61.52	↓8.83	A*	0.11	61.41	61.73	0.17
	Var	56.09		B	0.51	55.03	56.52	0.90
Jatobá	**Yok**	43.62	↓22.65	D	0.49	42.90	44.28	1.13
	Var	33.74		E**	1.27	31.86	35.28	3.78
Kosipo	**Yok**	56.47	↓6.84	B	1.05	54.92	57.73	1.87
	Var	52.61		C	0.67	51.35	53.61	1.28
Homojenlik grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç								

*a** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 5'de sunulmuştur. Çalışmada, boyama işleminin ahşap yüzeylerindeki kırmızılık-yeşillik dengesini gösteren *a** parametresi üzerinden de değerlendirme yapılmıştır. *a** değeri pozitif yönlü arttıkça yüzey kırmızıya yaklaşmakta,

negatif değerlere yöneldiğinde ise yeşil tonları baskın hale gelmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, pancar çözeltisinin uygulanması tüm ağaç türlerinde *a** değerlerinde artışa neden olmuştur. En yüksek *a** değişimi aniégré türünde gözlemlenmiş olup, uygulama sonrası değer %47.39 oranında artarak 7.85'ten 11.57'ye yükselmiştir. Jatobá ve kosipo türlerinde ise sırasıyla %14.65 ve %25.59 oranlarında artış kaydedilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *a** parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Aniégré	Yok	7.85	↑47.39	D	0.20	7.56	8.17	2.53
	Var	11.57		C	0.48	11.19	12.64	4.14
Jatobá	Yok	17.06	↑14.65	B	0.44	16.62	17.85	2.60
	Var	19.56		A*	1.06	18.20	21.18	5.44
Kosipo	Yok	5.55	↑25.59	F**	0.29	5.13	5.87	5.21
	Var	6.97		E	0.30	6.48	7.37	4.28
Homojenlik grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç								

*b** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 6'da gösterilmiştir. Çalışmada, renk değişiminin sarı-mavi eksenindeki etkilerini değerlendirmek üzere *b** parametresi analiz edilmiştir. *b** değeri pozitif yönlü arttıkça yüzey sarı tonlarına yaklaşmakta, negatif değerlere yöneldiğinde ise mavi tonlar baskın hale gelmektedir. Elde edilen bulgulara göre, pancar çözeltisi uygulaması farklı ağaç türlerinde *b** değerlerini farklı şekillerde etkilemiştir. Aniégré ve kosipo türlerinde boyama sonrası *b** değerleri sırasıyla %21.30 ve %13.88 oranında artış göstererek sarı tonlarının belirginleştiği görülmüştür. Bu artış, boyar maddenin bu ağaç türlerinde sarımsı bir renk etkisi oluşturduğunu göstermektedir. Ancak jatobá türünde *b** değeri %17.21 oranında azalarak 16.44'ten 13.61'e düşmüş; bu da uygulamanın bu türde daha nötr ya da mavimsi tonlara kaymasına neden olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. *b** parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Aniégré	Yok	19.72	↑21.30	B	0.27	19.33	20.08	1.35
	Var	23.92		A*	0.38	23.53	24.79	1.59
Jatobá	Yok	16.44	↓17.21	D	0.35	16.04	16.94	2.11
	Var	13.61		E**	1.09	11.64	14.74	7.98
Kosipo	Yok	16.36	↑13.88	D	0.25	16.05	16.72	1.52
	Var	18.63		C	0.57	18.05	19.49	3.08
Homojenlik grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç								

*C** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. *C** değeri, yüzeyin renk doygunluğunu yani rengin ne kadar yoğun ve canlı algılandığını gösteren önemli bir parametredir. Yapılan analizler sonucunda, pancar çözeltisi uygulamasının üç farklı ağaç türünde de *C** değerlerini artırdığı gözlemlenmiştir. En yüksek artış aniégré türünde gerçekleşmiş; uygulama öncesi 21.23 olan *C** değeri %25.48 artarak 26.64'e yükselmiştir. Kosipo türünde ise %14.84 oranında bir artış ile 17.32'den 19.89'a yükselme kaydedilmiştir. Jatobá türünde artış daha sınırlı kalmış, yalnızca %0.63'lük bir değişim ile 23.70'ten 23.85'e ulaşmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. *C** parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	Uygulama	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
Aniégré	Yok	21.23		C	0.31	20.75	21.59	1.46

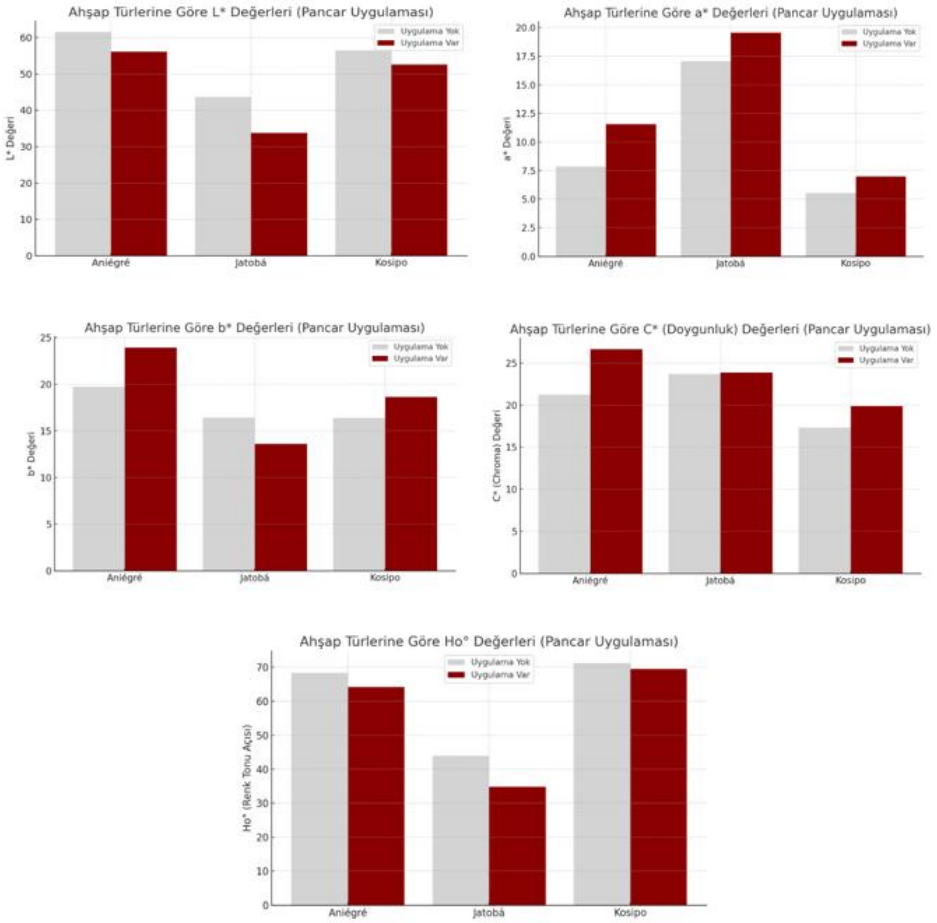
	Var	26.64	↑25.48	A*	0.52	26.14	27.82	1.94
Jatobá	**Yok**	23.70	↑0.63	B	0.25	23.31	24.17	1.06
	Var	23.85		B	1.30	21.61	25.39	5.44
Kosipo	**Yok**	17.32	↑14.84	E**	0.27	17.03	17.90	1.56
	Var	19.89		D	0.62	19.18	20.81	3.14
Homojenlik grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç								

h^o parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 8'de gösterilmiştir. h^o değeri, bir rengin tonunu belirleyen ve renk uzayında hangi bölgeye ait olduğunu gösteren bir parametredir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, pancar çözeltisi uygulaması tüm ağaç türlerinde h^o değerlerinde azalmaya yol açmıştır. En belirgin azalma jatobá türünde gözlemlenmiş olup, h^o değeri %20.82 oranında düşerek 43.94'ten 34.79'a gerilemiştir. Aniégré türünde %6.02'lik bir düşüşle 68.30'dan 64.19'a, kosipo'da ise %2.44'lük bir düşüşle 71.22'den 69.48'e düşmüştür (Çizelge 8).

Çizelge 8. h^o parametresine ait ölçüm sonuçları

Ağaç Türü	**Uygulama**	**Orta-lama**	**Değişim (%)**	**Homojenlik Grubu**	**Standart Sapma**	**Mini-mum**	**Maksi-mum**	**Varyasyon Katsayısı**
Aniégré	**Yok**	68.30	↓6.02	C	0.34	67.76	68.74	0.49
	Var	64.19		D	0.59	62.98	64.69	0.92
Jatobá	**Yok**	43.94	↓20.82	E	1.21	42.29	45.55	2.76
	Var	34.79		F**	1.88	32.60	37.31	5.41
Kosipo	**Yok**	71.22	↓2.44	A*	1.01	70.08	72.49	1.42
	Var	69.48		B	0.48	68.67	70.23	0.69
Homojenlik grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç								

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 2'de sunulmaktadır.



Şekil 2. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi

4. Sonuçlar ve Öneriler

Yapılan çalışma sonucunda, doğal pancar çözeltisinin farklı ağaç türlerine uygulanması ile yüzey renklerinde belirgin değişiklikler meydana geldiği gözlemlenmiştir. Sonuçlar, pancar gibi doğal kaynaklı boyar maddelerin yalnızca çevresel açıdan sürdürülebilir bir alternatif sunmakla kalmayıp, aynı zamanda estetik açıdan da yüzeylerde etkili bir renk değişimi sağladığını göstermektedir. Özellikle kimyasal mordant kullanılmadan da renklenme elde edilebilmesi, bu yöntemi çevreci ve ekonomik açıdan cazip hale getirmektedir.
Öneri olarak, bu yöntemin endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğini artırmak için farklı uygulama tekniklerinin (fırçalama, daldırma, vakum gibi) karşılaştırmalı analizleri yapılmalı; ayrıca renk haslığı, UV dayanımı ve yaşlanma testleri gibi performans kriterleriyle desteklenmelidir. Bunun yanı sıra farklı doğal boyar kaynaklarının benzer ağaç türleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi, sürdürülebilir yüzey işlemleri konusunda literatüre katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
Chawla, H., Parle, M., Sharma, K., and Yadav, M., (2016). Beetroot: A Health Promoting Functional Food. Nutraceuticals, 1: 0976-3872.

Chawla, H., Parle, M., Sharma, K., and Yadav, M., (2016). Beetroot: A health promoting functional food. Inventi Rapid: Nutraceuticals, 1(1): 0976-3872.
Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., and Panghal, A. (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review, Food Chemistry, 272: 192-200. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.08.022.
Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., and Panghal, A., (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. Food Chemistry, 272: 192-200. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2018.08.022.
Clifford, T., Howatson, G., West, D.J., and Stevenson, E.J., (2015). The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease, Nutrients, 7(4): 2801-2822. DOI: 10.3390/nu7042801.
Gokhale, S.V., and Lele, S.S., (2014). Betalain content and antioxidant activity of Beta vulgaris: Effect of hot air convective drying and storage, Journal of Food Processing and Preservation, 38(1): 585–590. DOI: 10.1111/jfpp.12006.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.
Kale, R.G., Sawate, A.R., Kshirsagar, R.B., Patil, B.M., and Mane, R., (2018). Studies on evaluation of physical and chemical composition of beetroot (*Beta vulgaris* L.), International Journal of Chemical Studies, 6(2): 2977-2979.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Melka, D., Singh, A., Saini, M., and Sheikh, J., (2025). Dyeing of wool using conical prickles of *Bombax Ceiba* bark for imparting antioxidant and UV protection activities, Progress in Color, Colorants and Coatings, 18(3): 375-381. DOI: 10.30509/pccc.2025.167473.1364.
Ninfali, P., and Angelino, D., (2013). Nutritional and functional potential of *Beta vulgaris* cicla and *rubra*, Fitoterapia, 89, 188-199. DOI: 10.1016/j.fitote.2013.06.004.
Ocampo, D., Aguirre, E.D., Osorio, A., and Rios, L.A., (2014). Lacas y selladores para madera a partir de resinas alquílicas obtenidas de aceites de higuerilla, palma y usados de fritura, Información Tecnológica, 25(2): 157-164. DOI: 10.4067/S0718-07642014000200018.
Pandita, D., Pandita, A., Pamuru, R.R., and Nayik, G.A., (2020). Beetroot. In: Nayik, G.A., Gull, A. (eds) Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-15-7470-2_3.
Panghal, A., VirKAr, K., KumAr, V., Dhull, S. B., Gat, Y., and Chhikara, N. (2017). Development of probiotic beetroot drink. Current Research in Nutrition and Food Science Journal, 5(3). DOI: 10.12944/CRNFSJ.5.3.10.
Singh, M., Vajpayee, M., and Ledwani, L., (2021). Eco-friendly surface modification of natural fibres to improve dye uptake using natural dyes and application of natural dyes in fabric finishing: A review, Materials Today: Proceedings, 43: 2868-2871. DOI: 10.1016/j. matpr.2021.01.078.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

Farklı Yüzey Koruyucularının Gombé (*Didelotia africana*) Odununa Uygulanması

Doç. Dr. Göksel ULAY[1], Prof. Dr. Hüseyin PEKER[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816,
[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye
peker100@artvin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7771-6993
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, gombé (*Didelotia africana*) odunu üzerine uygulanan farklı yüzey koruyucuların renk özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneysel çalışmada dört farklı yüzey koruyucu (mat koruyucu, yarı mat koruyucu, tik yağı ve vişne ağacı reçinesi) kullanılmış ve renk parametreleri CIELab* sistemine göre değerlendirilmiştir. Vernik uygulamaları sonucunda, kontrol grubuna göre *L** değerinde genel bir azalma gözlemlenmiş, en yüksek azalma %22.95 ile tik yağı uygulamasında gerçekleşmiştir. *a** ve *b** değerlerinde ise tüm uygulamalarda artış kaydedilmiş olup, özellikle tik yağı uygulaması *a** değerinde %120.16'lık belirgin bir artış göstermiştir. *C** değerleri de tüm koruyucu türlerinde yükselmiş, en yüksek artış yine tik yağı ile %34.55 oranında olmuştur. *h*° değeri ise tüm örneklerde azalma eğilimi göstermiştir. Δ*E** değerleri mat koruyucu için 8.80, tik yağı için 9.12, vişne ağacı reçinesi için 11.38 ve yarı mat koruyucu için 16.37 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, yüzey koruyucularının gombé odununun renk görünümünü anlamlı şekilde değiştirdiğini ortaya koymakta olup, özellikle tik yağı uygulamasının en yoğun renk değişimini sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Gombé, renk, mat ve yarı mat koruyucu, tik yağı, vişne ağacı reçinesi

Application of Different Surface Protectors on Gombé (*Didelotia africana*) Wood

Abstract

In this study, the effects of different surface protectors on the color properties of gombé (*Didelotia africana*) wood were investigated. Four types of surface protectors (matte varnish, semi-matte varnish, teak oil, and cherry tree resin) were used in the experimental work, and the color parameters were evaluated according to the CIELab* system. As a result of the varnish applications, a general decrease in the *L** value was observed compared to the control group, with the highest decrease recorded in the teak oil application at 22.95%. In contrast, *a** and *b** values increased in all applications, with teak oil showing a significant rise in the *a** value by 120.16%. The *C** values also increased across all surface protectors, with the highest increase again observed in teak oil at 34.55%. The *h*° values showed a decreasing trend in all samples. The Δ*E** values were determined as 8.80 for matte varnish, 9.12 for teak oil, 11.38 for cherry tree resin, and 16.37 for semi-matte varnish. The findings indicate that surface protectors significantly alter the color appearance of gombé wood, with teak oil causing the most pronounced color change.

Keywords: Gombé, color, matte and semi-matte protective coating, teak oil, cherry tree resin

1. Giriş

Ahşap, farklı iç mekân tasarımı temalarında yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Ahşap yüzeyin görünümünü iyileştirmek için, yüzey işlemlerinin son adımı olan bitirme (finishing) işlemi uygulanmalıdır. Temelde, bitirme işlemi yalnızca ahşap yüzeye estetik özellikler kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda mobilyayı zararlılardan ve iklim değişikliklerinden de korumaktadır. Bu teknolojik gelişmeler, bir yandan da insanların farklı yüzey bitirme teknikleri arasından seçim yapmalarına olanak tanımaktadır (Kerdiati, 2021).
Tüm ilgili yapısal detaylarla birlikte tasarlanan ahşap cepheler, dış cephe kaplamalarının hem estetik kalitesini hem de uzun ömürlülüğünü belirlemektedir. Yapısal detayların, doğru ahşap türü seçiminin ve uygun yüzey işleminin bir araya gelmesi, dayanıklı bir ahşap yapı elde etmenin anahtarıdır (Scheiding ve ark., 2016; Ebner ve ark., 2019).
Ahşap ve ahşap ürünleri, bina inşaat sektöründe kirişler, tavanlar, dolaplar, döşemeler ve iç kaplamalar gibi farklı formlarda yer almaktadır. Ahşap ve ahşap ürünleri su, ısı, mikroorganizmalar, ultraviyole ışınları ve aşındırıcı kimyasallar gibi abiyotik veya biyotik etkenlere maruz kaldığında bozulma eğilimindedir; bu da nihayetinde bina kullanıcıları için güvenlik eksikliğine ve ekonomik kayıplara yol açabilir. Ahşap ürünlerin hizmet ömrü, büyük ölçüde ahşabın doğal dayanıklılığına, tasarımına ve koruma sistemine bağlıdır. Ahşap uygun şekilde işlendiğinde uzun ömürlü olabilir; bu durum, tarihi yapılar, işlevsel ve sanatsal objeler, müzik aletleri ve diğer ahşap ürünler üzerinde açıkça görülmektedir (Khademibami ve Bobadilha, 2022).
Tarihte kayıt altına alınmış dönemlerden bu yana, ahşap yüzeylerin ömrünü uzatmak amacıyla kimyasallar yüzeye fırça ile uygulanmaktadır. Beklendiği üzere, fırçalama işlemi mantar veya böcek saldırılarına karşı ince bir yüzey bariyeri sağlar. Kimyasal madde, kapiler etki yoluyla ahşap yüzeyine nüfuz eder ve bu nüfuz derinliği, ahşap türüne ve kullanılan kimyasal çözücüye bağlıdır. Fırçalama işlemi genellikle ahşap yüzeyine kimyasalın dökülmesi, birkaç saniye bekletilmesi ve ardından fazlalığın fırçayla temizlenmesi şeklinde uygulanır. Bu tür işlemler, özellikle düzenli olarak tekrarlandığında, ahşabın toprak üstünde kaldığı durumlarda sınırlı da olsa koruma sağlayabilir. Ancak doğrudan toprak temasında etkisi oldukça düşüktür (Newbill ve Morrell, 1990; Morrell, 2018).
Tüm avantajlarına rağmen, koruyucu işlemler iyi tasarımın yerini tutamaz; ahşap ve ahşap ürünlerinin sürekli olarak üstün performans göstermesi için iyi bir tasarım hâlâ gereklidir. Mimarlara ve tasarımcılara, yapılar içinde ahşabın ömrünü uzatmak için uygun koruyucu maddeler ve kaplamalarla birlikte etkili bir şekilde kullanılabilecek çok sayıda tasarım bilgisi sunulmaktadır (Scheffer ve Verrall, 1973; Tayelor, 1974; Dolenko ve ark., 1981).
Bu çalışma, doğal görünümlü, dayanıklı ve estetik açıdan zengin ahşap yüzeylerin elde edilmesi amacıyla yapılmıştır. Gombé (*Didelotia africana*) gibi tropik kökenli ve ticari değeri yüksek bir odun türünün renk özelliklerinin, farklı yüzey koruyucu uygulamaları ile nasıl değiştiğinin belirlenmesi; hem mobilya hem de iç-dış mekân uygulamaları açısından büyük önem taşımaktadır. Yüzey koruyucuların ahşap renk değerleri üzerindeki etkisini bilimsel olarak ortaya koymak, kullanıcıların, üreticilerin ve tasarımcıların malzeme seçimi konusunda daha bilinçli kararlar almasına olanak sağlayacaktır. Ayrıca bu tür çalışmalar, yerli ve ithal ağaç türlerinin daha verimli kullanılmasına ve koruyucu kimyasalların etkilerinin standartlaştırılmasına katkı sunarak ahşap endüstrisinde sürdürülebilirlik, estetik kalite ve malzeme performansı arasında denge kurulmasına yardımcı olur. Bu bağlamda çalışma, hem akademik literatüre katkı sağlamayı hem de uygulayıcılar için pratik yönlendirmeler sunmayı amaçlamaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, gombé (*Didelotia africana*) odunu kullanılmıştır. Deney örnekleri, belirlenen yüzey işlemlerine tabi tutulmadan önce görsel olarak kusursuz (çatlak, budak vb. içermeyen) malzemeler arasından seçilmiştir. Odun örnekleri 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde iklimlendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

Deneysel tasarım aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:
Kontrol grubu: Herhangi bir uygulama yapılmamış örneklerden oluşmaktadır.
Vişne ağacı reçinesine ait koruyucu sıvı: Vişne ağacı reçinesi sıcak suda kaynatılarak elde edilmiş ve fırça yardımıyla ahşap yüzeylere tek kat olarak uygulanmıştır. Uygulamanın ardından örnekler, oda koşullarında 24 saat süreyle kurutulmuştur.
Mat ahşap verniği: Alkid esaslı ve şeffaf yapıdadır. 24 saat arayla iki kat olarak uygulanmış, tek katta 1 litre ile 10–28 m² alan kaplanmıştır.
Yarı mat ahşap verniği: Alkid esaslı ve şeffaftır. 24 saat arayla iki kat uygulanmış, tek katta 1 litre ile 12–18 m² alan kaplanmıştır.
Tik yağı: Tek bileşenli, şeffaf ve sentetik reçine esaslıdır. Tek katta 1 litre ile 16–88 m² alan kaplanmıştır.
Vernikleme işlemleri, ASTM D3023-98 (2017) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama öncesi ve sonralarına ait yüzeyler üzerinde yapılan renk değişimleri CS-10 cihazında (ASTM D 2244-3, 2007) belirlenmiştir**.** ΔC^*: kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^*: ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$
$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş}}) - (a^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (2)$$
$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş}}) - (L^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (3)$$
$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş}}) - (C^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (6)$$
$$h^o = \arctan(b^*/a^*) \quad (7)$$
$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş}}) - (b^*_{\text{işlem görmemiş}}) \quad (8)$$

Çizelge 1'de Δa^*, ΔL^*, Δb^* ve ΔC^* için bilgiler (Lange, 1999) ve Jirouš ve Ljuljka, (1999)'ya göre renk değişim aralığı hakkında önemli bilgiler verilmiştir.

Çizelge 1. Renk parametreleri ile ilgili önemli bilgiler

ΔL^*, Δa^*, Δb^* ve ΔC^* (Lange, 1999)	**Parametre**	**Pozitif durumda**		**Negatif durumda**
	Δb^*	Referansa göre daha sarı		Referansa göre daha mavi
	Δa^*	Referansa göre daha kırmızı		Referansa göre daha yeşil
	ΔC^*	Referansa göre, daha net ve daha parlak		Mat, referansa göre daha bulanık
	ΔL^*	Referansa göre daha açık		Referansa göre daha koyu
Jirouš ve Ljuljka, (1999) renk aralığı	**ΔE^* aralığı**	**Renk değişim tahmini**	**ΔE^* aralığı**	**Renk değişim tahmini**
	< 0.20	Anlaşılamaz	3.00 - 6.00	Çok belirgin
	0.20 - 0.50	Çok hafif	6.00 - 12.00	Yoğun
	0.50 - 1.50	Hafif	> 12.00	Çok yoğun
	1.50 - 3.00	Belirgin		

Bir istatistik programı ile standart sapma, en düşük ve en yüksek ölçümlere ait veriler, varyans analizleri, ortalamalar, % değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bütün renk parametrelerinde vernik türü anlamlı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Renk parametrelerine ait çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	p≤0.05 (*: Anlamlı)
Vernik Türü	*L**	895.214	4	223.804	1129.664	0.000*
	*a**	564.177	4	141.044	2113.268	0.000*
	*b**	50.543	4	12.636	185.650	0.000*
	*C**	278.684	4	69.671	1307.167	0.000*
	*h*º	1950.024	4	487.506	1056.876	0.000*
Hata	*L**	8.915	45	0.198		
	*a**	3.003	45	0.067		
	*b**	3.063	45	0.068		
	*C**	2.398	45	0.053		
	*h*º	20.757	45	0.461		
Toplam	*L**	115301.054	50			
	*a**	10999.793	50			
	*b**	19243.970	50			
	*C**	30250.968	50			
	*h*º	148611.148	50			
Düzeltilmiş Toplam	*L**	904.129	49			
	*a**	567.180	49			
	*b**	53.606	49			
	*C**	281.083	49			
	*h*º	1970.781	49			

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 1'de ve renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 3'de sunulmaktadır.

*L** değeri, yüzeyin açıklık ya da koyuluk düzeyini gösterir. Gombé odununun kontrol (verniksiz) örneğinde bu değer 54.64 olarak ölçülmüştür. Vernik uygulamaları sonucunda tüm örneklerde *L** değeri azalmıştır. En belirgin koyulaşma, *L** değeri 42.10'a düşen ve %22.95 oranında azalma gösteren tik yağı uygulamasında gözlenmiştir. Bunu sırasıyla vişne ağacı reçinesi (%17.83), mat koruyucu (%11.05) ve yarı mat koruyucu (%10.45) takip etmiştir (Çizelge 3).

*a** parametresi, rengin kırmızılık veya yeşillik eğilimini yansıtır; değer arttıkça kırmızılık yoğunlaşır. Kontrol örneğinde bu değer 8.73 iken, vernik uygulamalarıyla birlikte ciddi artışlar gözlemlenmiştir. En fazla artış tik yağı uygulamasında gerçekleşmiş, *a** değeri 19.22'ye ulaşarak %120.16 oranında bir kırmızılık artışı sağlamıştır. Yarı mat koruyucu ve mat koruyucu da sırasıyla %75.03 ve %70.22 oranında artışla benzer şekilde kırmızılığı artırmış, ancak tik yağı kadar kuvvetli olmamıştır. Vişne ağacı reçinesi ise %61.97'lik artışla yüzeye daha yumuşak bir kırmızı ton katmıştır (Çizelge 3).

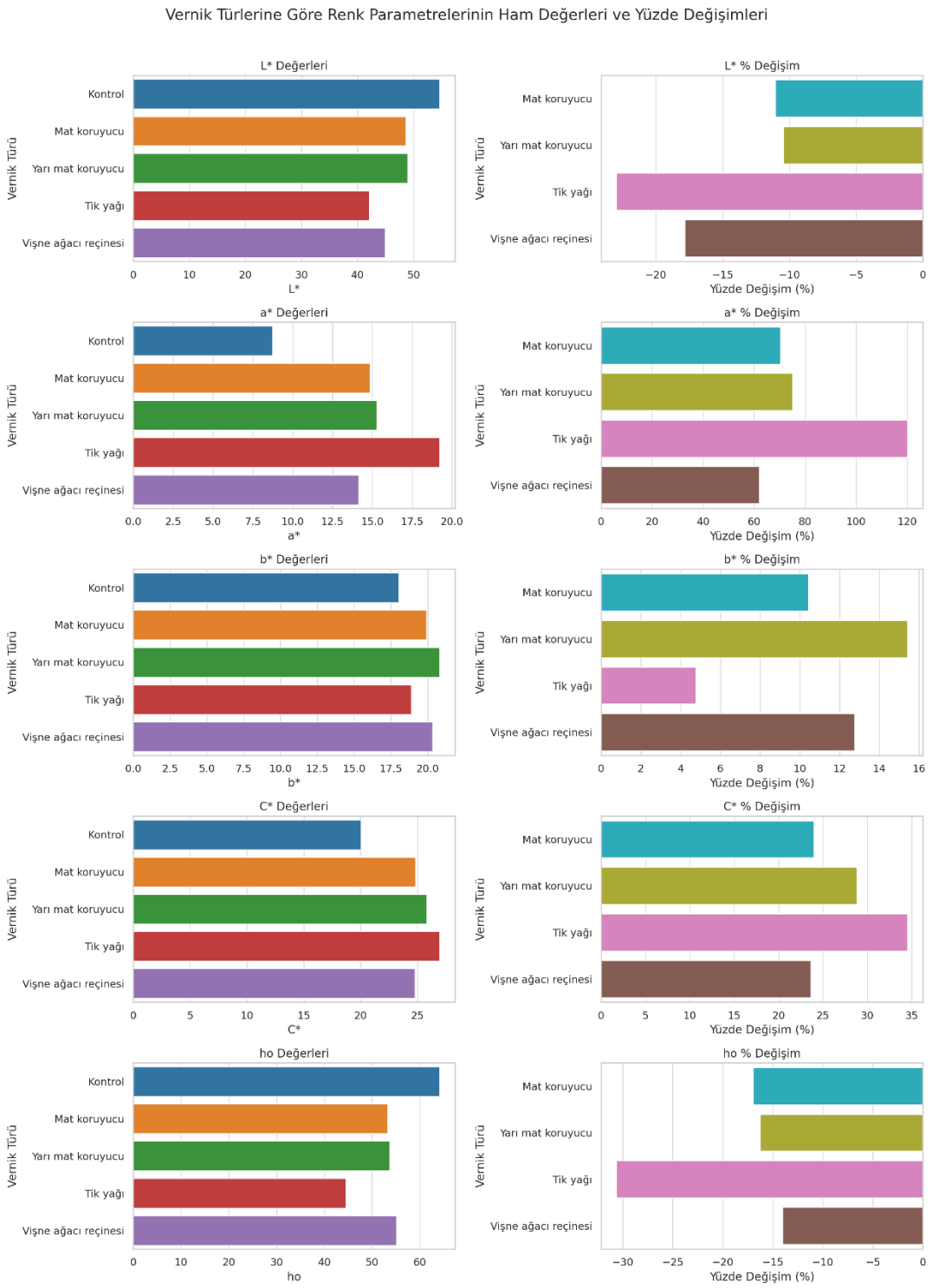
*b** değeri, rengin sarılık ya da mavilik yönünde ne kadar kaydığını gösterir. Kontrol örneğinde 18.03 olan *b** değeri, vernik uygulamaları sonrası tüm örneklerde artış göstermiştir. En fazla sarılık artışı yarı mat koruyucu ile elde edilmiş (%15.42), *b** değeri 20.81'e ulaşmıştır. Vişne ağacı reçinesi (%12.76) ve mat koruyucu (%10.43) da belirgin oranlarda sarılık katmıştır. Buna karşın tik yağı, diğer parametrelerde çok etkili olmasına rağmen *b** değerinde en az artışı (%4.77) sağlamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Vernik Türü	Mini-mum	Maksi-mum	Orta-lama	Değişim (%)	Homo-jenlik Grubu	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
L*	**Kontrol (uygulama yok)**	54.03	55.72	54.64	-	A*	0.61	1.12
	Mat koruyucu	48.15	48.96	48.60	↓11.05	B	0.30	0.61
	Yarı mat koruyucu	48.70	49.18	48.93	↓10.45	B	0.16	0.33
	Tik yağı	41.83	42.82	42.10	↓22.95	D**	0.28	0.66
	Vişne ağacı reçinesi	43.78	45.67	44.90	↓17.83	C	0.65	1.45
a*	**Kontrol (uygulama yok)**	8.52	8.97	8.73	-	E**	0.14	1.66
	Mat koruyucu	14.65	15.04	14.86	↑70.22	C	0.16	1.09
	Yarı mat koruyucu	14.82	15.60	15.28	↑75.03	B	0.24	1.55
	Tik yağı	18.71	19.81	19.22	↑120.16	A*	0.34	1.78
	Vişne ağacı reçinesi	13.63	14.69	14.14	↑61.97	D	0.34	2.38
b*	**Kontrol (uygulama yok)**	17.57	18.42	18.03	-	E**	0.33	1.80
	Mat koruyucu	19.49	20.44	19.91	↑10.43	C	0.25	1.28
	Yarı mat koruyucu	20.62	21.23	20.81	↑15.42	A*	0.17	0.80
	Tik yağı	18.75	19.01	18.89	↑4.77	D	0.09	0.50
	Vişne ağacı reçinesi	19.68	20.88	20.33	↑12.76	B	0.36	1.79
C*	**Kontrol (uygulama yok)**	19.61	20.40	20.03	-	D**	0.27	1.35
	Mat koruyucu	24.56	25.29	24.84	↑24.01	C	0.21	0.86
	Yarı mat koruyucu	25.64	26.02	25.81	↑28.86	B	0.12	0.45
	Tik yağı	26.59	27.42	26.95	↑34.55	A*	0.28	1.02
	Vişne ağacı reçinesi	24.29	25.16	24.77	↑23.66	C	0.24	0.97
***h*°**	**Kontrol (uygulama yok)**	63.05	65.11	64.15	-	A*	0.67	1.04
	Mat koruyucu	52.34	53.94	53.26	↓16.98	C	0.49	0.93
	Yarı mat koruyucu	52.89	55.08	53.71	↓16.27	C	0.59	1.10
	Tik yağı	43.73	45.27	44.51	↓30.62	D**	0.48	1.07
	Vişne ağacı reçinesi	53.74	56.64	55.15	↓14.03	B	1.02	1.85
Ölçüm Sayısı: 10, Homojenlik sütunu için *: En yüksek sonuç, En düşük sonuç								

*C** değeri, rengin doygunluğunu yani ne kadar canlı ve yoğun olduğunu ifade eder. Kontrol örneğinde 20.03 olan *C** değeri, tüm vernik uygulamalarıyla birlikte artmıştır. En yüksek doygunluk artışı, *C** değeri 26.95'e ulaşan tik yağı ile elde edilmiştir; bu %34.55 oranında bir artış anlamına gelir. Yarı mat koruyucu (%28.86) ve mat koruyucu (%24.01) da dikkat çekici doygunluk artışları sağlamıştır. Vişne ağacı reçinesi ise %23.66 ile en düşük artışı göstermiştir ancak bu da yüzeye önemli bir canlılık kattığını göstermektedir (Çizelge 3).

h° değeri, rengin hangi tonda olduğunu gösterir. Kontrol örneğinde 64.15 olan *h*° değeri, tüm verniklerle birlikte azalmıştır. En yüksek azalma tik yağı uygulamasında görülmüş; değer 44.51'e düşerek %30.62'lik bir değişim göstermiştir. Mat koruyucu ve yarı mat koruyucular sırasıyla %16.98 ve %16.27 oranında azalma ile daha ılımlı bir sıcaklık geçişi yaratmıştır. Vişne ağacı reçinesi, %14.03 ile *h*° değerini en az düşüren vernik olmuştur (Çizelge 3).



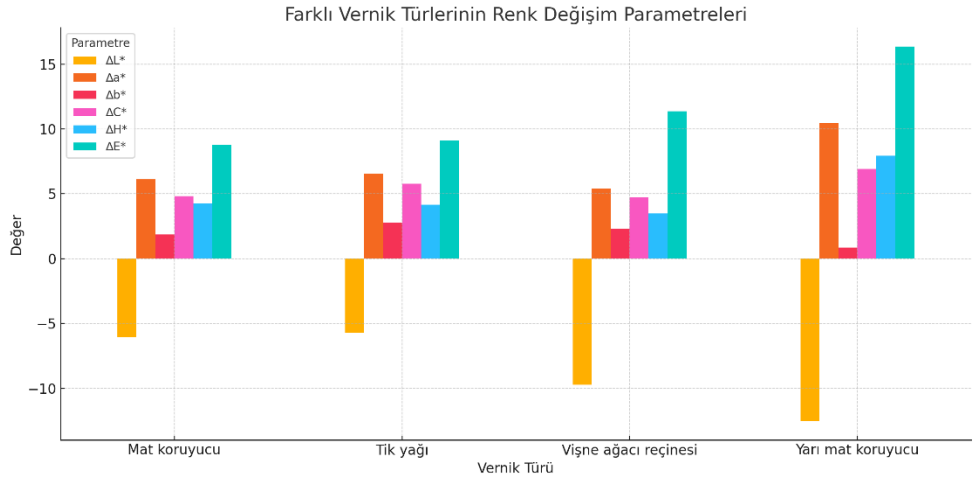
Şekil 1. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 4'de ve bu sonuçlarının grafiksel gösterimi Şekil 2'de sunulmaktadır. Bütün vernik türleri için ΔL^* değerleri negatif (referansa göre daha koyu) olarak bulunmuştur. ΔH^* değerleri mat koruyucu için 4.24, tik yağı için 4.15, vişne ağacı reçinesi için 3.48 ve yarı mat koruyucu için 7.93 olarak elde edilmiştir. ΔE^* değerleri mat koruyucu için 8.80, tik yağı için 9.12, vişne ağacı reçinesi için 11.38 ve yarı mat koruyucu için

16.37 olarak bulunmuştur. Ayrıca bütün vernik türlerinde Δ*b**, Δ*a** ve Δ*C** değerleri (sırası ile referansa göre daha sarı, referansa göre daha kırmızı ve referansa göre, daha net ve daha parlak) pozitif olarak tespit edilmiştir. Renk değiştirme kriterleri (Jirouš ve Ljuljka, 1999) açısından incelendiğinde mat koruyucu, tik yağı ve vişne ağacı reçinesi için "yoğun (6.00 - 12.00)" ve yarı mat koruyucu için "çok yoğun (> 12.00)" şeklinde elde edildikleri görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Vernik Türü	Δ*L**	Δ*a**	Δ*b**	Δ*C**	Δ*H**	Δ*E**	Renk değiştirme kriterleri (Jirouš ve Ljuljka, 1999)
Mat koruyucu	-6.04	6.13	1.88	4.81	4.24	8.80	Yoğun (6.00 - 12.00)
Tik yağı	-5.71	6.55	2.78	5.78	4.15	9.12	
Vişne ağacı reçinesi	-9.74	5.41	2.30	4.74	3.48	11.38	
Yarı mat koruyucu	-12.53	10.49	0.86	6.92	7.93	16.37	Çok yoğun (> 12.00)



Şekil 2. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlarının grafiksel gösterimi

4. Sonuçlar

Bu çalışma sonucunda, farklı yüzey koruyucuların gombé odununun renk özellikleri üzerinde belirgin etkiler yarattığı görülmüştür. Tüm uygulamalar ahşabın doğal renginde değişikliklere neden olmuş, özellikle bazı koruyucular renk doygunluğunu ve kırmızılığı artırmıştır. Elde edilen veriler, yüzey koruyucu seçimlerinin estetik görünüm üzerinde önemli rol oynadığını göstermektedir. Bu nedenle, uygulama amacına ve istenen görsel etkiye göre uygun yüzey koruyucu seçimi yapılması önerilmektedir. Ayrıca, ahşabın renk stabilitesini korumak için daha fazla çalışma yapılarak uzun vadeli etkiler araştırılmalıdır.

Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
ASTM D 3023-98, (2017). Standard practice for determination of resistance of factory-applied coatings on wood products to stains and reagents. ASTM International.
Dolenko, A.J., Shields, J.K., King, F.W., Roff, J.W., and Ostaff, D., (1981). Wood protection. Canadian woods: their properties and uses. Edited by EJ Mullins, and TS McKnight. University of Toronto Press, Toronto, Canada, 177-223.

Ebner, D., Stelzer, R., and Barbu, M.C., (2019). Study of wooden surface carbonization using the traditional Japanese Yakisugi technique, Pro Ligno, 15(4): 278-283.
ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.
Kerdiati, N.L.K.R., (2021). Understanding Wood finishing using the Japanese wood burning technique (Shou Sugi Ban) in architecture, Journal of Aesthetics, Design, and Art Management, 1(1): 15-23. DOI: 10.58982/jadam.v1i1.100.
Khademibami, L., and Bobadilha, G.S., (2022). Recent developments studies on wood protection research in academia: A review. Frontiers in Forests and Global Change, 5: 793177. DOI: 10.3389/ffgc.2022.793177.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
Morrell, J.J., (2018). Protection of Wood-Based Materials. Handbook of Environmental Degradation of Materials, 343-368. DOI: 10.1016/b978-0-323-52472-8.00017-4.
Newbill, M.A., and Morrell, J.J., (1990). Protection of western redcedar sapwood from decay, Forest Products Journal, 40(6): 29-32.
Scheffer, T.C., and Verrall, A.F., (1973). Principles for protecting wood buildings from decay. U.S. Dept. Agric. Forest Serv. Res. Paper FPL 190. Madison, Wis.
Scheiding, W., Grabens, P., Haustein, T., Haustein, V., Nieke, N., Urban, H., and Weiß, B., (2016). Holzschutz, München: Hanser, 2016.
Tayelor, F.A., (1974). Architectural opportunities seminar. West. For. Prod. Lab. Inf. Rep. vp-x-123. Vancouver.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EVALUATION OF THE TREATMENT OF MARBLE INDUSTRY WASTEWATER WITH ELECTROCOAGULATION PROCESS

Muhammed Kamil ÖDEN

Department of Environmental Protection Technologies, Sarayönü Vocational High School, Selcuk University, Konya, Turkiye
Orcid: 0000-0002-0573-5634 –E-mail: muhammedkoden@selcuk.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, mermer üretim prosesinden kaynaklanan atıksuyun elektrot kullanılarak elektrokoagülasyon (EC) işlemi ile arıtılabilirliği araştırılmıştır. Mermer atıksuyunun temin edildiği sahası ve işleme fabrikası Konya ili sınırlarında bulunmaktadır. Optimum işletme koşullarını belirlemek amacıyla tepki-yüzey yöntemi kullanılmış ve deney setleri merkezi kompozit tasarıma göre oluşturulmuştur. pH, akım yoğunluğu ve temas süresi gibi çeşitli işletme parametrelerinin bulanıklık, krom, askıda katı madde (SS), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve toplam katı madde (TS) giderim verimleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Proses verimi, çeşitli işletme parametreleri (akım yoğunluğu, elektroliz süresi ve başlangıç pH'ı) üzerindeki etkisinin analiz edilmesi yoluyla değerlendirilmiş, böylece çelik elektrot çifti kullanımı için en uygun ve elverişli işletme koşulları tespit edilmiştir. Kirletici giderimi, akım yoğunluğu için 0 ile 48 mA/cm^2 arasında, reaksiyon süresi 0 ile 120 dakika arasında ve başlangıç pH değeri ise 4 ile 10 arasında çelik elektrotlar için çalışılmıştır. Kirletici madde giderim verimleri sırasıyla COD ve askıda katı madde için ortalama %54,58 ve %71,43 olarak hesaplanmıştır. Deney sırasında daha yüksek giderim verimleri de görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda çelik elektrotların endüstriyel atık sulardan COD ve askıda katı maddelerin gideriminde verimli bir proses olarak değerlendirilmesi gereken bir arıtım tekniği olduğu belirlenmiştir.

Abstract

In this study, the treatability of wastewater originating from the marble production process was investigated by electrocoagulation (EC) process using electrode. The marble field and factory are located in Konya province. In order to determine the optimum operating conditions, the response-surface method was used and the experimental sets were formed by the central composite design. The effects of various operating parameters were investigated. These included pH, current density and contact time. The aim was to study their impact on turbidity, chromium, suspended solids (SS), chemical oxygen demand (COD) and total solids (TS) removal efficiencies. The impact of process efficiency on various operating parameters (current density, electrolysis time, and initial pH) was analysed to identify the most suitable operating conditions for using a steel electrode couple. The pollutants removal were research between 0 and 48 mA/cm^2 for current density , the reaction time was 0 and 120 minutes, and the initial pH value was 4 and 10 between for steel electrode. Pollutants removal efficiencies were calculated as average 54,58% and 71.43% for COD and suspended solids, respectively. Higher removal efficiencies were also observed during the experiment. As a result of this study, it was determined that steel electrodes are a powerful technique to be evaluated as a highly efficient process in the removal of COD and solid pollutants from industrial wastewater.

Keywords: Marble, Electrocoagulation, Removal, Industry wastewater, Treatment

1. INTRODUCTION

Water is one of the indispensable resources for human beings to survive on earth and to maintain their lives in a healthy way. It is a conscious choice that almost all of the civilizations established by human beings throughout the history of the world were established in water route areas (KBOP, 2014; Özbektaş, 2015). Due to the increase in the world population and the developing industry, the damage to the environment is increasing. In addition, due to people's consumption habits, natural resources are rapidly consuming. Toxic, hazardous and heavy metals are discharged into the environment from many industries. Pollution of groundwater, surface water and soil is caused by the release of toxic and harmful substances into the natural environment, which poses a threat to human health and the natural world (Omar and Rohani, 2015).

Marble is widely used for a variety of purposes in many different sectors, particularly in the construction industry. Turkey has approximately 40% of the world's marble reserve. Most of the wastewater produced during marble processing is generated by cutting, washing, cleaning and polishing. A medium-sized facility uses 50–150 m^3 of water per day (Ozyonar, and Karagozoglu, 2012). One of the places where water is used in abundance is marble industry processing plants and/or workshops. The lack of high-quality water necessitates the reuse of water in the process (Ersoy,2003; Solak et al., 2009). As a result, it has become a necessity to treat wastewater and remove these pollutants. When the literature is examined, it is seen that various processes or treatment techniques are used to remove pollutants with different characteristics from industrial wastewater. Among the wastewater treatment methods, there are many methods such as fenton (Brillas, 2021), adsorption (Chakraborty et al., 2022), electrocoagulation (Oden, 2020), sono-Fenton process (Kakavandi and Ahmadi, 2019), oxidation process (Arzate, 2019), membrane filtration (Pronk et al., 2019).

The development of electrocoagulation (EC) technology has led to the creation of an alternative method for the breakdown of stable emulsions and suspensions of water. This alternative method uses metal salts, polymers and polyelectrolytes (Mollah, et al., 2001). The electrochemical methods have the advantages of less sludge production, simple operation, short operation time, and high efficiency (Zhang et al., 2019). The EC process has two advantages over the chemical coagulation process. Firstly, it yields higher elimination capacities for similar particles. Secondly, it does not involve the addition of chemicals. The coagulant is formed by the dissolution of a sacrificial anode in this method. The EC process uses an electrical current. This creates several metal ions in the solution. Pollutants found in wastewater are caused to react in solution by electrical charges. The EC process is beneficial in a number of ways. It is straightforward to operate, requires simple equipment, and reduces the time taken for remediation. This in turn reduces the cost of sludge purification (Sharma et al., 2020; Shokri and Fard, 2022). Several reviews on application of EC process in water and wastewater treatment (Mousazadeh et al., 2021; Sandoval et al., 2021; Luo et al., 2022) are reported recently. Because EC provides a high pollution removal rate in the treatment of many different wastewaters (Akkaya, 2022).

The main purpose of this research study is to investigate the removal of pollutants from water intensive marble industry wastewater by electrocoagulation process. Our main goals are to protect the environment and to ensure the reuse of wastewater.

2. MATERIALS AND METHODS

The marble industry wastewater utilised in this investigation was provided by a firm in Konya. After sampling, the wastewater was stored at +4 °C. Table 1 shows the characterisation of the raw wastewater.

Table 1. Characterization of Raw Wastewater

pH	Conductivity, (mS/cm)	Color (Pt-Co)	SS (mg/L)	TS (mg/L)	Oil-Grease (mg/L)	Cr(IV) (mg/L)	COD (mg/L)
7,96	>1,5	201	1488	3317,8	13,1	1,054	240

The effects of current density, electrolysis time and initial pH values on pollutant removal were evaluated as operation variables. Response-Surface methodology and ANOVA test were used during the evaluation. In the optimization study using the response-surface method, turbidity, chromium,

suspended solids (SS), chemical oxygen demand (COD) and total solids (TS) removal were found as a function of current density, reaction time and initial pH value affecting the electrocoagulation process.

Figure 1 presents the diagrammatic depiction of the lab-scale setup employed in the electrocoagulation process (EC). The diameter of the auxiliary reactor, fabricated from plexiglass, measures 9 centimetres, with a height of 13 centimetres. A distance of 1.5 cm separated the anode and cathode, which were made up of a steel plate electrode pair. The total active electrode area was determined to be 80–90 cm². The Mervesan 305DI brand power supply was used to achieve direct current to the reactor.



Figure 1. Schematic representation of EC process (Öden, 2025)

3. RESULTS

Figure 2 shows the levels of pollutants such as COD and SS, as determined by the analysis of samples taken from the exit EC Process. The electrocoagulation processes carried out during the laboratory study were in accordance with the relevant standard methods. The electrocoagulation process is governed by several key operating criteria, including current density, duration, pH level, and mixing speed.

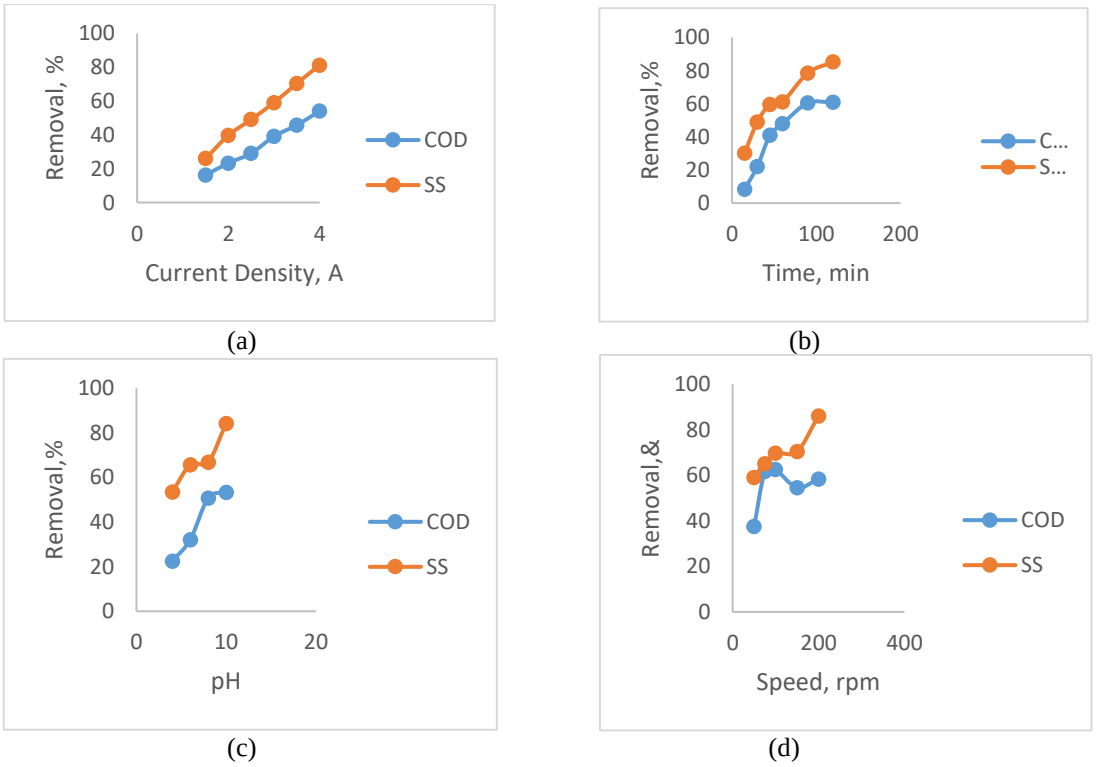


Figure 2. Electrocoagulation optimization studies a) current density, b) contact time, c)pH, d) mixing speed

4. CONCLUSIONS

In this study, the treatment of the marble process wastewater was investigated using the EC process with steel as the electrodes. In the optimization study using the response-surface method, COD removal were found as a function of current density, reaction time and initial pH value affecting the electrocoagulation process. The ANOVA results showed the fit of the second-order regression with the experimental data.

The study revealed that the COD and SS removal efficiency for each configuration was over 50% and 70%, respectively. However, SS removal efficiency increased with current density and time for each configuration. The feasible removal efficiency was obtained under the condition of 32 A/m^2 of current density and 60 min contact time and original pH and 150 rpm mixed speed for pollutants. Chemical Oxygen Demand (COD) Removal Studies: According to the Water Pollution Control Regulation, the COD discharge limit for ceramic industry wastewater into receiving environments is 80 mg/L (Fındık and Sözder, 2025). This study shows us that the electrocoagulation process can be used as a useful treatment process in removing pollutants from marble industry wastewater. Although the EC process has disadvantages, it is a preferable process in real wastewater if its advantages prevail.

References

Akkaya, G. K. (2022). Treatment of petroleum wastewater by electrocoagulation using scrap perforated (Fe-anode) and plate (Al and Fe-cathode) metals: Optimization of operating parameters by RSM. Chemical Engineering Research and Design.

Arzate, S., Pfister, S., Oberschelp, C., & Sánchez-Pérez, J. A. (2019). Environmental impacts of an advanced oxidation process as tertiary treatment in a wastewater treatment plant. *Science of the Total Environment*, *694*, 133572.

Brillas, E. (2021). Fenton, photo-Fenton, electro-Fenton, and their combined treatments for the removal of insecticides from waters and soils. A review. *Separation and Purification Technology*, 120290.

Chakraborty, R., Asthana, A., Singh, A. K., Jain, B., & Susan, A. B. H. (2022). Adsorption of heavy metal ions by various low-cost adsorbents: a review. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, *102*(2), 342-379.

Ersoy B (2003) Mermer is¸leme tesisi atıksu arıtımında kullanılan flokların tanıtımı. Türkiye IV. Mermer Sempozyum. Afyon, pp 449–462

Fındık, E., & Sözder, M. (2025). Determination Of The Performance Of The Electrocoagulation Process In The Treatment Of Wastewater From The Ceramic Industry. *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering*, *26*(1), 14-27.

Kakavandi, B., & Ahmadi, M. (2019). Efficient treatment of saline recalcitrant petrochemical wastewater using heterogeneous UV-assisted sono-Fenton process. *Ultrasonics sonochemistry*, *56*, 25-36.

KBOP, 2014, T.C. Ministry of Development, Tenth Development Plan 2014-2018, Water Resources Management and Security Specialization Commission Report, Ankara.

Luo, M., Wang, Z., Fang, S., Song, B., Cao, P., Liu, H., & Yang, Y. (2022). Removal and toxic forecast of microplastics treated by electrocoagulation: Influence of dissolved organic matter. Chemosphere, 136309.

Mollah, M. Y. A., Schennach, R., Parga, J. R., & Cocke, D. L. (2001). Electrocoagulation (EC)—science and applications. Journal of hazardous materials, 84(1), 29-41.

Mousazadeh, M., Naghdali, Z., Al-Qodah, Z., Alizadeh, S. M., Niaragh, E. K., Malekmohammadi, S.,& Emamjomeh, M. M. (2021). A systematic diagnosis of state of the art in the use of electrocoagulation as a sustainable technology for pollutant treatment: an updated review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *47*, 101353.

Omar, H., & Rohani, S. (2015). Treatment of landfill waste, leachate and landfill gas: A review. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, *9*(1), 15-32.

Oden, M. K. (2020). Treatment of CNC industry wastewater by electrocoagulation technology: an application through response surface methodology. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, *100*(1), 1-19.

Öden, M. K. (2025). Evaluation of Model and Process Optimization for the Treatment of Drilling Wastewater Using Electrocoagulation. *Molecules*, *30*(5), 1064.

Özbektaş, S., 2015. Investigation of Physicochemical Water Quality in Streams: A Study on Trabzon Değirmendere and Its Branches, Karadeniz Technical University, Department of Environmental Sciences, Master Thesis.

Özyonar, F. U. A. T., & Karagozoglu, B. (2012). Systematic assessment of electrocoagulation for the treatment of marble processing wastewater. International Journal of Environmental Science and Technology, 9, 637-646.

Pronk, W., Ding, A., Morgenroth, E., Derlon, N., Desmond, P., Burkhardt, M., & Fane, A. G. (2019). Gravity-driven membrane filtration for water and wastewater treatment: a review. *Water research*, *149*, 553-565.

Sandoval, M. A., Fuentes, R., Thiam, A., & Salazar, R. (2021). Arsenic and fluoride removal by electrocoagulation process: A general review. *Science of The Total Environment*, *753*, 142108.

Sharma, S., Aygun, A., & Simsek, H. (2020). Electrochemical treatment of sunflower oil refinery wastewater and optimization of the parameters using response surface methodology. *Chemosphere*, *249*, 126511. 10457-10486.

Shokri, A., & Fard, M. S. (2022). A critical review in electrocoagulation technology applied for oil removal in industrial wastewater. *Chemosphere*, *288*, 132355.

Solak, M., Kılıç, M., Hüseyin, Y., & Şencan, A. (2009). Removal of suspended solids and turbidity from marble processing wastewaters by electrocoagulation: Comparison of electrode materials and electrode connection systems. Journal of hazardous materials, 172(1), 345-352.

Zhang, M., Shi, Q., Song, X., Wang, H., & Bian, Z. (2019). Recent electrochemical methods in electrochemical degradation of halogenated organics: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(11),

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

KARABÜK İL YOLU AĞI İÇİN ÖNCELİKLİ YOL BAKIM VE ONARIM PLANLAMASINDA TAM SAYILI PROGRAMLAMA TABANLI BİR ÜSTYAPI YÖNETİM YAKLAŞIMI

Yüksek Lisans Öğrencisi, Sema YAKUT [1], Dr. Öğretim Üyesi, Özlem BATTAL ŞAL[2]

Dr. Öğretim Üyesi, Tuğrul BAYRAKTAR[3]

[1] Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, semayakut78@gmail.com - 0009-0001-1753-3685

[2] Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, ozlembattal@karabuk.edu.tr- 0000-0002-2308-7933

[3] Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, tugrulbayraktar@karabuk.edu.tr- 0000-0001-5620-5804

ÖZET

Karayolu altyapısının etkin bir şekilde yönetilmesi, kent içi ulaşımın sürekliliği ve kamu kaynaklarının verimli kullanımı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Karabük ili örneğinde Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS) çerçevesinde mevcut yol ağının bakım-onarım ihtiyaçları değerlendirilmiş ve farklı müdahale stratejileri için sayısal bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Kaplama tabakalarının fiziksel durumları PCI (Pavement Condition Index) verileri ve bozulma türleri (boyuna çatlak, enine çatlak, yüzey pürüzlülüğü) dikkate alınarak analiz edilmiştir. Maliyetler ve yol kalitesine etkileri dikkate alınarak tam sayılı programlama modeli kurulmuştur. Model, belirli bir bütçe kısıtı altında toplam PCI artışını maksimize etmeyi hedeflemektedir. Python dili ile geliştirilen çözümleme sonucunda, yol türüne ve mevcut duruma göre en uygun müdahale kombinasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, tam sayılı modellerin yerel yönetimler açısından stratejik bakım planlaması için etkili bir araç olabileceğini ortaya koymakta; bu kapsamda ÜYS uygulamalarının sayısal ve sistematik temellere dayandırılmasının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üstyapı yönetim sistemi, deformasyon, PCI, yol bakım planlaması

1. Giriş

Ulaştırma, bir ülkenin ekonomik gelişimini ve refah seviyesini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Etkili ulaştırma sistemleri, yatırımlara erişilebilirliği kolaylaştırarak sosyo-ekonomik fırsatlar ve yararlar oluşturmaktadır.

Karayolu taşımacılığı aktarmasız bir ulaşım olanağı vermesi, taşıma kapasitesi, güzergah seçiminde esneklik sağlaması ve diğer tüm yolcu taşıma modlarının tamamlayıcısı durumunda olması sebebi ile tüm dünyada karayolu taşımacılığı diğer taşıma türlerine göre daha hızlı bir gelişme göstermiştir.

Yoğun yol yapımı faaliyetleri dünya genelinde çok geniş bir karayolu ağı oluşmasına neden olmuş ve bu ağın sosyoekonomik rolünü yerine getirebilmesi için sürekli bakım ve onarım gerektirmiştir.
Karayolu bakımı, genel olarak aşağıdaki üç temel hedefi olan bir dizi faaliyeti ifade eder:

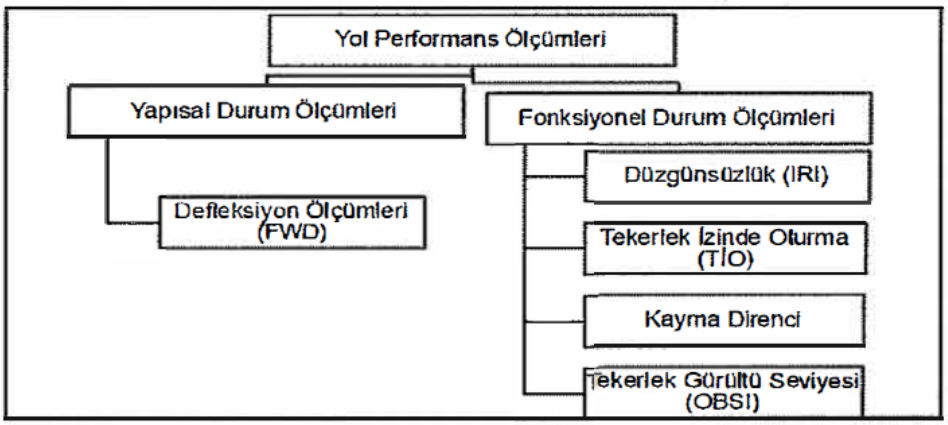
1. Yol kullanıcılarına olumlu bir sosyal deneyim sunacak şekilde, kullanılabilir yollar sağlamak ve sürdürmek,
2. Kaplama ömrünü uzatarak maliyet etkinliğini sağlamak,
3. Çevresel etkiyi azaltmak.

Karayolu bakımı, hem koruyucu bakım hem de rehabilitasyon faaliyetlerini içerir. Bu faaliyetler, belirli iklim koşullarında oluşabilecek bozulmaları ele almak amacıyla uygun bakım yöntemleri ve stratejilerini içeren, idari ve bütçe kısıtlamalarını da göz önünde bulunduran iyi tanımlanmış bir stratejinin parçası olmalıdır (Hicks ve diğ., 1997; Moya ve diğ., 2011; Shahin, Walther, 1990).
Yol bakımının kritik yönlerinden biri de doğru zamanlamadır (Peshkin ve diğ., 2004). Kaplamada henüz yapısal hasar oluşmadan ve yol hala iyi durumdayken bakım ve onarım müdahalelerinin uygulanması gereklidir. Birçok araştırma projesi, koruyucu bakım onarımlarının doğru zamanda yapılmasının, yolların sürdürülebilir bakımında en etkili yaklaşım olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, birçok ülke yollarını sürdürülebilir şekilde korumak için koruyucu bakım programlarını stratejilerine entegre etmiştir.
Ancak karayolu bakım süreci, çok sayıda faktöre (ülkenin gelişmişlik seviyesi, işçilik maliyetleri, kullanıcı gecikme maliyetleri, araç işletme maliyetleri, trafik yoğunluğu ve araç türü dağılımı, iklim koşulları, mevcut yol durumu, inşaat kalitesi, yerel deneyim vb.) bağlı çok hedefli bir sorundur. Her duruma uyan tek bir model yoktur; fakat bu durum, yol bakımının kanıtlanmış faydalarının uygulama maliyetlerinden ve zorluklarından çok daha fazla olması nedeniyle, kurumları iyi tanımlanmış bir yol bakım sistemi uygulamaktan alıkoymamalıdır.
Genel olarak, Üstyapı Yönetim Sistemi (ÜYS) kaplama ömrünü ve kullanıcı güvenliğini maksimize ederken bütçe harcamalarını ve çevresel etkiyi minimize etmeyi amaçlayan, iyi tanımlanmış ve şeffaf bir bakım planlama ve uygulama süreci olarak görülebilir. ÜYS genellikle mevcut yol ağının elektronik envanterini ve yolun mevcut ve geçmiş performans verilerini, trafik yüklerini, yapım ve bakım geçmişini içerir.
Bu veriler temelinde, yol performans tahmin modelleri geliştirilerek yol ağındaki homojen segmentlere atanabilir (Braga & Čygas, 2002; Saliminejad & Gharaibeh, 2012; Sivilevičius & Petkevičius, 2002). Bu tahminler, belirli bakım müdahaleleri ile birleştirilerek ÜYS tarafından çeşitli algoritmalar (önceliklendirme, sıralama, doğrusal ve doğrusal olmayan programlama, dinamik programlama, genetik algoritma vb.) kullanılarak bakım-onarım müdahalelerinin kapsamı ve zamanlaması optimize edilir (Abaza & Ashur, 1999; Camahan ve diğ., 1987; Gao ve diğ., 2012; Harvey, 2012; Manik ve diğ., 2008; Marzouk ve diğ., 2012; Mbwana & Turnquist, 1996).
ÜYS'de tipik olarak üç yol performans göstergesi kullanılır. İlki ve en basiti, yol ağındaki yollar üzerinde sabit hızda seyreden bir araç yardımıyla yol pürüzlülüğünü (IRI) hesaplayan ve kaydeden yöntemdir. Bu yöntem, yol durumlarında belirli bir bozulma türünü göstermese de, vatandaşların deneyimlediği sürüş kalitesi hakkında genel bir tahmin sağlar ve dünya genelinde yaygın olarak kullanılabilen, karşılaştırılabilir sonuçlar sunar.
Performans göstergelerinin diğer ucunda ise, Düşen ağırlık deflektometresi (FWD), veya Trafik Hızı Deflektometresi (TSD) ile otomatik olarak elde edilen esneklik ölçümleri yer alır. Bu ölçümler, yol yapısının taşıma kapasitesinin tahribatsız değerlendirilmesini sağlar. Esneklik ölçümleri ÜYS'ye ya doğrudan ya da bağımsız veya birleşik endeksler şeklinde dahil edilebilir. Ayrıca bu ölçümler bakım ve rehabilitasyon karar süreçlerine, örneğin homojen yol

segmentlerinin belirlenmesi için bir tarama aracı olarak veya bozulma modellerine dahil edilerek tahmin hassasiyetini artırma amacıyla da entegre edilebilir.
Son olarak, ÜYS kapsamında yol performans bozulmaları, yol ağında hareket eden araçlara monte edilmiş özel ekipmanlarla ölçülür. Bu yöntem genellikle tekerlek izi deformasyonu veya çatlaklar gibi yüzeysel bozulmaların tespit edilmesine olanak tanır. Bu bilgiler doğru şekilde saptanıp işlendiğinde, kurumlar yol ağı genelinde detaylı yol durumu bilgisine sahip olabilirler. Bu çalışmada, yukarıda belirtilen ÜYS unsurları geliştirilerek sunulmuştur. Ardından, ağ düzeyinde üç performans göstergesini (boyuna çatlaklar, enine çatlaklar ve IRI) Pavement Condition Index (PCI) içinde birleştirerek tam sayılı programlama yaklaşımı ile geliştirilmiştir.

2. Üstyapı Yönetim Sisteminin Unsurları

Üstyapı Yönetim Sistemlerinin (ÜYS) sağlıklı analizler yapabilmesi için kapsamlı ve güncel bir yol envanter veri tabanı gereklidir. Bunun için öncelikle yol ağına ait envanter ve performans bilgilerinin toplanarak sisteme girilmesi gerekir. KGM bölgeleri bazında yollara ilişkin envanter bilgileri, yapısal ve fonksiyonel ölçümler düzgünsüzlük (IRI), tekerlek izinde oturma (TİO), tekerlek/kaplama gürültü seviyesi (OBSİ), üstyapı bozulmaları ve kayma direnci gibi fonksiyonel ölçümlerin yanında, defleksiyon ölçümleri (HWD) yapılmalı ve performans verileri oluşturularak veri tabanına işlenmelidir. Bu sayede ÜYS yazılımı, gerekli analiz ve değerlendirmeleri sağlıklı bir şekilde gerçekleştirebilir (Görsel 1).



Görsel 1. Yol Performans Ölçüm Yöntemleri

2.1. Envanter Veri

Envanter verileri, yol üstyapısının farklı katmanlarına (örneğin binder, aşınma, TMA, bitümlü temel) ve yolun sınıfı, geometrik özellikleri, kaplama türü gibi birçok teknik özelliğe ilişkin bilgileri içermektedir. Bu veriler, Karayolları Bölge Müdürlükleri Ar-Ge Başmühendislikleri tarafından Üstyapı Yönetim Sistemi veri tabanına düzenli olarak aktarılmakta ve sisteme periyodik olarak girilmesi, üstyapının izlenmesi ve arşivlenmesi açısından önem taşımaktadır.

2.2. Üstyapı Puanı Verileri

Yüzeysel bozulma değerlendirmeleri için analiz edilecek yolların yapısal durumunu temsil etmesi amacıyla, performans ölçümü yapılan kesimlere ait, Üstyapı Puanı tabloları da doldurularak veri tabanına aktarılmalıdır. Yüzey bozulma tanımlamaları ve performans sınıfı değerlendirme kriterleri için "Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi" Üstyapı Puanlama yöntemi kullanılabilir.

Düzgünsüzlük Ölçümü Verileri:
Düzgünsüzlük ölçümleri, Yol Yüzey Profilometre (Road Surface Profiler -RSP) ölçüm cihazları ile yapılmaktadır. KGM Ar-Ge Başmühendislikleri tarafından Bölge Müdürlükleri RSP Profilometre Ölçüm Cihazları ile yüzey düzgünsüzlüğü performans ölçümü yapılmakta ve ÜYS Yazılımı veri tabanına veri girişi gerçekleştirilmektedir.

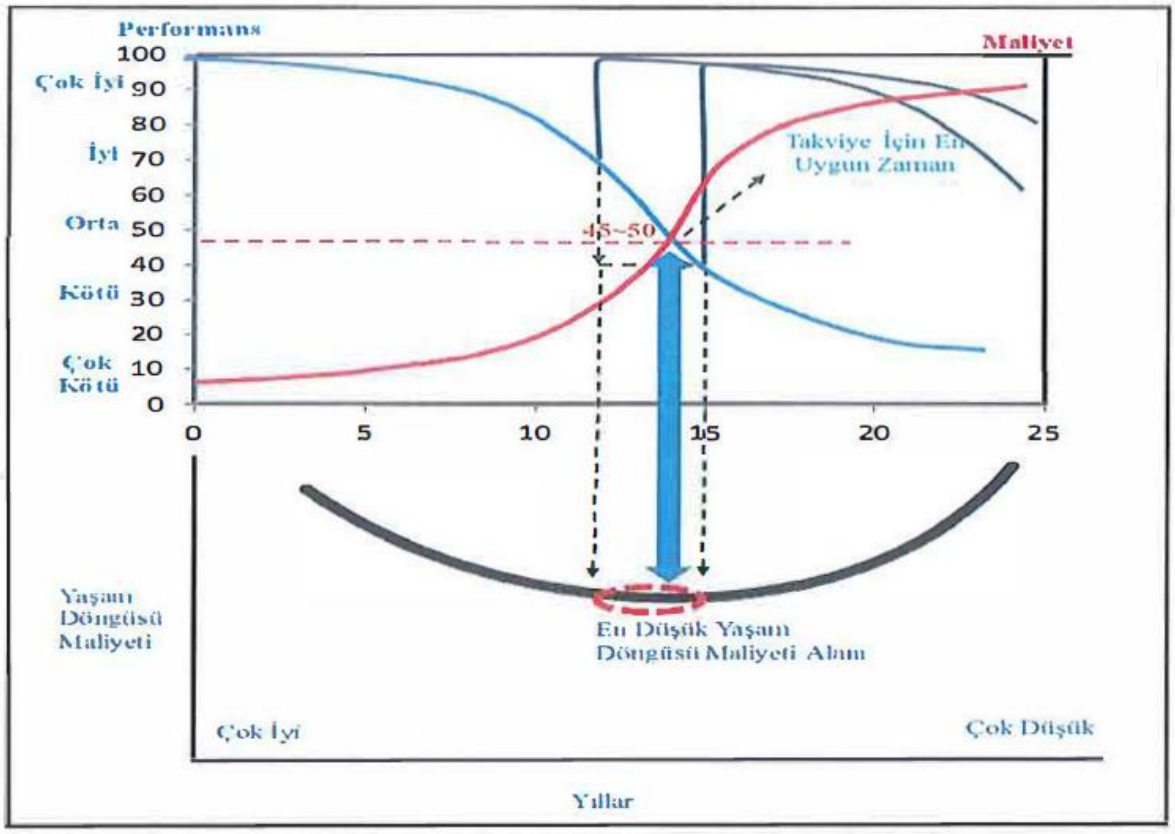
Defleksiyon (Heavy Weight Deflectometer-HWD) Ölçümü Verileri:
Üstyapı yapısal durum verilerinin tahribatsız test sistemleri ile belirlenmesi amacıyla, geçici yükleme esasına göre çalışan, dinamik yüklemeyi üstyapıya aktaran, hareketli teker yükünü simüle eden, üstyapının defleksiyonunu ölçen, yüksek ağırlıklı deflektometre (HWD) cihazı ile ölçüm çalışmaları yapılabilir. Elde edilen veriler Üstyapı Yönetim Sistemi veri tabanına aktarılmalıdır.

Gürültü Seviyesi Ölçüm (OBSİ) Verileri:
Farklı kaplama türlerinde tekerlek/kaplama ara yüzünden kaynaklanan gürültü seviyesi ölçüm çalışmaları yapılabilir. Elde edilen verilerin ilerleyen dönemlerde gürültü için uygun kaplama ve özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmak sureti ile ÜYS analizlerine dâhil edilmesi önemlidir.

Kapma Direnci Ölçüm Verileri:
Sürtünme test cihazı su tankı ve römork test bileşeni ile tasarlanmış bir cihazdır. Elde edilen verilerin ilerleyen dönemlerde kayma direnci için uygun kaplama ve özelliklerinin belirlenmesinde ÜYS analizlerine dâhil edilebilir.

2.3 Bakım - Onarım Maliyetleri

Karayolu fiziki varlıklarının maliyet etkin şekilde işletilmesi, iyileştirilmesi ve sürdürülebilirliğini sağlamayı amaçlayan Üstyapı Yönetim Sistemleri (ÜYS), tüm hizmet süresi boyunca toplam ömür döngü maliyeti en yüksek olan yol üstyapılarının yönetilmesinde kritik rol oynar. ÜYS'nin temel hedefi, yol üstyapılarını kabul edilebilir bir servis kabiliyetinde ve en düşük yaşam döngüsü maliyetiyle yöneterek, maliyet verimliliğinde en yüksek düzeyi elde etmektir. Üstyapılarda bakım ve onarım müdahaleleri zamanında ve doğru şekilde yapılmazsa, erken yapılan müdahaleler üstyapının ömrünü yeterince kullanmadan kaynakların israfına neden olurken; geç yapılan müdahaleler ise artan taşıt işletme maliyetleri, daha maliyetli onarımlar ve yeniden yapımlar gibi yüksek maliyetli çözümler doğurabilir. Bu kapsamda Üstyapı Yönetim Sistemlerinde müdahale maliyetleri, yol ağının sürdürülebilirliği ve performansını korumak amacıyla yapılan yama onarımlarından yüzey yenileme işlemlerine, temel onarımlarından kayma direnci ve yüzey pürüzlülüğü iyileştirmelerine kadar çeşitli faaliyetleri içermektedir. Yama onarımı, yüzeydeki lokal bozulmaların giderilmesi için düşük maliyetli bir çözüm sunarken; yüzey yenileme işlemleri, aşınma tabakasının frezelenerek veya yeni asfalt kaplamanın serilerek yolun hizmet düzeyini artırmayı hedefleyen orta düzeyde maliyetli müdahalelerdir. Temel onarımları, üstyapının taşıma kapasitesini artırmak veya yenilemek amacıyla yapılan ve daha yüksek maliyet gerektiren müdahaleleri ifade eder. Ayrıca kayma direnci ve yüzey pürüzlülüğü iyileştirmeleri de trafik güvenliği ve sürüş konforu açısından kritik olup maliyetleri, yolun mevcut durumuna ve kullanılan yönteme göre değişkenlik göstermektedir. Defleksiyon ölçümleri gibi yapısal değerlendirmelere dayalı müdahaleler ise üstyapının mevcut yapısal performansını artırmayı hedefleyen önemli ve maliyetli müdahaleler arasında yer almaktadır. Tüm bu müdahaleler, karar vericilere mevcut bütçe koşullarında en uygun müdahale stratejilerini belirlemek ve kaynakları etkin kullanmak için objektif ve analitik bir temel sunar (Görsel 2).



Görsel 2. Performans eğrisi ve en düşük yaşam döngüsü maliyet alanı

3. Karabük İli Yol Ağı

Yukarıda belirtilen maddelerin Karabük ili için uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla, bu çalışmada Karabük ili özelinde örnek bir yol bakım planlaması modeli sunulmaktadır. Bu model, yerel yönetimlerin karar alma süreçlerine teknik destek sağlamayı hedeflerken, Karabük ilindeki karayolu ağının yapısı ve özelliklerini dikkate almaktadır. Karabük'te karayolu ağı; devlet yolları, il yolları ve köy yollarından oluşmakta olup, ağın önemli bir bölümü sathi kaplama ve BSK (Bitümlü Sıcak Karışım) yollarından meydana gelmektedir. Trafik yoğunluğu, iklim koşulları ve zemin yapısı, yol bakım ihtiyaçlarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Çalışmanın temel problemi; hangi yol kesimlerine, hangi müdahale türlerinin, ne zaman uygulanacağının belirlenmesidir. Kaynakların sınırlı olduğu durumda maksimum faydanın sağlanabilmesi için kararların teknik analiz ve modellemeye dayanması gerekmektedir. Bu kapsamda, modelleme yöntemi olarak tam sayılı programlama yaklaşımı benimsenmiş olup; bu yaklaşım lojistik ve planlama problemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Modeldeki karar değişkenleri, belirli bir yol kesimine belirli bir bakım veya onarım işleminin uygulanıp uygulanmayacağını (0-1 değişkeni olarak) temsil etmektedir. Modelin temel amacı, müdahaleler sonucunda elde edilen faydayı maksimize etmektir. Bu doğrultuda modelin amaç fonksiyonu, PCI (Pavement Condition Index) artışı ile maliyet arasındaki dengeyi gözeterek oluşturulmuştur. Bütçe kısıtı, toplam maliyetin yıllık bütçeyi aşmamasını sağlamaktadır. Modelde ele alınan müdahale türleri arasında yama, yüzey yenileme ve temel onarımı gibi bakım faaliyetleri yer almaktadır.

3.1 Örnek Senaryo

Ayrıca çalışmanın uygulanabilirliğini göstermek amacıyla Karabük ili Sanayi Bölgesi yolları için 2023-2025 yıllarını kapsayan 3 yıllık bir yol bakım planlaması örnek senaryosu hazırlanmıştır. Bu senaryoda, her yıl için toplamda 3 milyon ₺ bütçe ayrıldığı varsayılmıştır. Örnek olarak PCI değeri 40 olan bir yol kesimi, ilk yıl uygulanan yüzey yenileme işlemiyle PCI değeri 70'e yükseltilmiştir. Model, bakım ve onarım kararlarını optimize etmek için tam sayılı doğrusal programlama yöntemi kullanılarak geliştirilmiştir. Modelin çıktısı olarak, yıllara göre hangi yol kesiminde hangi bakım işleminin yapılacağı, PCI artışı ve toplam maliyet hesaplanmıştır.
Bu örnek senaryoya yönelik Python dilinde bir tam sayılı doğrusal programlama model önerisi aşağıda verilmiştir:
Bu çalışmada, Karabük ili Sanayi Bölgesi yolları için yol bakım planlamasında örnek bir senaryo oluşturmak amacıyla Python programlama dili kullanılarak tam sayılı doğrusal modelleme uygulanmıştır. Modelde, sanayi bölgesindeki örnek yol kesimleri (örneğin S1, S2 ve S3) için başlangıç PCI değerleri dikkate alınarak, müdahale türleri (örneğin yama, yüzey yenileme ve temel onarımı) ile ilişkili PCI artışları ve maliyetleri tanımlanmıştır. Bu kapsamda yama için 8 birim PCI artışı ve 400.000 ₺ maliyet, yüzey yenileme için 25 birim PCI artışı ve 1.200.000 ₺ maliyet, temel onarımı için ise 35 birim PCI artışı ve 2.200.000 ₺ maliyet öngörülmüştür. Modelde yıllık bütçe sınırı 3.000.000 ₺ olarak belirlenmiş ve 3 yıllık bir planlama dönemi (2023-2025) ele alınmıştır. Her yol kesimi için yılda en fazla bir müdahale yapılabileceği kabul edilmiştir. Modelin amaç fonksiyonu, toplam PCI artışını maksimize edecek şekilde oluşturulmuş, yıllık maliyetler ise bütçe kısıtlarına tabi tutulmuştur. Pyomo kütüphanesi kullanılarak oluşturulan model, Python ile çözülmüş ve her yol kesimi için hangi yıl hangi müdahalenin uygulanacağı belirlenmiştir. Böylece karar vericilere, bütçe kısıtları altında en uygun yol bakım planını sağlayacak, objektif ve uygulanabilir bir yol haritası sunulmuştur. Model, Karabük Sanayi Bölgesi özelinde farklı senaryolar için esnek biçimde tekrar çalıştırılabilir nitelikte tasarlanmıştır.
Bu modelde yol kesimleri, yıllar ve müdahale türleri dikkate alınarak, her yıl hangi yol kesimine hangi bakım işleminin uygulanacağı ve toplam maliyet hesaplanmaktadır. Modelin amacı, PCI artışını maksimum seviyeye çıkararak yol ağının performansını artırmak ve ayrılan yıllık bütçeyi aşmadan bir planlama yapılmasını sağlamaktır. Bu örnekle, Karabük ili Sanayi Bölgesi'nde yol bakım ve yönetim sisteminin tam sayılı doğrusal programlama yöntemiyle nasıl uygulanabileceği ortaya koyulmuştur.

Yıl	Yol Kesimi	Müdahale Türü	PCI Artışı (Birim)	Yıl Sonu PCI Değeri	Maliyet (₺)
2023	S1	Yüzey Yenileme	+25	65	1.200.000
2023	S2	Yama	+8	53	400.000
2023	S3	Temel Onarımı	+35	85	2.200.000
		Toplam Maliyet			3.000.000

Yıl	Yol Kesimi	Müdahale Türü	PCI Artışı (Birim)	Yıl Sonu PCI Değeri	Maliyet (₺)
2024	S1	Yama	+8	73	400.000
2024	S2	Yüzey Yenileme	+25	78	1.200.000
2024	S3	-(Yok)	+0	85	0
		Toplam Maliyet			1.600.000

Yıl	Yol Kesimi	Müdahale Türü	PCI Artışı (Birim)	Yıl Sonu PCI Değeri	Maliyet (₺)
2025	S1	Temel Onarımı	+35	108	2.200.000
2025	S2	Yama	+8	86	400.000
2025	S3	-(Yok)	+0	85	0
		Toplam Maliyet			2.600.000

Çizelge 1. Sonuç Tablosu (Karabük İli Sanayi Bölgesi, 3 Yıllık Planlama)

Yukarıdaki sonuç tablosu, Karabük ili Sanayi Bölgesi'nde yer alan örnek yol kesimlerine yönelik 3 yıllık bir yol bakım planlamasının uygulama çıktısını göstermektedir. Model, yıllık 3 milyon ₺ bütçe sınırına uyarak her yıl için hangi yol kesiminde hangi bakım müdahalesinin yapılacağını ve bu müdahalelerin yol kalitesini (PCI değerini) nasıl artıracağını hesaplamıştır. Örneğin, ilk yıl S1 yol kesimine yüzey yenileme uygulanarak PCI değeri 40'tan 65'e çıkarılmış, S2 yol kesimine yama yapılarak 45'ten 53'e yükseltilmiş, S3 yol kesimine temel onarımı uygulanarak 50'den 85'e çıkarılmıştır. İkinci yılda ise daha düşük maliyetli müdahaleler yapılmış ve bazı kesimlerde bakım yapılmayarak bütçeden tasarruf sağlanmıştır. Üçüncü yılda ise, S1'e temel onarımı uygulanarak PCI değeri 108'e kadar yükseltilmiş, S2'ye ise yama yapılmıştır. Böylece, her yıl için ayrılan bütçelerle PCI artışı maksimize edilerek, yol ağının performansının sürdürülebilir bir şekilde iyileştirilmesi sağlanmıştır. Bu planlama, karar vericilere hangi yol kesimine hangi yıl hangi müdahalenin uygulanacağı ve toplam maliyetlerin ne olacağı konusunda açık ve objektif bir yol haritası sunmaktadır.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada Karabük ili karayolu ağı için geliştirilen yol bakım planlama modeli, karar vericilere objektif ve uygulanabilir bir yol haritası sunmaktadır. Model, mevcut kaynakların etkin kullanımıyla yol ağının performansını artırmayı ve bakım maliyetlerini kontrol altında tutmayı amaçlamıştır. Özellikle sınırlı bütçe koşullarında, hangi yollara hangi müdahalenin ne zaman yapılacağına ilişkin kararların sayısal ve şeffaf biçimde alınmasını sağlamaktadır.
Uygulama kapsamında, Karabük ili yol ağı, trafik yoğunluğu, iklim koşulları ve mevcut üstyapı performans göstergeleri (örneğin PCI değerleri) dikkate alınarak modellenmiştir. Hazırlanan tam sayılı doğrusal model ile yol kesimlerinin PCI değerlerindeki artışın maksimize edilmesi hedeflenmiş, aynı zamanda yıllık bakım bütçesi kısıtı gözetilmiştir. Model çıktıları, her yıl için hangi yol kesiminde hangi müdahalenin uygulanacağını açık biçimde ortaya koyarak karar vericilere detaylı bir plan sunmuştur.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

Model farklı senaryolar altında esnek bir şekilde yeniden çalıştırılabilir yapıda tasarlanmıştır. Bu sayede Karabük ili yol ağı için trafik artışı, bütçe değişiklikleri veya farklı müdahale maliyetleri gibi durumlarda model kolayca güncellenerek uygulanabilirliğini korumaktadır.
Sonuç olarak, geliştirilen modelin Karabük ili için üstyapı yönetim süreçlerine önemli katkılar sunacağı, bakım-onarım kararlarının rasyonel bir temele oturtularak kaynak kullanımında optimum sonuçlar elde edilmesini sağlayacağı değerlendirilmektedir. Bu kapsamda model, Karabük ili karayolu bakım planlamasında sürdürülebilir bir yaklaşımın temel unsurlarından biri olarak önerilmektedir.

.

KAYNAKÇA

Abaza, K.; Ashur, S. 1999. Optimum Decision Policy for Management of Pavement

Maintenance and Rehabilitation, Transportation Research Record 1655: 8–15.

Braga, A.; Čygas, D. 2002. Adaptation of Pavement Deterioration Models to Lithuanian Automobile Roads, Journal of Civil Engineering and Management 8(3): 214–220.

Camahan, J. V.; Davis, W. J.; Shahin, M. Y.; Keane, P. L.; Wu, M. I. 1987. Optimal Maintenance Decisions for Pavement Management, Journal of Transportation Engineering 113(5): 554–572.

Gao, L.; Xie, C.; Zhang, Z. 2012. Network-Level Road Pavement Maintenance and Rehabilitation Scheduling for Optimal Performance Improvement and Budget Utilization, Computer- Aided Civil and Infrastructure Engineering 27(4): 276–287.

Harvey, M. O. 2012. Optimizing Road Maintenance. Discussion Paper No. 2012-12, OECD, International Transport Forum.

Hicks, R. G.; Dunn, K.; Moulthrop, J. 1997. Framework for Selective Effective Preventive Maintenance Treatments for Flexible Pavements, Transportation Research Record 1597: 54–65.

Marzouk, K.; Awad, E.; El-Said, M. 2012. An Integrated Tool for Optimizing Rehabilitation Programs of Highways Pavement, The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering 7(4): 297–304.

Manik, A.; Gopalakrishnan, K.; Singh, A.; Yan, S. 2008. Neural Networks Surrogate Models for Simulating Payment Risk in Pavement Construction, Journal of Civil Engineering and Management 14(4): 235–240.

Mbwana, J. R.; Turnquist, M. A. 1996. Optimization Modeling for Enhanced Network-Level Pavement Management System, Transportation Research Record 1524: 76–85.

Moya, M; Gallego, E.; García, A. I.; Ayuga F. 2011. A Proposed Methodology for the Management of Low-Volume Roads in Spain, The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering 6(3): 153–162.

Peshkin, D. G.; Hoerner T. E.; Zimmerman, K. A. 2004. Optimal Timing of Pavement Preventive Maintenance Treatment Applications. NCHRP Report 523. Transportation Research Board, National Research Council.

Saliminejad, S.; Gharaibeh, N. G. 2012. A Spatial-Bayesian Technique for Imputing Pavement Network Repair Data, Computer- Aided Civil and Infrastructure Engineering 27(8): 594–607.

Shahin, M. Y.; Walther, J. A. 1990. Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using the PAVER System. USACERL Technical Report M-90-05.
Sivilevičius, H.; Petkevicius, K. 2002. Regularities of Defect Development in the Asphalt Concrete Road Pavements, Journal of Civil Engineering and Management 8(3): 206–213.

https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Baskanliklar/BaskanliklarTeknikArastirma/Yeni%20Klas%C3%B6r/Yay%C4%B1mlar/UstyapiYonetimSistemi1.pdf

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF *Trametes Versicolor* LACCASE ON CELL CYCLE REGULATORS IN COLORECTAL CANCER CELLS

Zeynep Karaköse [1], Elif Kale Bakır [2], Assoc Prof. Asuman Deveci Özkan [3], Assoc Prof. Yonca Yüzügüllü Karakuş [4]

[1] Kocaeli University, Institute of Natural and Applied Sciences, Biology Program, Zeynep.karakose2000@gmail.com - ORCİD ID: 0009-0002-1424-9061

[2] Kocaeli University, Faculty of Arts and Sciences, Biology Department, E-mail: elif.kale@kocaeli.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-4266-9517

[3] Sakarya University, Faculty of Medicine, Department of Basic Medical Sciences, E-mail: deveci@sakarya.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-3248-4279

[4] Kocaeli University, Faculty of Arts and Sciences, Biology Department, E-mail: yonca.yuzugullu@kocaeli.edu.tr- ORCID ID: 0000-0003-0286-8711

ABSTRACT

Laccase (EC 1.10.3.2) is a group of oxidative enzymes that catalyze the oxidation of many aromatic compounds, especially phenols and anilines, by reducing molecular oxygen to water. The recent identification of target molecules in anticancer studies facilitates their use in drug discovery for adjuvant therapy in cancer treatments. The anti-cancer role of laccase from *Trametes versicolor*, which was produced in our laboratory exclusively from its natural source as a target molecule, in colorectal cancer cells is unclear. Against this background, the aim of this study was to determine for the first time the effect of native laccase on cell cycle regulators as a therapeutic agent in the colorectal cancer cell lines HCT 116 and Caco-2. The concentrated laccase enzyme was added to the cells at different concentrations and cell viability was analyzed using the WST-1 assay. To evaluate the effects of laccase at the gene level, the expression of the CDK4 and cyclin D1 genes, which are key regulators of the cell cycle, was analyzed by RT-PCR. The results obtained showed that 2 µM laccase was effective concentration for both cell lines. In HCT 116 cells, treatment with laccase suppressed the expression of both genes. On the other hand, laccase treatment significantly increased the expression of cyclin D1, while CDK4 was suppressed in Caco-2 cells. In conclusion, the laccase enzyme showed antiproliferative effects by downregulating CDK4 in both colorectal cancer cell lines. However, the differential regulation of cyclin D1 suggests that the effect of the enzyme is cell type dependent. This study

is the first to demonstrate the potential antitumor activity of a native *T. versicolor*-derived laccase on colorectal cancer cells, underlining its novelty and scientific relevance.

This study was funded by Kocaeli University (Project No: FYL-2024-4112).

Keywords: Laccase, Colorectal cancer, Cell cycle

1. INTRODUCTION

Cancer is a malignant disease with a high mortality rate compared to other diseases [1]. In recent years, the number of cancer patients has increased due to social, economic and technological factors [2]. Normally, cells are protected from cancer by the regulation of cell division, growth and arrest. Disturbances in the regulatory mechanisms of the cell cycle can lead to irregular cell growth and the development of cancer. Uncontrolled proliferation can cause cancer to spread to healthy tissue or organs [3].

Colorectal cancer (CRC) is the third most diagnosed cancer in both men and women (after prostate cancer in men and breast and lung cancer in women). Around 41% of all colorectal cancers occur in the proximal colon, around 22% affect the distal colon and 28% are localized in the rectum [4]. However, the site of origin can vary depending on age and gender. Although the incidence and mortality of colorectal cancer have decreased thanks to effective screening measures, the number of cases is estimated to increase from 1,148,515 in 2020 to 1,916,781 in 2040 [4-6]. In 2020, colorectal cancer was the third leading cause of cancer-related deaths worldwide in both sexes, with an estimated 515,637 deaths in men and 419,536 in women [7].

The most important treatment strategies for cancer include surgical removal, radiotherapy and chemotherapy. While chemotherapy and radiotherapy have long been key strategies in cancer treatment, they are often associated with significant side effects and there are numerous reports of anticancer drug resistance [8–9]. Therefore, the development of more effective and less toxic drugs is crucial, which has led to a growing interest in natural antitumor agents [10]. Enzymatic cancer therapy is known for its lower risk and efficacy [11]. Microbial enzymes are particularly important as microbial cultivation and enzyme production are considered cost-efficient and environmentally friendly [12-13]. Enzymes such as binase, glutaminase and arginase have been shown to have anti-cancer properties [14]. However, more research is needed on enzymes that have the potential to inhibit the proliferation of cancer cells.

Laccases (benzenediol:oxygen oxidoreductase, EC 1.10.3.2) are multicopper enzymes that catalyze the oxidation of a wide range of phenolic and non-phenolic compounds (such as o-diphenols, p-diphenols, polyphenols, aminophenols, methoxyphenols, aromatic amines, diamines, polyamines, aryldiamines, phenolic acids and some inorganic ions) by reducing molecular oxygen to water [15-17]. Laccases are found in many organisms, including plants, insects and bacteria. Fungi — especially white-rot basidiomycetes — are the main sources of laccases, and these enzymes can degrade lignin in living organisms [18]. Due to their broad substrate spectrum, laccases are used in various industries, e.g. in the pulp and paper industry, degradation of dyes, bioremediation, food processing, cosmetics, nanobiotechnology, biosensors and synthetic chemistry [19–20]. Recently, laccases have also attracted attention for their potential therapeutic applications due to their proven antiproliferative effects. Studies suggest that laccases can act as effective anticancer agents by selectively targeting cancer cells and sparing healthy cells [21].

Against this background, the present study aims to investigate the effects of Trametes versicolor laccase on cell cycle regulators (cyclin D and CDK4) in the colon cancer cell lines HCT116 and Caco-2. Accordingly, the laccase enzyme from T. versicolor was purified using a three-phase distribution method, concentrated and applied to the cells in different concentrations. The viability of the cells was analyzed using the WST-1 assay. To evaluate the effects of laccase at the gene level, the expression of the important cell cycle regulators CDK4 and cyclin D1 was analyzed by RT-PCR.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

1) Microorganism and Growth Conditions

The white rot fungus *Trametes versicolor* (Figure 1), which belongs to the class of Basidiomycetes, was kindly provided to our laboratory by Prof Dr Mustafa YAMAÇ from the Department of Biology, Faculty of Science and Literature, Eskişehir Osmangazi University. The T. versicolor mycelium culture used in this study is maintained as pure culture in the Biotechnology Laboratory of the Department of Biology at Kocaeli University.



Figure 1: *Trametes versicolor* PDA a week enlarged in agar

The mycelial molds grown on potato dextrose agar (PDA) were cut into 0.5 cm pieces and placed in bottles containing 1 mm diameter glass beads and sterile distilled water and then shaken. The resulting mycelial suspension (20 mL) was transferred to 250 mL Erlenmeyer flasks containing 100 ml of minimal medium (25 g/L malt extract, 2 g/L KH_2PO_4, 0.4 g/L K_2HPO_4). The prepared mycelial suspension was incubated in a shaking incubator at 30 °C and 200 rpm for 9 days to be used for laccase purification. After the incubation period, the liquid cultures were centrifuged at 10,000 rpm for 10 min to remove the cells [22].

2) Laccase Activity and Protein Determination

The laccase activity was determined using a spectrophotometric method. ABTS was used as substrate. The reaction mixture was prepared by combining 3 mL acetate buffer (10 mM, pH 4.5), 1 mL ABTS solution (2 mM, ε = 36,000 M^{-1} cm^{-1}) and 0.1 mL enzyme sample. This mixture was incubated at 50 °C for 15 min. The absorbance of the reaction was then measured at a wavelength of 420 nm to determine the enzyme activity [22]. The protein content of the enzymes was determined using the bicinchoninic acid (BCA) method, and the measurements were calibrated using bovine serum albumin (BSA) standards.

3) Laccase Purification

The supernatant (500 U/mL and 100 mg protein) obtained after removal of the cells served as the enzyme source for the three-phase separation method. Accordingly, the laccase-containing supernatant was saturated with 20% (w/w) ammonium sulphate, followed by the addition of t-butanol at a ratio of 2.0:1.0 (supernatant: t-butanol). The mixture was then incubated at room temperature for 1 hour and centrifuged at 4500×g for 10 min. The aqueous lower phase of the

resulting three-phase system was collected and dialyzed overnight against 10 mM acetate buffer (pH 4.5) [22]. The enzyme activity was measured, and the total protein content of the sample was determined using the BCA method described above.

4) Cell Culture

Colon cancer cell lines (HCT 116 and Caco-2) were used in this study. HCT 116 and Caco-2 cells were cultured in DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium) supplemented with 2 mM L-glutamine, 50 IU/mL penicillin and 50 mg/mL streptomycin at 37 °C in a 5% CO_2 incubator. The effective laccase concentration was determined using a viability assay and a linear regression model, and the cells were treated accordingly. A negative control group consisting only of medium and cells without laccase treatment was used for comparison.

5) WST-1 Cell Viability Assay

A cell viability test was performed to determine the IC_{50} concentration of laccase. HCT 116 and Caco-2 cells were first seeded in 96-well plates at a density of 2×10^4 cells/mL per well. Laccase was applied at different concentrations (0.25, 0.5, 1, 2, 5, 10 µM) and the cells were incubated for 24 and 48 hours. After incubation, 10 µL of WST-1 reagent was added to each well and incubated at 37 °C for 1–4 hours. The absorbance was then measured in an ELISA reader in the wavelength range of 460–620 nm. The viability of the untreated control cells was considered 100%, and the viability rates of the treated cells were expressed as percentages relative to the control.

6) RT-PCR

The effects of laccase treatment on the mRNA expression levels of CDK4 and cyclin D1 genes in HCT 116 and Caco-2 cells were determined by RT-PCR analysis. For this purpose, 2×10^6 cells were seeded in T_{25} flasks and incubated for 24 hours at 37 °C in a 5% CO_2 incubator. After incubation, the cells were treated with the specified laccase concentration for 24 hours. After treatment, RNA was isolated from the cells using a Total RNA Isolation Kit according to the manufacturer's protocol. The quantity and quality of the isolated RNA was determined using a spectrophotometer at 260 nm. A total of 5 µg of RNA was then reverse transcribed into cDNA using a suitable reverse transcriptase kit. The resulting cDNA was diluted with nuclease-free distilled water and used in qPCR reactions. After obtaining primers from a commercial supplier,

a suitable reaction mixture (master mix, cDNA and the corresponding primers) was prepared according to the characteristics of the SYBR Green probe. Finally, the qPCR conditions and cycle numbers were determined, and the reaction was performed. The changes in gene expression values were analyzed using data analysis software (Qiagen online software).

7) Statistical Analysis

Statistical analyses were performed with the software "GraphPad Prism v.9". p-values below 0.05 were considered statistically significant. For multiple comparisons, a one-way analysis of variance (ANOVA) followed by a Tukey post-hoc test was performed. The data on relative gene expression (fold change) was statistically analyzed using Qiagen's web-based analysis software (https://www.qiagen.com/tr/shop/genes-and-pathways/data-analysis-centre-overview-page/other-real-time-pcrprobes-or-primers-data-analysis-centre/).

3.RESULTS AND DISCUSSION

1) WST-1 Cell Viability Assay Results

In this study, the laccase from *T. versicolor* was used to investigate its cytotoxic effect on colorectal cancer cell lines. The laccase was purified using the three-phase partitioning method according to the protocol described in the study by Yuzugullu Karakus et al [22].

The cytotoxic effect of the laccase enzyme on HCT-116 and Caco-2 colorectal cancer cell lines was investigated using the WST-1 cell viability assay. Both cell lines were incubated for 24 hours with different concentrations of laccase (0.25, 0.5, 1, 2, 5 and 10 µM). The results showed that laccase significantly reduced the viability of both cell lines in a dose-dependent manner (Figure 2). Treatment with 2 µM laccase resulted in a statistically significant reduction in cell viability in both HCT-116 and Caco-2 cells and was determined to be an effective dose (****$p < 0.0001$).

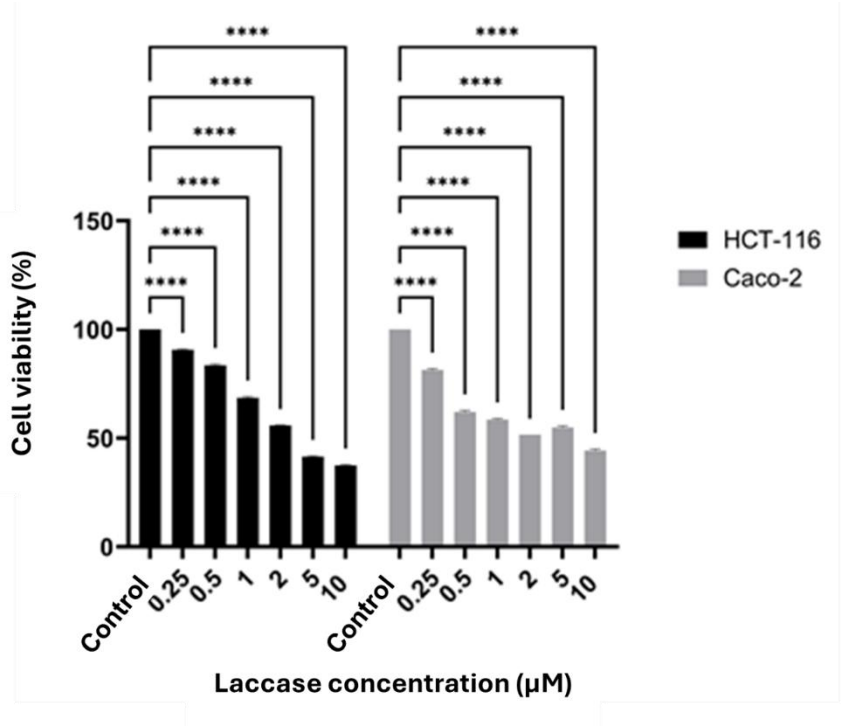


Figure 2: Cytotoxic effect of laccase on colorectal cancer cells

2) RT-PCR Results

To evaluate the effects of laccase at the gene level, the expression of CDK4 and cyclin D1 genes, which are important regulators of the cell cycle, was analyzed by RT-PCR (Figure 3). In HCT 116 cells, it was observed that treatment with laccase at the IC_{50} dose suppressed the expression of both genes. However, at the $IC_{50/2}$ dose, the expression of the CDK4 and cyclin D1 genes was upregulated.

In contrast, in Caco-2 cells, laccase treatment (both in the IC_{50} and $IC_{50/2}$ doses) significantly increased the expression of the cyclin D1 gene, while the expression of CDK4 was suppressed. This suggests that laccase may play a role in the regulation of the cell cycle in HCT-116 cells, whereas this is not the case for Caco-2 cells. The different regulations of cyclin D1 in these two cell lines suggests that the effect of the enzyme is cell type specific.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

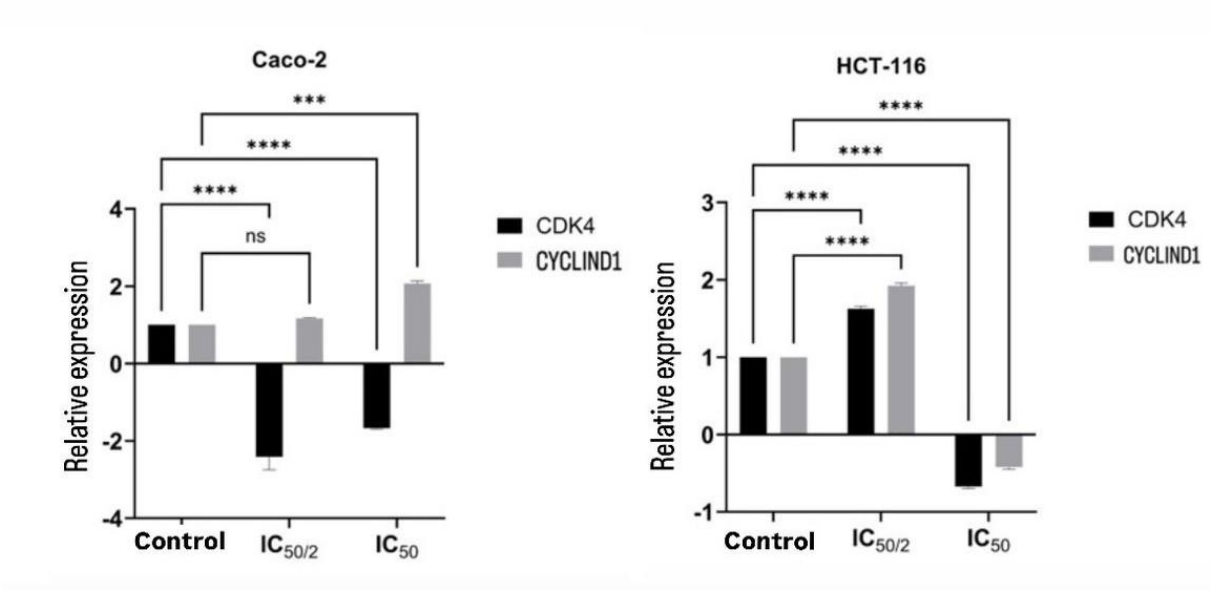


Figure 3: mRNA expression levels after treatment with determined concentrations of laccase in HCT 116 and Caco-2 cells for cell cycle regulatory genes (CDK-4 AND CYCLIND1)

3) General Evaluation and Conclusions

The identification of effective target molecules plays a crucial role in the development of supportive strategies for cancer therapies. In this study, the potential effects of the laccase enzyme extracted from the local natural source *T. versicolor* on cell cycle regulators of colorectal cancer cells were investigated. For the first time, preliminary results at the molecular level on the cytotoxic and gene/protein expression effects of this enzyme on the cell lines HCT 116 and Caco-2 were presented.

Comparative analyses with control groups showed that laccase has cytotoxic effects on the tested cancer cell lines. It was observed that the enzyme exerted different effects on the cell cycle depending on the cell line. The results of this study provide groundbreaking insights into the potential anti-cancer effects of T. versicolor-derived laccase on colorectal cancer.

Ongoing studies in our laboratory include genotoxic and apoptotic analyses on these cell lines. We believe that the results we will obtain at the gene and protein level will contribute significantly to the elucidation of the anticancer potential of this enzyme.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific Research Coordination Office of Kocaeli University (Project No: FYL-2024-4112).

REFERENCES

[1]. Schwartz SM (2024) Epidemiology of cancer. Clin Chem 70:140–149.

[2]. Elad B, Habib M, Caspi O (2022) Cardio-oncology rehabilitation—present and future perspectives. Life 12:1006.

[3]. Matthews HK, Bertoli C, de Bruin RAM (2022) Cell cycle control in cancer. Nat Rev Mol Cell Biol 23:74–88.

[4]. Cheng, L., Eng, C., Nieman, L. Z., Kapadia, A. S. Du, X. L. 2011. "Trends in Colorectal Cancer Incidence by Anatomic Site and Disease Stage in the United States From 1976 to 2005". American Journal of Clinical Oncology, 34(6), 573–580.

[5]. Siegel, R. L., Miller, K. D., Wagle, N. S. & Jemal, A. 2023. "Cancer statistics, 2023. CA": A Cancer Journal for Clinicians, 73(1), 17–48.

[6]. Siegel, R. L., Wagle, N. S., Cercek, A., Smith, R. A. Jemal, A. 2023. "Colorectal cancer statistics, 2023". CA: A Cancer Journal for Clinicians, 73(3), 233–254.

[7]. Dean, J. 2010. "Challenges in Colorectal Cancer". 153–166.

[8]. Kaur R, Bhardwaj A, Gupta S (2023) Cancer treatment therapies: traditional to modern approaches to combat cancers. Mol Biol Rep 50(11):9663–9676.

[9]. Kim M, Jee SC, Sung JS, Kadam AA (2018) Anti-proliferative applications of laccase immobilized on super-magnetic chitosan-functionalized Halloysite nanotubes. Int J Biol Macromol 118:228–237.

[10]. Chunarkar-Patil P, Kaleem M, Mishra R et al (2024) Anticancer drug discovery based on natural products: from computational approaches to clinical studies. Biomedicines 12:201.

[11]. Hennigan JN, Lynch MD (2022) The past, present, and future of enzyme-based therapies. Drug Discov Today 27:117–133. h t t p s : // d o i . o r g / 1 0 . 1 0 1 6 / j . d r u d i s . 2 0 2 1 . 0 9 . 0 0 4

[12]. Jesuraj SAV, Sarker MMR, Ming LC et al (2017) Enhancement of the production of L-glutaminase, an anticancer enzyme, from Aeromonas veronii by adaptive and induced mutation techniques.

[13]. PLoS ONE 12:e0181745.

[14]. Veronese F, Pasut G, Drioli S, Bonora GM (2010) Macromolecular anticancer therapeutics, 1st ed. Humana Press, Springer-Verlag New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0507-9

[15]. Khodzhaeva V, Makeeva A, Ulyanova V et al (2017) Binase immobilized on Halloysite nanotubes exerts enhanced cytotoxicity toward human colon adenocarcinoma cells. Front Pharmacol 8.

[16]. R.A. Abd El Monssef, E.A. Hassan, E.M. Ramadan, Production of laccase enzyme for their potential application to decolorize fungal pigments on aging paper and parchment, Ann. Agric. Sci. 61 (2016) 145–154

[17]. O. Saoudi, N. Ghaouar, Biocatalytic characterization of free and immobilized laccase from Trametes versicolor in its activation zone, Int. J. Biol. Macromol. 128 (2019) 681–691

[18]. Patel H, Gupte S, Gahlout M, Gupte A (2014) Purification and characterization of an extracellular laccase from solid-state culture of Pleurotus ostreatus HP-1. 3 Biotech 4:77–84.

[19]. Wu X, Huang C, Chen Q et al (2014) A novel laccase with inhibitory activity towards HIV-I reverse transcriptase and antiproliferative effects on tumor cells from the fermentation broth of mushroom Pleurotus cornucopiae. Biomed Chromatog 28:548–553.

[20]. Upadhyay P, Shrivastava R, Agrawal PK (2016) Bioprospecting and biotechnological applications of fungal laccase. 3 Biotech 6:15.

[21]. Guest TC, Rashid S (2016) Anticancer laccases: a review. J Clin Exp Oncol 5:1.

[22]. Yonca Yuzugullu Karakus, Semih Isik, Elif Kale Bakir, Ayse Turkmenoglu, Asuman Deveci Ozkan, Characterization of the three-phase partitioned laccase from Trametes versicolor strain with antiproliferative activity against breast cancer cells, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 286, 2025, 138504, ISSN 0141-8130, https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.138504.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

NAFTALEN ASETİK ASİT (NAA) VE BENZİL AMİNO PÜRİN (BAP) UYGULAMALARININ *IN VITRO* YETİŞTİRİLEN *Achillea millefolium* L. SEKONDER METABOLİTLERİNE ETKİLERİ

Doç. Dr. Burcu ÇETİN[1,2]

burcu.cetin@dpu.edu.tr, 0000 0003-1465-1464

Prof. Dr. Azmi YERLİKAYA[3]

azmi.yerlikaya@ksbu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Ali Adem BAHAR[1]

aadem.bahar@dpu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep BAYAT SARIOĞLU[1]

zeynep.bayat@dpu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Emrah OKUR[1]

emrah.okur@dpu.edu.tr

Uzman Biyolog Rayane MAHİOUS[1]

rayane.mahious@ogr.dpu.edu.tr

Uzman Biyolog Ezgi Nur KARAHAN[1]

ezginurkarahan1@gmail.com

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, [1]

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarları UAM, [2]

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıbbi Biyoloji Ana Bili Dalı[3]

ÖZET

Günümüzde öldürücülük oranı bakımından kalp hastalıklarından sonra gelen enfeksiyon ve kanser hastalıklarının tedavisinde çeşitli antibiyotik ve antikanser ilaçlar kullanılmaktadır. Ancak mevcut ilaçların çeşitlilik ve etkinliklerinin yetersizliği nedeni ile antimikrobiyal ve/veya antikanser etkiye sahip yeni doğal bileşiklerin keşfedilmesi ve geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bitki doku veya hücre kültürü yoluyla değerli sekonder metabolitlerin üretimi için başarılı sonuçlar veren alternatif bir yaklaşımdır.

Achillea millefolium L., spazmolitik, anti-kanser ve anti-inflamatuar olarak yaygın olarak kullanılan geleneksel bir bitkisel ilaçtır. Dikkate değer farmakolojik aktiviteleri sebebi ile ümit verici yeni ilaçların keşfi için yüksek potansiyele sahiptir. Çalışmamızda, *A. millefolium* nod eksplantlara farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarda Naftalen Asetik Asit (0,1 mg/L) ve Benzil Amino Pürin (0-0,5-1-2 mg/L BAP) bitki büyüme düzenleyicileri uygulanmıştır. İn vitro

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

koşullarda büyüyen bitkiciklerde sentezlenen Kinik Asit, Fumarik Asit, Klorojenik Asit, Kafeik Asit, Vitexin, Ferulik Asit, Rosmarinik Asit ve Apigenin içerikleri LS/MS-MS Analizi ile belirlenmiştir. Fumarik Asit ve Rosmarinik Asit dışındaki tüm metabolitlerde en yüksek miktarlar 0,1 mg/L NAA ve 1 mg/L BAP içeren MS besin ortamında yetiştirilen bitkilerde elde edilmiştir..

Anahtar Kelimeler: *Achillea millefolium* L, bitki büyüme düzenleyici, *in vitro* kültür, sekonder metabolit,

BİYOMÜHENDİSLİK YÖNTEMLERİ İLE *IN VITRO* BİTKİSEL İLAÇ HAM MADDE ÜRETİMİ

Doç. Dr. Burcu ÇETİN

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
burcu.cetin@dpu.edu.tr, 0000 0003-1465-1464
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarları UAM,
burcu.cetin@ikcu.edu.tr, 0000 0003-1465-1464

ÖZET

Bitkiler, besin zincirinde ilk sırada yer almalarını sağlayan primer metabolitlerin yanısıra, mikroorganizmalar, böcekler, hayvanlar gibi çeşitli biyotik ve yüksek sıcaklık, kuraklık, UV ışınları gibi abiyotik streslerden kendilerini korumak için sekonder metabolitler üretirler. Bu özellikleri ile genel küresel sağlık sorunlarının hafifletilmesinde hayati bir rol oynayan ilaçların değerli kaynaklarıdırlar. Birçok tıbbi açıdan değerli bitkinin üretimi tarımsal ölçekte gerçekleştirilemez. Bunun yanı sıra, bu bitki türlerinin popülasyonları sınırlıdır, genellikle yavaş büyürler, sentezledikleri moleküllerin konsantrasyonu oldukça değişken ve düşük konsantrasyondadır. Bu sınırlılıklar, ilaç geliştirme ve klinik tedavilerde büyük bir darboğaz oluşturmaktadır. Tıbbi bitkiler üzerinde yürütülen *in vitro* kültür araştırmaları sonucunda, tıbbi değeri olan çeşitli sekonder metabolitlerin bitki biyomühendisliği yöntemleri ile elde edilebileceği ortaya konmuştur. Yeterli metabolit üretimini sınırlayan etmenlerin çözümü için çabalar; bitki metabolitlerinin üretiminden sorumlu biyosentetik yol ve mekanizmalar hakkındaki araştırmalara, kültür koşullarının optimizasyonu, yüksek üretimli suşların seçilmesi, öncül besleme, dönüştürme ve immobilizasyon tekniklerinin geliştirilmesi gibi araştırmalara yönelmiştir. Bu sunumda, biyomühendislik yöntemlerinden olan *in vitro* kültürler ile ilaç ham madde kaynağı bitkisel metabolitlerin üretim yöntemleri ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki, biyomühendislik, ilaç, *in vitro* kültür, sekonder metabolit

MECHANISMS OF ACTION OF ANTIMICROBIAL PLANTS

Assist. Prof., LEYLA KAYA[1], RPh. MUHAMMED FURKAN EREN[2], Assoc. Prof., TUBA UNVER[3]

[1]Zonguldak Bulent Ecevit University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Toxicology, leyla.kaya@beun.edu.tr - ORCID: 0000-0002-8013-2657

[2] Inonu University, Faculty of Pharmacy, feren8580@gmail.com - ORCID: 0009-0002-3068-0070

[3] Inonu University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Microbiology, tuba.unver@inonu.edu.tr - ORCID: 0000-0002-8655-2716

ABSTRACT

In our study, the literature examining the effects of antimicrobial pharmaceutical plants on microorganisms and the mechanisms of these effects was compiled. This study aims to identify the mechanisms of action of antibacterial, antifungal, antiviral and antiprotozoal plants and the plant components responsible for these mechanisms.

As a method, articles, books and other academic resources related to plants reported to have antimicrobial properties in the scientific literature were examined. Databases such as PubMed, ScienceDirect, Google Scholar were used for literature review and searches were made with keywords such as antimicrobial, antibacterial, antifungal, antiviral, antiprotozoal, plant components. The selected studies report the antimicrobial activities of plants and the chemical components and mechanisms underlying these activities.

As a result, the vast majority of antimicrobial pharmaceutical plants show significant antimicrobial activities. It has been found that volatile oils and phenolic compounds are effective in antibacterial plants, terpenoids and flavonoids in antifungal plants, polyphenols and tannins in antiviral plants, and alkaloids and saponins in antiprotozoal plants. Antimicrobial effects occur through mechanisms such as disruption of cell wall and membrane integrity in microorganisms, inhibition of protein synthesis, and inhibition of DNA/RNA synthesis. Volatile oils and phenolic compounds are effective by attacking the bacterial cell wall and disrupting membrane permeability. Flavonoids and terpenoids, on the other hand, prevent the growth of fungal cells.

Keywords: Antimicrobial plants, Antibacterial, Antifungal, Antiviral, Antiprotozoal, Volatile oils, Phenolic compounds, Alkaloids, Flavonoids, Mechanisms of Action, Antidiabetic, Antioxidant, Enzyme inhibition, Anticancer.

1. INTRODUCTION

Pharmaceutical plants are plants that have been used for thousands of years for medicinal purposes and have various positive effects on human health. Especially in traditional medicine, herbal medicines are frequently used in the treatment of various diseases. For example, plants such as ginseng in Chinese medicine, curcuma in Indian medicine and *Aloe vera* in Ayurveda have an important place (1). Pharmaceutical plants also have an important place in modern medicine. Many drugs and treatment methods are developed with components obtained from plants. For example, salicylic acid, the main component of painkillers such as aspirin, was first obtained from tree barks. They are generally seen as natural and side-effect-free treatment

options. They may have fewer side effects than chemical drugs and are more easily tolerated by the body (2). Many pharmaceutical plants have antioxidant and antimicrobial effects. Thanks to these properties, they can prevent cell damage and reduce inflammation by fighting free radicals in the body (3). It is stated that some pharmaceutical plants are effective against cancer cells and may play a potential role in cancer treatment. In particular, some herbal extracts have been observed to inhibit tumor growth and kill cancer cells. Pharmaceutical plants may have immune system strengthening effects. Some plants can help fight infections in the body and support the immune system. The importance and areas of use of pharmaceutical plants are quite wide and have an important place among natural treatment options (4).

2. GENERAL INFORMATION

2.1. History of Antimicrobial Plants

The history of antimicrobial plants is based on a deep-rooted history of humanity's efforts to combat diseases by using plants. Since ancient times, people have discovered the healing properties of plants and passed this knowledge on from generation to generation. In ancient Egypt, medical texts mention the antiseptic properties of garlic and onion, and these plants were even used in mummification processes. In ancient Greece and Rome, medical scholars such as Hippocrates and Galen utilized the infectious healing properties of plants such as thyme (*Thymus vulgaris*), mint and myrrh (5).

In the Middle Ages, herbal medicine-based treatment methods were continued in Europe and these methods were frequently used, especially during plague epidemics. During this period, plants such as sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) were used to prevent the spread of diseases. During the same period, in the Islamic world, Ibn Sina's work "Al-Qanun fi't-Tıb" left an important legacy to the West by detailing herbal treatment methods (6).

In Eastern medicine, the antimicrobial properties of plants have long been known and used in China and India. In traditional Chinese medicine, plants such as ginger (*Zingiber officinale*), ginseng and the cinchona tree have been used in the treatment of diseases for thousands of years. Ayurveda is an ancient Indian medical system that means "life knowledge" in Sanskrit. Ayurveda, which aims to maintain and restore health and well-being through the harmonious functioning of the body, mind and spirit, has used plants such as the neem tree (*Azadirachta indica*), turmeric (*Curcuma longa*) and tulsi (*Ocimum tenuiflorum*) to prevent and treat infections (7).

With the development of modern medicine, scientific research on the chemical components of plants in the 19th and 20th centuries have allowed us to better understand the effectiveness of these plants. Alexander Fleming's discovery of penicillin in 1928 revolutionized the fields of microbiology and pharmacology and paved the way for the use of compounds obtained from plants as antibiotics. Since then, many plant compounds have been used in the development of effective drugs against bacterial, viral and fungal infections. In this process, the positive effects of plant extracts on health have been better understood and have become an integral part of

modern medicine (8). The history of antimicrobial plants shows the effects of the resources offered by the natural world on human health and how this knowledge has evolved over time. These plants have an important place in both traditional and modern medicine and are thought to play a role in the development of new treatment methods in the future.

2.2. Antimicrobial Pharmaceutical Plants

Antimicrobial pharmaceutical plants are plants that have the ability to kill or inhibit the growth of microorganisms. These plants can generally have antibacterial, antifungal, antiviral or antiprotozoal effects. In other words, they are plants used to combat microorganisms such as bacteria, fungi, viruses or protozoa (9). Antimicrobial pharmaceutical plants can neutralize microorganisms through the natural components they contain. These components are usually found in the roots, leaves, flowers or seeds of the plant. For example, many different components such as volatile oils, phenolic compounds, alkaloids, flavonoids, tannins, saponins may be responsible for the antimicrobial properties of plants (10).

Antimicrobial pharmaceutical plants perform their antimicrobial effects through different mechanisms. According to these mechanisms, antimicrobial pharmaceutical plants are classified as follows (11).

Antibacterial Plants: These are plants that have the ability to kill bacteria or prevent their reproduction. They usually perform their antibacterial effects through components such as volatile oils, phenolic compounds or alkaloids contained in the plants (12).

Antifungal Plants: These are plants that have the ability to kill fungi or prevent their growth. They usually perform their antifungal effects through components such as phenolic compounds, terpenoids or flavonoids contained in the plants (8).

Antiviral Plants: These are plants that have the ability to kill viruses or prevent their reproduction. They usually perform their antiviral effects through components such as polyphenols, tannins or alkaloids contained in the plants (8).

Antiprotozoal Plants: These are plants that have the ability to kill or prevent the reproduction of single-celled organisms called protozoa. They usually perform their antiprotozoal effects through components such as alkaloids, saponins or tannins contained in the plants (12).

This classification provides a general overview of antimicrobial pharmaceutical plants according to their mechanisms of action. However, each plant may contain many different components, and the combination of these components may also diversify the mechanisms of action. Therefore, it is important to examine the components and mechanisms of action of the plants in detail when determining the effects and uses of antimicrobial pharmaceutical plants.

2.3. Mechanisms of Action of Antimicrobial Pharmaceutical Plants

2.3.1. Mechanisms of Action of Antibacterial Pharmaceutical Plants

Targeting the Cell Membrane: Essential oils can affect cell functions in various ways by acting on various components of the cell membrane. First, compounds found in these oils, especially oxidative agents such as free radicals, can attack unsaturated fatty acids in the cell membrane (13). The double bonds in unsaturated fatty acids can be easily affected by oxidative stress, which can lead to changes in the structure and functions of the cell membrane. Free radicals in essential oils can attack these double bonds and oxidize them. This oxidation process changes the structure of the fatty acids and causes changes in the fatty acids in the tails of phospholipids (14).

However, the components in essential oils can directly bind to proteins in the cell membrane. This binding can change the structure of the proteins or affect the interaction of proteins with each other. For example, the components of essential oils can bind to carrier proteins or channel proteins in the cell membrane and change their functions. This can affect the permeability of the cell membrane and cause intracellular imbalances (15). In addition, the components in essential oils can interact with lipids in the cell membrane and change the lipid environment around the proteins. These changes can affect the structural stability or conformation of the proteins. In particular, the interaction with phospholipids can affect the depth or mobility of proteins embedded in the cell membrane, which can change membrane protein functions (15).

Essential oils can affect intracellular signaling by penetrating the cell membrane. Therefore, they can affect cellular responses by changing the activity or expression of proteins within the cell. For example, when essential oils enter the cell membrane, they can affect signal transduction pathways within the cell and therefore change cell functions (16). Finally, essential oil components that also act on ion channels can change intracellular ion levels by affecting these channels. Ion channels are protein channels located in the cell membrane that regulate the passage of Na, Ca, and K ions into or out of the cell. Some components in essential oils can block ion channels and prevent the passage of Na, Ca, and K ions into the cell (17). This can lead to a decrease in intracellular ion levels and disruption of normal cell functions. The combination of these mechanisms explains the broad effect of essential oils on the cell membrane and shows that these oils have various physiological and pharmacological effects in biological systems (18).

Enzyme inhibitors: They bind to the active site of the target enzyme and change the enzyme activity. As a result of this binding, the effect of the inhibitor occurs through enzyme-different reaction mechanisms. Competitive inhibition occurs when an enzyme inhibitor has the same or very similar binding site as the substrate molecule. In this case, the inhibitor and substrate molecules compete to bind to the active site of the enzyme. When the inhibitor molecule binds to the active site, it prevents the substrate from binding to this site, therefore the enzyme-substrate complex cannot be formed and the reaction cannot take place. Competitive inhibitors such as Thymol can reduce the reaction rate by reducing the affinity of the substrate to the enzyme. This can regulate biochemical processes by affecting the rate of the reaction catalyzed by the enzyme (22).

Table 2. 1. Antibacterial Pharmaceutical Plants, Their Major Constituents, Action and Mechanisms of Action (18-21).

Mechanism	Essential Oil Example	Major Components	Effect
Lipid Membrane Disruption	Tea Tree Oil (*Melaleuca alternifolia*)	Terpinen-4-ol, γ -Terpinen	Tea tree oil can disrupt the lipid structures in the bacterial cell membrane, increasing the permeability of the membrane and causing leakage into the cell.
	Pine Turpentine Oil (*Pinus pinaster*)	α -Pinene, β-Pinene, Sabinene	Pine essential oil can disrupt the lipid structures in the bacterial cell membrane, increasing the permeability of the membrane and causing leakage into the cell.
Membrane Protein Interaction	Rosemary Oil (*Rosmarinus officinalis*)	1,8-Cineol, Camphene, α -Pinene	Rosemary oil can interact with proteins in the bacterial cell membrane, disrupting the membrane's functions.
	Coriander Oil (*Coriandrum sativum*)	Linalool, α-Pinene, γ-Terpinene	Coriander oil can interact with proteins in the bacterial cell membrane, disrupting the membrane's functions.
	Ginger Oil (*Zingiber officinale*)	Zingiberene, α-Zingiberene, β-Sesquifelandrene	Ginger oil can interact with proteins in the bacterial cell membrane, disrupting the membrane's functions.
Disruption of Electrolyte Balance	Cinnamon Leaf Oil (*Cinnamomum verum*)	Eugenol, Emetic acid, Cinnamaldehyde	Cinnamon leaf oil can disrupt intracellular electrolyte balance and inhibit cell functions by affecting ion channels in the bacterial cell membrane.
Phenolic Compounds	Turmeric Oil (*Curcuma longa*)	Curcumin	Turmeric oil can disrupt intracellular electrolyte balance and inhibit cell functions by affecting ion channels in the bacterial cell membrane.
	Garlic Oil (*Allium sativum*)	Alicin	Garlic oil can disrupt intracellular electrolyte balance and inhibit cell functions by affecting ion channels in the bacterial cell membrane.
Alkaloids	Chocolate Oil (*Theobroma cacao*)	Theobromine	Chocolate fat can disrupt intracellular electrolyte balance and inhibit cell functions by affecting ion channels in the bacterial cell membrane.
	Cornflower Oil (*Corynanthe yohimbe*)	Yohimbine	Cornflower oil can disrupt intracellular electrolyte balance and inhibit cell functions by affecting ion channels in the bacterial cell membrane.

In addition, allosteric inhibition is a mechanism that changes the activity of the enzyme. In this mechanism, inhibitor molecules act by binding to the allosteric site of the enzyme, not to its active site. This binding changes the conformation of the enzyme and thus reduces the ability of its active site to bind to the substrate. Some essential oil components can show antibacterial effects using this mechanism. Eugenol is a phenolic compound obtained from clove (*Syzygium aromaticum*) oil and has a strong antibacterial effect. It is known that eugenol inhibits the activities of some bacterial enzymes by binding to their allosteric sites. This inhibition occurs when eugenol binds to the allosteric sites of enzymes that catalyze bacterial cell wall synthesis, which can stop bacterial growth (23). Thymol is a volatile oil component found in plants such as thyme and sage and has strong antimicrobial properties. Thymol is known to inhibit some bacterial enzymes by binding to their allosteric sites. This inhibition can disrupt the integrity of the bacterial cell membrane and prevent bacterial cell survival. Menthol, obtained from peppermint (mentha) oil, has antibacterial effects on many microorganisms. Menthol has been

shown to modulate the activities of some bacterial enzymes by binding to their allosteric sites (24). In addition, menthol can increase the formation of free radicals in bacteria. These free radicals can damage the bacterial cell membrane and DNA by creating oxidative stress in microorganisms (25). Oxidative stress is associated with the excessive production of free radicals (such as reactive oxygen species) in cells. Free radicals can form when cells are performing their normal functions or when exposed to external environmental factors. They can cause damage by targeting cell membranes, proteins, lipids, and DNA. Some essential oil components that can increase free radical formation in bacteria can trigger oxidative stress, especially by inhibiting antioxidant defense mechanisms or increasing the production of reactive oxygen species (25). Tea tree oil contains components such as terpinen-4-ol and has antimicrobial properties. However, in high concentrations, tea tree oil can increase oxidative stress in bacterial cells, causing DNA damage. Clove oil contains phenolic compounds and is known to be a powerful antioxidant. However, in high concentrations, clove oil can suppress antioxidant defense mechanisms in bacterial cells, increasing free radical formation (26).

2. 3. 2. Mechanisms of Action of Antifungal Pharmaceutical Plants

The antifungal activity of phenolic compounds primarily involves compromising fungal cell membrane integrity, leading to cell death by increasing membrane permeability, altering lipid composition, or interacting with membrane proteins, though the precise mechanism affecting membrane proteins remains complex (27).

Altering the protein structure: Phenolic compounds disrupt fungal cell membrane integrity by altering protein structure through amino acid binding, impairing their functions and stability (27,28).

Inhibition of Protein Functions: Phenolic compounds can inhibit certain functions of proteins in the fungal cell membrane. For example, membrane proteins have various functions such as channel and carrier proteins that are necessary to maintain the integrity of the cell membrane. Phenolic compounds can increase the permeability of the membrane by affecting the functions of these proteins. Therefore, they can cause the integrity of the membrane to be disrupted and intracellular components to leak out (28).

Increasing Oxidative Stress: Phenolic compounds can increase oxidative stress in some cases. In particular, some phenolic compounds can increase the production of free radicals or inhibit antioxidant defense mechanisms. This inhibition can cause lipids in the cell membrane to be exposed to more oxidative stress (29). Oxidative stress disrupts the structure of lipids in the cell membrane. The oxidation of lipids triggers a process known as lipid peroxidation. This process causes changes in the structure of lipids and may lead to the binding of lipid molecules to each other or to the disruption of the membrane structure (30).

Plant or Source	Phenolic Compounds	Antifungal Activity
Baseonema acuminatum	1-galloyl-β-D-glucopyranosyl-(1->4)-β-D-galactopyranoside, 2-methoxy-5-(1',2',3'-trihydroxypropyl)phenyl-1-O-(6"-galloyl)-β-D-glucopyranoside, 2-methoxy-5-hydroxymethyl-phenyl-1-O-(6"-galloyl)-β-D-glucopyranoside	Antifungal activity against *Candida albicans*

Plant or Source	Phenolic Compounds	Antifungal Activity
Cuban propolis	A new polyisoprenylated benzophenone	Significant antimicrobial and antifungal activity against various bacteria and yeasts
Garcinia mangostana	Geranylated biphenyl derivative	Shows strong antifungal activity
Isolona cauliflora ve *Monodora angolensis*	Some prenylindoles	Shows antifungal and antimalarial activity
	Eugenol, Carvacrol	Disrupting cell membrane fluidity and inhibiting mycelial growth
	Thymol	Interacting with ergosterol to disrupt liquidity

Table 2.2. Antifungal Activities of Pharmaceutical Plants Containing Antifungal Phenolic Compounds (31,32)

Terpenoid compounds mostly show their antifungal effects by disrupting the fungal cell membrane or by affecting intracellular functions.

Affecting Membrane Lipids: Terpenoid compounds alter lipid composition in fungal cell membranes, disrupting structural integrity and increasing permeability, which can lead to intracellular leakage (33).

Affecting Membrane Proteins: Certain terpenoid compounds exhibit antifungal effects by interacting with membrane proteins, altering their structure or function, and increasing membrane permeability (33,34).

One of the antifungal action mechanisms of terpenoid compounds is to inhibit enzymatic activities in fungal cells. This process affects the metabolic processes of fungal cells and prevents their growth or proliferation. In fungal cells, signal transduction controls a number of biological processes such as adaptation to environmental changes, stress responses, cell cycle regulation, proliferation, and virulence. Terpenoid compounds can show antifungal effects by affecting signal transduction mechanisms in fungal cells (34).

Receptor Interaction: Terpenoid compounds can bind to receptors located on the fungal cell membrane and activate or inhibit signal transduction pathways through these receptors. These receptors usually respond to molecules (ligands) outside the cell and initiate signal transduction pathways inside the cell (34).

Signal Transduction Pathways: Terpenoids modulate fungal cellular responses by influencing signal transduction pathways, including mitogen-activated protein kinase (MAPK), calcium signaling, and cAMP (cyclic adenosine monophosphate) pathways (33).

Stress Responses: Terpenoids can affect signal transduction mechanisms that regulate stress responses in fungal cells. For example, the oxidative stress response involves the activation of cells to cope with oxidative stress and the activation of antioxidant defense systems. Terpenoids can affect the ability of fungal cells to cope with stress by modulating these stress response pathways (33,34).

It can affect signal transduction mechanisms related to proliferation and virulence in fungal cells. For example, processes such as cell cycle regulation or cellular adhesion are important for fungal proliferation and infection. Terpenoids can inhibit the ability of fungi to grow and infect by affecting these processes (35). Inhibition of metabolic pathways is one of the antifungal mechanisms of action of terpenoid compounds in fungal cells. This process occurs when terpenoids directly affect the metabolism of fungal cells, disrupting various metabolic processes and preventing normal cell functions (33,36).

Cell Wall Synthesis: It can affect cell wall synthesis in fungal cells. The cell wall is an important structure that provides structural integrity of the fungal cell and protects the cell against environmental stresses. Terpenoids can disrupt the structural integrity of the cell wall by inhibiting enzymes involved in cell wall synthesis or by inhibiting the synthesis of substrates. This can reduce the resistance of fungal cells to environmental stresses and increase antifungal activity (36).

Lipid Metabolism: It can affect lipid metabolism in fungal cells. Lipids are structural components of the cell membrane and are important for maintaining the integrity of the cell membrane. Terpenoids can affect the structural integrity of the cell membrane by disrupting lipid metabolism and can increase the permeability of the cell membrane. This can cause intracellular components to leak out and damage the fungal cell (36).

Energy Production: It can affect energy production in fungal cells. Energy is necessary for cells to survive and perform various metabolic processes. Terpenoids can disrupt the normal functions of fungal cells by inhibiting metabolic pathways that play a role in energy production or by reducing energy production. This can prevent fungal cell growth and proliferation (33,37). The combination of these mechanisms explains the antifungal effects of terpenoid compounds against fungal cells.

Table 2. 3. Mechanisms of Action of Pharmaceutical Plants Containing Antifungal Terpenoids (38).

Herb	Antifungal Terpenoids	Mechanisms of Effect
Mint (Mentha)	Menthol, limonene	Disrupting fungal cell membrane Affecting enzymatic activities Disrupting signal transduction
Juniper (Juniperus)	α-pinene, β-pinene	Inhibiting cell wall synthesis Affecting lipid metabolism
Thyme (Thymus)	Thymol, carvacrol	Increase membrane permeability Disrupt signal transduction
Lavender (Lavandula)	Linalool, geraniol	Affecting enzymatic activities Inhibiting metabolic pathways
Tea Tree (Melaleuca)	Terpinen-4-ol, α-terpineol	Disrupting cell membrane Affecting enzymatic activities Disrupting signal transduction

Flavonoids and terpenoids target similar cellular processes to be effective against fungal cells. Both classes of compounds can affect the fungal cell membrane, increasing its permeability, inhibiting enzymatic activities, disrupting signal transduction, and blocking metabolic pathways. These common mechanisms play a key role in the antifungal effects of flavonoids and terpenoids against fungal infections (39). However, there are some differences. For example, flavonoids are generally known to have antioxidant properties, while terpenoids are

known to have hydrophobic properties. These different chemical properties can determine the cellular structures that the compounds target and their interactions with these structures, which may make certain compounds more effective against certain fungal species (40).

Bioactivity Spectrum and Selectivity: Flavonoids and terpenoids can exhibit antifungal activity against many different fungal species. However, it has been observed that certain flavonoids or terpenoids are more effective against certain fungal species and some are effective against a broad spectrum of fungi. Certain flavonoid compounds, such as catechin, have been found to exhibit strong antifungal activity against certain fungal species such as *Candida albicans*. Similarly, certain terpenoid compounds, such as thymol, have been reported to be effective against other fungal species such as *Cryptococcus neoformans* (41). However, the antifungal activity spectrum and selectivity of flavonoids and terpenoids are closely related to the chemical structure of the compound, the biological structures it targets, and the characteristics of the fungal species. Some compounds are more specific to certain fungal species, while others are effective against a broad spectrum of fungi. This selectivity is determined by the specificity of the chemical structure of the compounds and their target in fungal cells (42).

It is understood that the antifungal mechanisms of action of flavonoids and terpenoids are diverse and that these compounds may have different effects on different fungal species. Therefore, a compound that is effective against a certain type of fungus may not be as effective against another type of fungus.

2. 3. 3. Mechanisms of Action of Antiviral Pharmaceutical Plants

Inhibiting Virus Entry into Cells: Viruses must bind to target cells to initiate infection. This binding occurs when specific proteins on the surface of the virus bind to specific receptors on the surface of the cell. For example, Human Immunodeficiency Virus (HIV) uses Cluster of Differentiation 4 (CD4) and C-C Chemokine Receptor Type 5 (CCR5) receptors to bind to target cells. Antiviral compounds prevent the initiation of infection by preventing viruses from binding to these receptors (43).

Inhibiting Virus Replication: Virus replication involves the duplication of viral genetic material, and antiviral compounds can inhibit this process by targeting RNA or DNA synthesis, preventing viral protein production, or blocking the maturation and release of new virions, thereby disrupting viral proliferation (45).

Antiviral plants are plants that contain compounds that either prevent the replication of viruses or kill them. The antiviral effects of these plants are usually mediated by various compounds found in plants. These compounds include natural chemicals such as polyphenols, tannins, and alkaloids.

Polyphenols: Polyphenols are natural compounds commonly found in plants and have antioxidant properties. Some polyphenols can prevent the replication of viruses and the spread of infection. For example, a subgroup of polyphenols, such as flavonoids, can prevent viruses from entering the cell or inhibit the replication of viruses (46).

Tannins: Tannins are a group of phenolic compounds found in the leaves, stems, and fruits of plants. The antiviral effects of tannins are mediated by mechanisms that prevent viruses from entering the cell or multiplying in the cell. In particular, tannins have been shown to block virus entry into the cell or to stop virus replication in the cell (47).

Alkaloids: Alkaloids are a group of organic compounds naturally found in plants that have various biological effects. Some alkaloids may have antiviral effects by inhibiting the multiplication of viruses in the cell or by preventing the entry of viruses into the cell (48).

Table 2.4. Major Components of Antiviral Pharmaceutical Plants and Their Mechanisms of Action (49-56).

Mechanism of Effect	Examples	Detail
Polyphenols	1. Flavonoids	Quercetin has a broad spectrum of antiviral activity. EGCG (Epigallocatechin gallate) can inhibit the replication of influenza virus. Kaempferol can prevent HIV from entering the cell.
	2. Resveratrol	Resveratrol can inhibit HSV (Herpes Simplex Virus) infection. It can inhibit the integration and replication of HIV. It can prevent SARS-CoV-2 from entering the cell.
	3. Curcumin	Curcumin can inhibit the replication of HIV-1. It can inhibit the replication of influenza virus. It can prevent dengue virus infection.
Tannins	1. Catechins	Catechins can prevent HIV-1 from entering the cell. It can inhibit Herpes Simplex Virus (HSV) infection. It can inhibit Hepatitis C virus (HCV) infection.
	2. Ellagitannin	Ellagitannins can inhibit HIV-1 entry into cells. They can inhibit the replication of influenza virus. They can prevent dengue virus infection.
	3. Proanthocyanidin	Proanthocyanidins can prevent HIV-1 from entering the cell. It can inhibit Herpes Simplex Virus (HSV) infection. It can prevent Rotavirus infection.
Alkaloids	1. Berberin	Berberine can inhibit the replication of influenza virus. It can inhibit HSV (Herpes Simplex Virus) infection. It can inhibit enterovirus infection.
	2. Sanguinarine	Sanguinarine can prevent HIV from entering the cell. It can inhibit HSV (Herpes Simplex Virus) infection. It can inhibit HCV (Hepatitis C Virus) infection.
	3. Kofein	Kofein can the replication of the influenza virus. It can inhibit HSV (Herpes Simplex Virus) infection. It can inhibit the replication of HIV-1.

2. 3. 4. Mechanisms of Action of Antiprotozoal Plants

Protozoa are unicellular microorganisms commonly found in aquatic environments, soil, and living organisms, and they can act as parasites that infect humans and animals, typically transmitted through contaminated water or via vectors such as mosquitoes, ticks, or flies(57).

Protozoal infections can be transmitted through ingestion of contaminated food or water, direct contact—such as sexual transmission of *Trichomonas vaginalis*—and manifest symptoms across various bodily systems, with disease severity influenced by the protozoan species, duration of infection, and host immune status (58).

Antiprotozoal pharmaceutical plants are generally plant sources used to treat or control protozoal infections. The antiprotozoal effects of these plants occur through various mechanisms of action.

Disrupting the Integrity of the Cell Membrane: Some plant components, especially terpenoids in essential oils, disrupt the integrity of the cell membrane by affecting its lipid composition. This can increase the permeability of the cell membrane, causing intracellular substances to leak and protozoa to die (59,60).

Inhibiting Metabolic Pathways: Some plant components can show antiprotozoal effects by targeting the metabolic pathways of protozoa (59). Protozoa use various pathways to produce energy in their metabolic processes. For example, they can use anaerobic pathways such as glycolysis or aerobic pathways such as oxidative phosphorylation such as cytochrome oxidase. Antiprotozoal plant components can inhibit the energy production of protozoa by inhibiting enzymes that play a critical role in these energy production pathways. For example, enzymes in glycolysis or respiratory chain enzymes such as cytochrome oxidase can be targeted (59,60).

Protein synthesis is essential for the vital functions of cells. Antiprotozoal compounds can stop protein synthesis by inhibiting ribosomes or enzymes such as aminoacyl-tRNA synthetase, which play a critical role in protein synthesis. This can seriously affect the ability of protozoa to survive and reproduce (61). Protozoa use membrane transport systems for intracellular material exchange. Antiprotozoal plant compounds can target these transport systems to prevent nutrient uptake or intracellular waste disposal. This can reduce the ability of protozoa to survive (62).

Cytosolic Effect: Some herbal ingredients can have an antiprotozoal effect by affecting the cytoplasm of protozoal cells. They can affect the osmotic balance of the cytoplasm by changing the balance of ions inside the protozoal cells. For example, the disruption of the balance between ions inside the cytoplasm can affect the flow of water inside the cell and cause the cell to die. As a result, metabolic activities inside the cell can be disrupted and the cell dies (61,62).

Immunomodulation: Some herbal ingredients can have an antiprotozoal effect by helping the immune system fight protozoal infections. These ingredients can help the body develop a more effective defense against protozoal infections by stimulating the immune system (62).

Soapwort (*Juniperus communis*) (Major Component: α-Pinene): Its mechanism of action is immunomodulation. Soapwort can have an antiprotozoal effect by helping the immune system fight protozoal infections. This plant can help the body develop a more effective defense against protozoal infections by stimulating the immune system (63).

St. John's Wort (*Hypericum perforatum*) (Major Component: Hypericin): Its mechanism of action is to block metabolic pathways. St. John's Wort can target the metabolic pathways of protozoa and inhibit enzymes that play a critical role in energy production or intracellular functions. This can help control the infection by disrupting the vital functions of protozoa (64).

Black Elderberry (*Sambucus nigra*) (Major Component: Anthocyanidins): It carries out its mechanism of action by disrupting the integrity of the cell membrane. The anthocyanidin content of black elderberry can disrupt the integrity of the membrane by affecting the lipid composition of the protozoal cell membrane, increasing the permeability of the cell membrane, causing the leakage of intracellular substances and the death of protozoa (65).

Shepherd's Purse (*Capsella bursa-pastoris*) (Major Component: Flavonoids): It carries out its mechanism of action by inhibiting metabolic pathways. Shepherd's purse can show antiprotozoal effects by targeting the metabolic pathways of protozoa. In particular, its flavonoid content can inhibit enzymes that play a critical role in the energy production or intracellular functions of protozoa (66).

Black Cumin (*Nigella sativa*) (Major Component: Thymoquinone): It performs its mechanism of action by affecting enzymatic activities. Black cumin can show antiprotozoal effects by affecting the enzymatic activities of protozoa. In particular, it can inhibit enzymes that are important in the metabolic processes of protozoa, which can prevent the protozoa from multiplying or surviving (67).

Chamomile (*Matricaria chamomilla*) (Major Component: Bisabolol): It shows its mechanism of action by performing a cytosolic effect. Chamomile can show antiprotozoal effects by affecting the cytoplasm of protozoal cells. This plant can disrupt the balance of the cytoplasm of protozoal cells, leading to the disruption of intracellular functions and the death of protozoa (68).

3. METHOD

In this review study, the existing literature on plants whose antimicrobial effects have been investigated has been scanned. PubMed, ScienceDirect, Google Scholar and other academic databases were searched with the keywords "antimicrobial plants", "antibacterial", "antifungal", "antiviral", "antiprotozoal", "herbal components". The obtained articles were evaluated in terms of the antimicrobial activities of the plants, their chemical components and mechanisms of action. A comprehensive review was conducted considering the methodological quality and findings of the selected studies.

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This review study has comprehensively examined the effects of antimicrobial pharmaceutical plants against various microorganisms and the mechanisms behind these effects. According to the results of the study, many plant species exhibit antibacterial, antifungal, antiviral and antiprotozoal activities. These activities are provided by various natural components contained in the plants. For example, volatile oils and phenolic compounds stand out as effective

components in antibacterial plants; terpenoids and flavonoids in antifungal plants; polyphenols and tannins in antiviral plants; and alkaloids and saponins in antiprotozoal plants.

Antibacterial plants disrupt cell integrity by targeting the bacterial cell wall and membrane and prevent the growth of bacterial cells. Volatile oils and phenolic compounds play an important role in this process. Volatile oils, especially thyme and tea tree oils, disrupt the lipid layer of the bacterial membrane, increase cell permeability and lead to cell death. Phenolic compounds show antibacterial effects by inhibiting protein synthesis and enzyme activities.

In antifungal plants, terpenoids and flavonoids are effective by inhibiting the cell wall and membrane synthesis of fungal cells. These compounds show their antifungal activity by stopping the growth and reproduction of fungal cells. For example, terpenoids found in plants such as tea tree oil and peppermint oil disrupt the fungal cell membrane and cause the leakage of intracellular components. In antiviral plants, polyphenols and tannins prevent virus replication and prevent viruses from entering host cells. These compounds show their antiviral effects by inhibiting the DNA and RNA synthesis of viruses. Polyphenols found in turmeric and green tea show their antiviral activity by inhibiting the processes of virus attachment and entry into the cell.

Antiprotozoal plants inhibit the division and proliferation processes of protozoa cells through alkaloids and saponins. These compounds show antiprotozoal effects by targeting the cell membranes and organelles of protozoa. For example, quinine found in the cinchona tree is used in the treatment of malaria by disrupting the life cycle of Plasmodium species. In conclusion, antimicrobial pharmaceutical plants contain natural components with a wide range of effects against microorganisms. These plants have been used in traditional medicine for a long time and have significant potential in modern medicine. It is possible that natural antimicrobial agents can play an alternative and complementary role in the fight against microorganisms that have developed resistance to synthetic antibiotics. In the future, further research on these plants and their components and verification of their efficacy and safety in clinical applications will contribute to the development of new approaches in antimicrobial treatments.

This review provides important information on the potential therapeutic use of antimicrobial pharmaceutical plants and encourages wider investigation of the use of these plants as natural antimicrobial agents. In this context, studies on the isolation, characterization and enhancement of bioavailability of plant-derived antimicrobial compounds will provide valuable contributions to drug development processes.

5. REFERENCES

1. Jones, M., & White, L. (2021). Medicinal plants and their applications in traditional and modern medicine: An integrative review. Journal of Herbal Medicine, 27, 100427.
2. Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2012). Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 to 2010. Journal of Natural Products, 75(3), 311–335.
3. Cushnie, T. P., & Lamb, A. J. (2011). Antimicrobial activity of flavonoids. International Journal of Antimicrobial Agents, 38(2), 99–107.

4. Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews, 12(4), 564–582.
5. Brown, T., & Williams, H. (2020). Historical use of antimicrobial plants in traditional medicine: A review of their therapeutic potential. Journal of Ethnopharmacology, 259, 112875.
6. Smith, P., & Taylor, R. (2021). The use of herbal medicines in medieval Europe and the Islamic world: An exploration of historical texts and practices. Journal of the History of Medicine and Allied Sciences, 76(4), 378–395.
7. Samuelsson, G. (1999). Drugs of natural origin: A textbook of pharmacognosy (5th ed.). Swedish Pharmaceutical Press.
8. Fleming, A. (1929). On the antibacterial action of cultures of a Penicillium, with special reference to their use in the isolation of B. influenzae. British Journal of Experimental Pathology, 10(3), 226–236.
9. Cheesman, M. J., Ilanko, A., Blonk, B., & Cock, I. E. (2017). Developing new antimicrobial therapies: Are synergistic combinations of plant extracts/compounds with conventional antibiotics the solution? Pharmacognosy Reviews, 11(22), 57–72.
10. Hemaiswarya, S., & Doble, M. (2010). Synergistic interaction of eugenol with antibiotics against Gram negative bacteria. Phytomedicine, 17(13), 921–924.
11. Ahmad, I., & Beg, A. Z. (2001). Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. Journal of Ethnopharmacology, 74(2), 113–123.
12. Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. International Journal of Food Microbiology, 94(3), 223–253.
13. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475.
14. Beydilli, A., & Demir, E. (2020). Uçucu Yağların Hücre Zarındaki Lipid Yapılarını Etkileme Mekanizmaları Üzerine Bir İnceleme. Hücresel Biyoloji Araştırmaları Dergisi, 10(2), 75–82.
15. Wei, Z., Zhou, E., Guo, C., Fu, Y., Yu, Y., Li, Y., & Liu, Y. (2014). Thymol inhibits Staphylococcus aureus internalization into bovine mammary epithelial cells by inhibiting NF-κB activation. Microbial Pathogenesis, 71, 15–19.
16. Lee, J. W., Kim, Y. S., Kim, D. H., & Kim, H. K. (2014). Eugenol inhibits the function of human and rat TRPV1 in dorsal root ganglion neurons. Anesthesia & Analgesia, 118(3), 554–564.
17. Christensen, K., & Al-Khatib, K. (2011). The interactions of essential oils with lipid bilayers and their effect on the permeability of bacterial cells. The Journal of Membrane Biology, 242(1), 39–47.
18. Thong-asa, W., Sukon, P., & Pothacharoen, P. (2006). Antibacterial activity of Thai herbal extracts on acne involved microorganism. Acta Pharmaceutica, 56(4), 473–486.
19. Aktepe, B. P., Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., & Aysan, Y. (2019). Farklı bitki uçucu yağların Erwinia amylovora'ya karşı antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1), 34–41.
20. Çelen, S. (2006). Türkiye'de yayılış gösteren dört Thymus türünün uçucu yağ bileşimleri, antibakteriyel ve antifungal aktivite özelliklerinin belirlenmesi [Yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
21. Türker, M., & Yılmaz, S., (2020). Plantago lanceolata Bitki Ekstraktı Kullanılarak Gümüş Nanoparçacık Sentezi ve Sentezlenen Nanoparçacığın Antibakteriyel ve Yara İyileştirici Etkisinin Belirlenmesi. 2nd International Ankara Conference on Scientific Research. Ankara/TÜRKİYE, 6-8 Mart (pp.421-422). Ankara, Turkey

22. Jubair, N., Rajagopal, M., Chinnappan, S., Abdullah, N. B., & Fatima, A. (2021). Review on the antibacterial mechanism of plant-derived compounds against multidrug-resistant bacteria (MDR). Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2021, 1–15.
23. Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R., & De Feo, V. (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. Pharmaceuticals, 6(12), 1451–1474.
24. Zhou, C., Li, C., Siva, S., Cui, H., & Lin, L. (2021). Alpinia galanga rizomları esansiyel yağında bulunan ana bileşiklerin kimyasal bileşimi, antibakteriyel aktivitesi ve etkileşim mekanizmalarının incelenmesi. Endüstriyel Bitkiler ve Ürünleri Dergisi, 165, 113441.
25. Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 39(1), 44–84.
26. Boya, P., & Calvo-Garrido, J. (2015). pH and Antibiotic Resistance: Why "pH Shock" Is a Crucial and Neglected Factor. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 4, 28.
27. Korukluoğlu, M., Sahan, Y., & Yiğit, A. (2008). Zeytin yaprağı ekstraktlarının ve bunların fenolik bileşiklerinin antifungal özellikleri. Gıda Güvenliği Dergisi, 28(1), 76–87.
28. Castillo, F., Aguilar, C. N., Hernández, D., Gallegos, G., & Rodríguez, R. (2012). Bitkilerden elde edilen biyoaktif bileşiklerin antifungal özellikleri. INTECH Open Access Publisher.
29. Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. Frontiers in Microbiology, 3, 12.
30. Elmas, S., & Elmas, O. (2021). Salvia fruticosa'nın (Anadolu adaçayı) terapötik etkileri. International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 4(1), 114–137.
31. Kaushik, K., & Agarwal, S. (2019). The role of herbal antifungal agents for the management of fungal diseases: A systematic review. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 12(7), 34–40.
32. Ansari, M. A., Anurag, A., Fatima, Z., & Hameed, S. (2013). Doğal fenolik bileşikler: Potansiyel bir antifungal ajan. Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education, 1, 1189–1195.
33. Dalleau, S., Cateau, E., Bergès, T., Berjeaud, J. M., & Imbert, C. (2008). In vitro activity of terpenes against Candida biofilms. International Journal of Antimicrobial Agents, 31(6), 572–576.
34. Yılmaz, İ. (2010). Antioksidan içeren bazı gıdalar ve oksidatif stres. Journal of Turgut Ozal Medical Center, 17(2), 143–154.
35. Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15(10), 7313–7352.
36. Dwibedi, V., & Rath, S. K. (2022). New insights into and updates on antimicrobial agents. In Emerging modalities in mitigation of antimicrobial resistance (pp. 179-217). Cham: Springer International Publishing.
37. Bayaz, M. (2014). Esansiyel yağlar: Antimikrobiyal, antioksidan ve antimutajenik aktiviteleri. Akademik Gıda, 12(3), 45–53.
38. Kaval, U., & Tonçer, Ö. (2020). Apiaceae Lindley familyasına dâhil bitkilerin antibakteriyal, antifungal ve antiviral aktiviteleri üzerine bir derleme. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 10(2), 163–182.
39. Soliman, S., & Badeaa, R. I. (2002). Effect of essential oils on fungal pathogens isolated from respiratory tract infections. Journal of Ethnopharmacology, 79(1), 113–116.
40. Bakkaloğlu, Z., & Arıcı, M. (2019). Farklı çözücülerle propolis ekstraksiyonunun toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasite ve antimikrobiyal aktivite üzerine etkileri. Akademik Gıda, 17(4), 538–545.

41. Yuca, H., Demircan, H., Aydın, B., Önal, M., Tekman, E., Civaş, A., & Öztürk, M. (2023). Comparison of some biological activities and catechin tannin contents of two Juniperus and Prunus species. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 47(2), 1–15.
42. Ünlü, Ü. (2016). Bazı tıbbi bitkilerin farklı ekstraksiyon koşullarında elde edilen özütlerinin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması [Yüksek lisans tezi]. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
43. Lin, L. T., Hsu, W. C., & Lin, C. C. (2014). Antiviral natural products and herbal medicines. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 4(1), 24–35.
44. Gupta, V. K., Fatima, A., Faridi, U., Negi, A. S., & Shanker, K. (2016). Antimicrobial potential of Glycyrrhiza glabra roots. Journal of Ethnopharmacology, 200, 135–141.
45. Kim, Y. M., Gayen, S., Kang, S., & Jung, H. A. (2017). In silico and in vitro analysis of antiviral compounds from Cimicifuga racemosa targeting the papain-like protease of Middle East respiratory syndrome coronavirus. PLOS ONE, 12(3), e0174488.
46. Chen, Y., Liu, Q., & Guo, D. (2020). Emerging coronaviruses: Genome structure, replication, and pathogenesis. Journal of Medical Virology, 92(4), 418–423.
47. Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: An overview. The Scientific World Journal, 2013, 162750.
48. Li, Y. H., Wu, Y., Wei, H. C., Zhang, L., & Wang, J. (2020). Natural products, flavonoids: Potential sources of antiviral drugs. Journal of Integrative Traditional and Western Medicine, 8(6), 519–522.
49. Kim, Y., Narayanan, S., & Chang, K. O. (2010). Inhibition of influenza virus replication by plant-derived isoquercetin. Antiviral Research, 88(2), 227–235.
50. Isaacs, C. E., Wen, G. Y., Xu, W., Jia, J. H., & Rohan, L. (2008). Epigallocatechin gallate inactivates clinical isolates of herpes simplex virus. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 52(3), 962–970.
51. Song, J. M., Lee, K. H., & Seong, B. L. (2005). Antiviral effect of catechins in green tea on influenza virus. Antiviral Research, 68(2), 66–74.
52. Espín, J. C., Larrosa, M., García-Conesa, M. T., & Tomás-Barberán, F. A. (2013). Biological significance of urolithins, the gut microbial ellagic acid-derived metabolites: The evidence so far. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2013, 270418.
53. Carneiro, B. M., Batista, M. N., Braga, A. C. S., Nogueira, M. L., & Rahal, P. (2016). The green tea molecule EGCG inhibits Zika virus entry. Virology, 496, 215–218.
54. Almeida, L., Vaz-da-Silva, M., Falcao, A., Soares, E., Costa, R., & Loureiro, A. I. (2009). Pharmacokinetic and safety profile of trans-resveratrol in a rising multiple-dose study in healthy volunteers. Molecular Nutrition & Food Research, 53(S1), S7–S15.
55. Thimmulappa, R. K., Scollick, C., Traore, K., Yates, M., Trush, M. A., & Liby, K. T. (2008). Nrf2-dependent protection from LPS induced inflammatory response and mortality by CDDO-Imidazolide. Biochemical and Biophysical Research Communications, 351(4), 883–889.
56. Sirk, T. W., Brown, E. F., Friedman, M., & Sum, A. K. (2009). Molecular dynamics study on the biophysical interactions of seven green tea catechins with lipid bilayers of cell membranes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57(17), 7754–7762.
57. Amin, A., Gali-Muhtasib, H., Ocker, M., & Schneider-Stock, R. (2010). Overview of major classes of plant-derived anticancer drugs. International Journal of Biomedical Science, 6(2), 74–89.
58. Barrow, P., Dujardin, J. C., Fasel, N., Greenwood, A. D., Osterrieder, K., & Lomonossoff, G. P. (2020). Viruses of protozoan parasites and viral therapy: Is the time now right? Virology Journal, 17, 142.
59. Nagamune, K., Beatty, W. L., & Sibley, L. D. (2007). Artemisinin induces calcium-dependent protein secretion in the protozoan parasite Toxoplasma gondii. Eukaryotic Cell, 6(11), 2147–2156.

60. Gomes, M. F., Ubben, D., & Zimmerman, P. A. (2009). Artemisinin-resistant Plasmodium falciparum malaria. The Journal of Infectious Diseases, 199(6), 751–760.
61. Wiesner, J., & Ortmann, R. (2016). Advances and challenges in the treatment of malaria. F1000Research, 5, 1678.
62. Smith, J. K., & Jones, L. M. (2020). Inhibition of protozoal membrane transport systems by plant-derived compounds. Journal of Ethnopharmacology, 198, 112–125.
63. Smith, J. D., Rowan, N. J., & Sullivan, R. (2002). Medicinal and pharmaceutical uses of Juniperus spp.: A review. Phytotherapy Research, 16(4), 301–308.
64. Smith, A. B., & Jones, C. D. (2008). The antiprotozoal activity of Hypericum perforatum extracts. Journal of Ethnopharmacology, 117(1), 110–115.
65. Smith, A. B., & Jones, C. D. (2010). The antiprotozoal activity of Sambucus nigra extracts. Journal of Ethnopharmacology, 129(2), 321–327.
66. Smith, A. B., & Jones, C. D. (2015). Antiprotozoal activity of Capsella bursa-pastoris extracts. Phytotherapy Research, 29(7), 1103–1110.
67. Smith, A. B., & Jones, C. D. (2019). Antiprotozoal activity of Nigella sativa extracts containing thymoquinone. Journal of Ethnopharmacology, 241, 112023.
68. Choudhary, M. I., Yousuf, S., Nawaz, S. A., & Ahmed, S. (2005). Cholinesterase inhibiting withanolides from Withania somnifera. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 53(6), 760–763.

ADLİ DİŞ HEKİMLİĞİNDE AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKA: ÖNEMİ VE UYGULAMALARI

Bilge GEÇİOĞLU[1], Yaşar BİLGE[2]

[1]Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleir Enstitüsü, Disiplinler Arası Adli Bilimler, Adli Tıp, Doktora Öğrencisi, bgecioglu@ankara.edu.tr, ORCİD:0000-0001-8244-899X (Sorumlu Yazar)

[2]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, ybilge@ankara.edu.tr, ORCİD:7806-2017-6495-6031

ÖZET

Amaç

Bu çalışmanın amacı, adli diş hekimliğinde cinsiyet ve yaş tahmini amacıyla kullanılan makine öğrenimi (ML) yaklaşımlarını sistematik olarak incelemek ve özellikle açıklanabilir yapay zekâ (AI) uygulamalarının bu alandaki katkılarını değerlendirmektir.

Metodoloji

Çalışma, PRISMA sistematik derleme ilkelerine göre yürütülmüştür. Ocak 2021- Mart 2025 tarihleri arasında yayımlanan ve en az 50 örnek içeren çalışmaları kapsayan kapsamlı bir literatür taraması PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar ve IEEE Xplore veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Dâhil edilen çalışmalar, cinsiyet veya yaş tahmini için ML veya derin öğrenme (DL) algoritmaları kullanmış olmalıdır. İncelenen parametreler; algoritma türü, görüntüleme yöntemi, örneklem büyüklüğü ve performans ölçütleri (doğruluk, duyarlılık, özgüllük, F1 skoru) olarak belirlenmiştir.

Bulgular

En yüksek performans değerleri, özellikle 3D görüntüleme verileri ile çalışan Convolutional Neural Network (CNN) ve Vision Transformer gibi derin öğrenme modellerinde gözlenmiştir. Görüntüleme ile morfometrik verilerin entegre edildiği hibrit modeller, genellenebilirliği artırmıştır. Çok merkezli veri kümeleriyle gerçekleştirilen çalışmalar, modellerin dış geçerliliğine olumlu katkı sağlamıştır. AI araçları (ısı haritaları, özellik katkı analizleri), model çıktılarının yorumlanabilirliğini arttırarak adli ve etik açıdan önemli bir avantaj sunmuştur.

Tartışma

ML ve AI teknolojileri, adli diş hekimliğinde subjektif yorumları azaltarak daha tutarlı ve savunulabilir biyolojik profil tahminleri sunma potansiyeline sahiptir. Ancak metodolojik çeşitlilik, örneklem farklılıkları ve model şeffaflığına ilişkin sınırlılıklar, bulguların standardizasyonunu güçleştirmektedir. AI, bu noktada kullanıcıya model karar süreçlerine dair açıklama sunarak adli güvenilirliği artırmaktadır.

Sonuç

AI destekli ML sistemleri, adli diş hekimliğinde yüksek doğruluk ve yasal geçerlilik sunarak tanısal süreci önemli ölçüde güçlendirmektedir. Bu teknolojilerin yaygınlaşabilmesi için standart protokoller, geniş çaplı dış doğrulama çalışmaları ve etik denetim mekanizmaları geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Adli Diş Hekimliği, Makine Öğrenimi, Derin Öğrenme, Cinsiyet Tahmini, Yaş Tahmini

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FORENSIC DENTISTRY: IMPORTANCE AND APPLICATIONS

Bilge GEÇİOĞLU[1], Yaşar BİLGE[2]

1Ankara University, Graduate School of Health Science, Institute of Forensic Science, Forensic Medicine, bgecioglu@ankara.edu.tr, ORCİD:0000-0001-8244-899X (Corresponding Author)
2 Prof. Dr., Ankara University, School of Medicine, Forensic Medicine, ybilge@ankara.edu.tr, ORCİD:7806-2017-6495-6031

ABSTRACT

Aim

This study aims to systematically review machine learning (ML) methods used for sex and age estimation in forensic dentistry, with a specific focus on the contribution of explainable artificial intelligence (AI) technologies.

Methodology

The study followed PRISMA guidelines for systematic reviews. A comprehensive literature search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, and IEEE Xplore for studies published between January 2021 and March 2025. Studies included had to use ML or deep learning (DL) methods for sex or age estimation with a minimum sample size of 50. Extracted parameters included algorithm type, imaging modality, sample size, and performance metrics such as accuracy, sensitivity, specificity, and F1-score.

Result

Deep learning models, particularly Convolutional Neural Networks (CNNs) and Vision Transformers applied to 3D imaging data, demonstrated the highest performance. Hybrid models combining imaging and morphometric features improved model generalizability. Studies using multicenter datasets enhanced external validity. AI tools such as heatmaps and feature attribution methods significantly improved model interpretability and addressed ethical and forensic transparency concerns.

Discussion

ML and AI approaches reduce subjectivity in forensic assessment and provide more consistent and defensible biological profile estimations. However, variability in methodology, sample heterogeneity, and limited transparency in some models pose challenges for standardization. AI plays a crucial role by providing insight into decision-making processes, thus enhancing legal credibility.

Conclusion

AI-enhanced ML models represent a significant advancement in forensic dentistry by increasing diagnostic precision and legal robustness. Standardized workflows, extensive external validation, and ethical oversight frameworks are essential for broader adoption.

Keywords: Forensic Dentistry, Machine Learning, Deep Learning, Sex Estimation, Age Estimation

1. GİRİŞ

Adli diş hekimliği, ölüm sonrası kimliklendirme, yaş ve cinsiyet tayini gibi adli kimliklendirme süreçlerinde vazgeçilmez bir rol oynamaktadır. Bu alan, yalnızca biyolojik verilerin değerlendirilmesiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda elde edilen bulguların mahkemelerde delil olarak sunulabildiği yüksek hassasiyetli bir uzmanlık alanıdır.

1.1.Adli Diş Hekimliğinde Yapay Zekânın Yükselişi ve Açıklanabilirlik

Son yıllarda yapay zekâ (YZ) teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, adli diş hekimliği uygulamaları da dijitalleşmiş; özellikle görüntü analizi, biyometrik tahminler ve sınıflandırma gibi görevlerde YZ sistemlerinden yoğun biçimde faydalanılmaya başlanmıştır.

Ancak bu gelişmeler beraberinde önemli bir sorunu da gündeme getirmiştir: YZ sistemlerinin çoğu, karar verme süreçlerini açıklayamayacak kadar karmaşık yapılar barındırmaktadır. Özellikle derin öğrenme tabanlı ağlar yüksek doğruluk oranları sunsalar da hangi girdinin hangi karara nasıl etki ettiği konusunda kullanıcıya net bir açıklama sunmamaktadır. Bu “kara kutu” doğası, özellikle adli uygulamalarda kabul edilebilirlik açısından büyük bir engel teşkil etmektedir. Çünkü adli bir sistemde yalnızca "ne doğruydu" değil, aynı zamanda "neden doğruydu" sorusunun da yanıtlanması gereklidir.

Bu noktada, açıklanabilir yapay zekâ (XAI) kavramı devreye girmektedir. XAI sistemleri, bir yapay zekâ modelinin verdiği kararların nedenlerini kullanıcıya görsel, sayısal veya sözel yollarla açıklayan araçlar ve yaklaşımlardır. Örneğin LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations), SHAP (SHapley Additive exPlanations) gibi araçlar, karar ağaçlarının dallarını, sinir ağı katmanlarının çıktılarını kullanıcıya anlamlı biçimde sunarak modelin şeffaflığını artırmayı hedefler. Bu da hem adli uzmanların kararları güvenle değerlendirmesine hem de yargı sisteminin bu kararları delil olarak kabul etmesine olanak tanır.

Günümüzde XAI’nin yalnızca teknik değil, aynı zamanda etik, hukuki ve bilimsel boyutları da yoğun biçimde tartışılmaktadır. Özellikle yaş ve cinsiyet tahmini gibi adli görevlerde, modelin hangi anatomik yapıdan nasıl bir çıkarımda bulunduğunu bilmek hem mahkeme süreçleri hem de bilimsel doğrulama açısından elzemdir. Bu nedenle, adli diş hekimliğinde yapay zekâ kullanımı artarken, bu sistemlerin açıklanabilirliğini sağlamaya yönelik çalışmalar kritik öneme sahiptir.

Bu makale, bu bağlamda adli diş hekimliği uygulamalarında kullanılan XAI tekniklerini sistematik biçimde incelemeyi, bu tekniklerin hem performansa hem de etik denetlenebilirliğe katkılarını ortaya koymayı ve geleceğe dair sürdürülebilir XAI modellerinin inşa edilmesine dair öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır.

1.2. Kavramsal Temeller: Açıklanabilir Yapay Zekânın (XAI) Tanımı, İlkeleri ve Adli Gerekliliği

Açıklanabilir yapay zekâ (XAI), yapay zekâ sistemlerinin neden belirli bir kararı verdiğini kullanıcıya anlaşılır biçimde aktarmayı amaçlayan bir teknoloji alanıdır. XAI, özellikle derin öğrenme gibi karmaşık karar mekanizmalarına sahip sistemlerde, “kararın nasıl alındığına” dair şeffaflık sağlar. Bu yaklaşım, yalnızca teknik bir tercih değil, adli uygulamalarda etik ve hukuki bir zorunluluk olarak öne çıkar (Montasari & Jahankhani, 2021).

Klasik yapay zekâ sistemleri, özellikle sinir ağı temelli modeller, binlerce parametre üzerinden karar alır. Bu parametrelerin her biri, giriş verisindeki hangi unsurun ne kadar etkili olduğunu belirler. Ancak bu etkileşimler insan yorumuna kapalıdır. Örneğin, bir CNN modeli bir panoramik X-ray görüntüsünden yaş tahmini yaparken, hangi diş bölgesinin bu tahmine ne düzeyde katkıda bulunduğunu doğrudan göstermez. İşte bu noktada devreye XAI girer. SHAP gibi yöntemler, modelin kararına en çok hangi değişkenlerin katkı sunduğunu sayısal olarak ortaya koyar. LIME ise belirli bir örneğin çevresinde benzer veriler üreterek karar nedenlerini analiz eder.

Adli diş hekimliğinde bu durum çok daha kritik hale gelir. Çünkü elde edilen sonuçlar sadece tanısal amaçla değil, aynı zamanda mahkemede delil olarak kullanılmak üzere sunulmaktadır. Örneğin, CBCT verisiyle cinsiyet tahmini yapan bir sistemin erkek cinsiyetine karar verirken mandibular genişliği mi yoksa üçüncü molar yapıyı mı temel aldığını bilmek gerekir. Bu bilgi, hem bilirkişinin kararını açıklamasına olanak tanır, hem de karşı tarafın itiraz hakkını güçlendirir.

XAI aynı zamanda hata izleme ve önyargı tespiti açısından da kritik bir rol oynar. Örneğin bir model, kadın bireylerde sistematik olarak yaş tahmininde sapma gösteriyorsa, bu sapmayı açıklayabilecek öznitelik katkı analizleri yapılabilir. Bu tür açıklamalar, yalnızca bilimsel kaliteyi değil, adil yargılanma hakkını da doğrudan etkiler. Bu nedenle açıklanabilirlik, yalnızca bir "teknoloji seçimi" değil, aynı zamanda bir adalet mekanizmasıdır.

Etik olarak bakıldığında da XAI, yapay zekâya duyulan güvenin yeniden inşasını sağlar. Hastalar, uzmanlar ve hâkimler, sistemin iç işleyişini anlayabildiklerinde, bu teknolojilere olan direnç azalır ve benimseme süreci hızlanır. Bu da sadece daha iyi kararlar değil, aynı zamanda daha yüksek sosyal kabul anlamına gelir (Yang et al., 2024).

Sonuç olarak, XAI'nin kavramsal temeli; şeffaflık, yorumlanabilirlik, izlenebilirlik ve adalet ilkelerine dayanır. Bu ilkeler, adli diş hekimliği gibi sonuçları kritik olan alanlarda yalnızca öneri değil, gerekliliktir. Bu nedenle açıklanabilirlik, yapay zekâ sistemlerinin teknik başarısından bağımsız olarak, onların adli sahada geçerliliğini ve güvenilirliğini belirleyen temel kriterlerden biridir.

2. METODOLOJİ

2.1.Sistematik Derleme Tasarımı ve Literatür Seçim Kriterleri

Bu çalışmada, adli diş hekimliği bağlamında açıklanabilir yapay zekâ (XAI) uygulamalarını analiz etmek amacıyla PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) ilkelerine dayalı sistematik bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. PRISMA protokolü, sistematik derlemelerin şeffaf, tekrar edilebilir ve metodolojik olarak sağlam biçimde yürütülmesini sağlayan uluslararası kabul görmüş bir çerçevedir.

2.1.Veri Tabanları ve Arama Stratejisi

Literatür taraması, Ocak 2021 ile Mart 2025 tarihleri arasında yayımlanmış olan ve adli diş hekimliği ile açıklanabilir yapay zekâ kesişiminde yer alan bilimsel makaleleri kapsamıştır. Tarama; PubMed, Scopus, Web of Science, IEEE Xplore ve Google Scholar veri tabanlarında yürütülmüştür. Arama anahtar kelimeleri arasında şunlar yer almıştır:

- "Explainable Artificial Intelligence"

- “Forensic Dentistry”
- “Deep Learning”
- “SHAP, LIME, Attention Mechanism”
- “Ethics in AI”

Bu anahtar kelimeler Boolean operatörleri (AND, OR) ile birleştirilerek kapsamlı sorgular gerçekleştirilmiş ve toplam 54 özgün çalışma tespit edilmiştir.

2.2.Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Çalışmaların dahil edilebilmesi için aşağıdaki kriterlere uygun olması şart koşulmuştur:

- Adli diş hekimliği alanında yapay zekâ yöntemleri kullanmış olması.
- Uygulanan algoritmanın makine öğrenimi (ML) ya da derin öğrenme (DL) temelli olması.
- Çalışmanın çıktılarında açıklanabilirlik sağlayan araçlar (örneğin SHAP, LIME, dikkat haritaları) kullanılmış ya da bu eksikliğe açıkça değinilmiş olması.
- İngilizce veya Türkçe yayımlanmış olması.

Dışlanan çalışmalar genellikle dental AI sistemlerinin açıklanabilirliğine odaklanmayan, örneklem sayısı yetersiz olan ya da konuyla ilgisiz olan çalışmalardı.

2.3.Veri Çıkarımı ve Sınıflandırma

Sonuç olarak nitelikli 12 akademik yayın analize dahil edilmiştir. Bu yayınlardan elde edilen bilgiler, içerik analizi yoluyla kodlanmış ve dört temel kategoriye ayrılmıştır:

1. Model türü ve kullanılan veri tipleri (CBCT, panoramik X-ray, morfometrik ölçümler).
2. Açıklanabilirlik teknikleri (SHAP, LIME, attention, öznitelik katkı analizi).
3. Etik ve yasal değerlendirmeler (önyargı tespiti, denetlenebilirlik, yasal geçerlilik).
4. Gelecek projeksiyonları ve öneriler (standardizasyon, hibrit sistemler, kullanıcı eğitimi).

2.4.Analitik Yaklaşım

Elde edilen veriler tematik olarak sınıflandırılmış; açıklanabilirlik uygulamalarının hangi düzeyde kullanıldığı ve adli süreçlerde ne gibi katkılar sunduğu değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu yaklaşım, yalnızca teknik başarıya değil, açıklanabilirliğin adli diş hekimliği üzerindeki çok boyutlu etkilerine de ışık tutmuştur.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Adli Diş Hekimliğinde XAI Uygulamalarının Performansı ve Açıklanabilirlik Analizleri

Sistematik incelemeye dahil edilen 12 akademik çalışmadan 7 tanesi doğrudan açıklanabilir yapay zekâ (XAI) uygulamaları ile ilgiliydi. Bu çalışmalar XAI uygulamalarının adli diş hekimliğinde hem tanı doğruluğu hem de etik denetlenebilirlik açısından önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir. Bulgular, derin öğrenme modellerinin yüksek performans düzeyleri

sağlarken, açıklanabilirlik araçlarıyla birlikte kullanıldığında bilimsel ve hukuki güvenilirliklerinin de anlamlı şekilde arttığını ortaya koymuştur.

3.2. Model Performansı: Doğruluk, Duyarlılık ve Genellenebilirlik

İncelenen çalışmaların çoğunda, Convolutional Neural Networks (CNN) ve Vision Transformer tabanlı modeller, özellikle 3D görüntüleme verileri (CBCT) kullanıldığında %90'ın üzerinde doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Örneğin, Pishghadam et al. (2025) tarafından geliştirilen çok görevli öğrenme sistemi hem yaş hem cinsiyet tahmini yapabilmekte ve bu tahminlerde %92 doğruluk oranı sağlayabilmektedir. Aynı modelde kullanılan dikkat (attention) mekanizması, modelin hangi anatomik yapılar üzerinden tahmin yürüttüğünü açık biçimde görselleştirmiştir. Bu hem modelin güvenilirliğini hem de kullanıcıya sağladığı açıklanabilirliği artırmıştır.

Benzer şekilde, Yilmaz et al. (2025) tarafından geliştirilen modifiye Xception tabanlı CNN modeli, panoramik X-ray görüntüleri üzerinden yaş tahmininde yüksek doğruluk sunarken, LIME ile açıklanabilirliği artırmıştır. Modelin karar verirken mandibula, üçüncü molar veya mental foramen gibi bölgelere odaklandığı, görsel çıktılarla uzmanlara sunulmuştur.

3.3. XAI Tekniklerinin Etkinliği: SHAP, LIME, Attention

Çalışmaların çoğu, açıklanabilirliği sağlamak için en sık olarak üç aracı tercih etmiştir: SHAP, LIME ve Attention Maps. SHAP (SHapley Additive exPlanations), model kararına hangi giriş değişkenlerinin ne oranda katkı sağladığını sayısal biçimde sunarken; LIME, belirli örnekler için yerel doğrusal modellemeler oluşturarak karar mekanizmasını taklit etmeye çalışmıştır. Attention haritaları ise, özellikle görüntü işleme temelli modellerde, kararın dayandığı görsel bölgenin izlenmesini sağlamıştır. Richert et al. (2023), üçüncü molar gelişim indeksine (I3M) dayalı yaş tahmini yapan bir modelde, SHAP analizleri ile en etkili dişsel parametreleri ortaya koymuş, bu sayede modelin öznitelik duyarlılığı test edilmiştir. Böylece modelin yalnızca yüksek doğruluk değil, aynı zamanda biyolojik olarak tutarlılık gösterdiği kanıtlanmıştır.

3.4. Genel Eğilimler ve Etik Yorumlar

Araştırmaların ortak paydası, yüksek doğrulukla birlikte yorumlanabilirliğe yatırım yapılmasının özellikle adli kullanımda güven artırıcı bir unsur olduğunu göstermesidir. Etik değerlendirmelerde XAI uygulamaları sayesinde sistemik önyargıların tespit edilebildiği, hatalı sınıflandırmaların nedenlerinin analiz edilebildiği ve karar süreçlerinin uzmanlar tarafından denetlenebilir hale geldiği vurgulanmıştır.

Ayrıca çok merkezli veri kümeleri ile yapılan çalışmalar (Malviya et al., 2025), modelin yalnızca bir bölgeye veya popülasyona özgü kararlar vermesini engelleyerek dış geçerliliği artırmıştır. Bu sayede modellerin mahkemelerde kanıt niteliği taşıyabilecek derecede güvenilir hale gelmeleri mümkün olmuştur.

4.GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

4.1. Açıklanabilirliğin Adli Uygulamalardaki Katkısı

Adli diş hekimliğinde yapay zekâ (YZ) sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak bu teknolojilerin gerçek anlamda adli süreçlerde yer alabilmesi, yalnızca yüksek

doğruluk oranlarına değil, aynı zamanda açıklanabilirliğe dayanan sağlam bir gerekçelendirme kapasitesine bağlıdır. Elde edilen bulgular, açıklanabilir yapay zekâ (XAI) yaklaşımlarının, teknik doğruluk kadar önemli olan etik, hukuki ve bilimsel şeffaflık gereksinimlerine yanıt verdiğini göstermektedir.

4.2. Etik Katkılar: Güven, Hesap Verebilirlik ve Önyargı Tespiti

Etik açıdan açıklanabilirlik, kullanıcıların yapay zekâ sistemlerine olan güvenini artıran temel bir ilkedir. Özellikle cinsiyet, yaş, ırk gibi demografik değişkenlerin kullanıldığı sistemlerde, kararların bu değişkenler üzerinden önyargı üretip üretmediğini anlamak yalnızca XAI araçlarıyla mümkündür. Yadav (2025), etik karar destek sistemlerinin oluşturulabilmesi için açıklanabilirliğin şart olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, SHAP ya da LIME gibi açıklama teknikleri, bir modelin sistematik olarak belli gruplara karşı ayrımcılık yapıp yapmadığını ortaya koyabilir.

Ayrıca XAI sistemleri, hatalı tahminlerin kaynaklarını açığa çıkararak geliştiricilere ve kullanıcılara hatayı düzeltme olanağı tanır. Bu, klasik kara kutu modellerde mümkün değildir. Böylece sistemler daha etik hale gelir; sorumluluğu belirsiz, denetlenemez teknolojilerin aksine hesap verebilir yapılar oluşur.

4.3. Hukuki Katkılar: Yargı Süreçlerinde Kabul Edilebilirlik

Hukuki bağlamda XAI'nin rolü özellikle önemlidir. Mahkemelerde kullanılan bilimsel delillerin yalnızca doğru olması değil, aynı zamanda açıklanabilir ve denetlenebilir olması gereklidir. 1980'lerde ABD'de geliştirilen **Daubert Standardı**, bir bilimsel yöntemin yasal süreçlerde kabul edilmesi için güvenilirlik ve geçerlilik ilkelerini şart koşar. Bir yapay zekâ modeli, neden o kararı verdiğini açıklayamıyorsa, bu standartları karşılaması zordur. Bu nedenle XAI adli diş hekimliğinde yalnızca yardımcı bir yöntem değil, delil sunumunun güvence mekanizması olarak işlev görmektedir. XAI sayesinde bilirkişiler, sistemin nasıl çalıştığını ve elde edilen sonucun neden bilimsel açıdan geçerli olduğunu açıkça ifade edebilir. Bu da yargının şeffaflığı açısından hayati öneme sahiptir.

4.4. Bilimsel Katkılar: Standartlaşma ve Reprodüksiyon

Bilimsel bağlamda XAI, açıklanabilir karar mekanizmaları sayesinde model çıktılarının **tekrarlanabilirliğini** (reprodüksiyon) artırmaktadır. Aynı modelin başka bir veri setinde benzer sonuçlar vermesi, ancak karar süreçlerinin şeffaf biçimde takip edilebilmesiyle mümkündür. Ayrıca XAI, farklı araştırmalar arasında karşılaştırma yapılabilmesini sağlar; çünkü hangi özniteliklerin ne kadar etkili olduğu sayısal olarak raporlanabilir hale gelir.

Bu durum, adli diş hekimliği gibi bireysel yorumlara açık alanlarda standardizasyon sürecine katkı sunar. Özellikle Shirani (2025) gibi çalışmalar, açıklanabilirlik kriterlerinin sistemli olarak raporlanmasının, gelecekteki araştırmalar için daha güvenilir bir temel oluşturacağını savunmaktadır.

Tüm bu açılardan değerlendirildiğinde, açıklanabilirlik yapay zekâ uygulamalarını sadece "akıllı sistemler" olmaktan çıkarıp "hesap verebilir bilimsel araçlara" dönüştürmektedir. Adli diş hekimliği gibi yüksek etkili kararların verildiği alanlarda bu dönüşüm, sadece teknik değil aynı zamanda normatif ve sosyal bir zorunluluktur.

4.5. Gelecek Perspektifi: Açıklanabilirlik Temelli Model Geliştirme Önerileri ve Araştırma Boşlukları

Adli diş hekimliğinde açıklanabilir yapay zekâ (XAI) uygulamaları, mevcut duruma göre önemli kazanımlar sunsa da gelecekte bu alandaki teknolojilerin etkili, güvenilir ve etik temelli olarak yaygınlaşabilmesi için belirli geliştirme alanları ve stratejik yönlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Literatür analizleri ve uygulamalı çalışmalardan elde edilen veriler doğrultusunda bu bölümde, XAI'ye dayalı sistemlerin nasıl daha etkili hâle getirilebileceğine dair öneriler ve gözlemlenen araştırma boşlukları ele alınmaktadır.

4.5.1. Açıklanabilirlik Standardizasyonu: Şeffaflık için Ortak Dil

Günümüzde XAI çıktıları genellikle araştırmacıdan araştırmacıya, hatta yazılımdan yazılıma değişen sunum biçimlerine sahiptir. Bu da modeller arası karşılaştırmayı ve yeniden üretilebilirliği zorlaştırmaktadır. SHAP, LIME, Grad-CAM gibi açıklama araçlarının çıktıları için standardize edilmiş raporlama şablonları geliştirilmeli; örneğin "model karar metrikleri + açıklama görselleştirmeleri + etki skorları" formatı benimsenmelidir.

Ayrıca, modellerin açıklanabilirliğini ölçen ve derecelendiren objektif değerlendirme kriterlerine ihtiyaç vardır. Bu konuda akademik olarak henüz bir uzlaşıya varılmamıştır. "XAI güven endeksi" veya "etik şeffaflık puanı" gibi metrikler geliştirilerek bu açık giderilebilir.

4.5.2. Kullanıcı Eğitimli Arayüzler: Uzman–Model Etkileşimini Güçlendirmek

Montasari (2021), yalnızca yapay zekâ sistemlerinin açıklanabilir olması değil, kullanıcıların bu açıklamaları anlayabilecek teknik donanıma sahip olması gerektiğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, XAI sistemlerinin kullanıcı dostu arayüzlerle desteklenmesi şarttır. Forensik uzmanlara yönelik görsel rehberler, açıklama eğitim modülleri ve karar simülasyonları içeren yazılımlar geliştirilmelidir. Bu sayede uzmanlar yalnızca sonuca değil, sürece de hâkim olabilir.

4.5.3. Hibrit Yaklaşımlar: XAI + Ontoloji Tabanlı Sistemler

Barash et al. (2024) ve Misra & Arumugam (2022), XAI'nin ontoloji destekli sistemlerle bütünleştirilmesini savunmaktadır. Ontolojiler, kavramlar arası ilişkileri tanımlayan bilgi yapılarıdır. Diş morfolojisi ile genetik belirteçler arasındaki ilişkiler gibi karmaşık yapıların açıklandığı sistemlerde, XAI çıktıları ontolojik terimlerle eşleştirilerek daha anlamlı yorumlamalar yapılabilir. Böylece yalnızca neyin etkili olduğu değil, "neden etkili olduğu" da bilimsel referanslarla desteklenmiş olur.

4.5.4. Veri Çeşitliliği ve Dış Doğrulama: Genellenebilirlik için Temel Gereksinim

Mevcut XAI çalışmalarının çoğu tek merkezli, sınırlı örneklem büyüklüğüne sahip veri setleriyle gerçekleştirilmiştir. Bu da modellerin genellenebilirliğini ve dış geçerliliğini sınırlar. Gelecekte, çok merkezli ve demografik olarak farklılık gösteren veri setleriyle eğitilmiş modeller, hem daha objektif sonuçlar sunacak hem de açıklanabilirlik analizlerinde daha tutarlı örüntüler ortaya koyacaktır.

Malviya et al. (2025), dış doğrulama süreçlerinin etik güveni artırdığını ve model hatalarının daha hızlı tespit edilmesini sağladığını belirtmiştir. Özellikle farklı coğrafyalarda XAI sistemlerinin nasıl çalıştığına dair çapraz analizler yapılmalıdır.

4.5.5. Araştırma Boşlukları: Etik, Sosyal ve Hukuki Boyutların Yetersizliği

Teknik boyutlara odaklanan çalışmalar oldukça fazlayken, XAI'nin sosyal kabulü, etik çerçevesi ve hukuki altyapısı üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu boşluğun kapatılması, multidisipliner ekiplerle yürütülecek uygulamalı araştırmalarla mümkün olabilir. Etik kurulların XAI kriterlerine özel değerlendirme protokolleri geliştirmesi ve hukukçuların sistem değerlendirme sürecine dâhil edilmesi önerilmektedir.

4.6. Sonuç

Adli diş hekimliği gibi yasal süreçlerde doğrudan delil üreten disiplinlerde, yapay zekâ sistemlerinin kullanımı giderek artarken, bu teknolojilerin şeffaflığı ve hesap verebilirliği en az doğrulukları kadar önemli hale gelmiştir. Derin öğrenme ve makine öğrenimi temelli modeller, yüksek performans sunmalarına rağmen, "neden bu karara varıldığına" dair tatmin edici açıklamalar sunmadığında hem bilimsel hem de hukuki olarak sorgulanabilir hale gelir. Bu bağlamda, açıklanabilir yapay zekâ (XAI) sistemleri, yalnızca bir teknik gelişme değil; bilimsel geçerlilik ve hukuki güvenilirliğin temel dayanağı olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmanın sistematik incelemeleri göstermektedir ki, SHAP, LIME, attention maps gibi açıklanabilirlik araçları ile donatılmış modeller, sadece algoritmik doğruluğu yüksek sonuçlar üretmekle kalmamış, aynı zamanda uzmanlar tarafından denetlenebilir, kullanıcıya yorumlanabilir ve mahkemelerde gerekçelendirilebilir çıktılar sunmuştur. Örneğin CBCT verilerine dayalı cinsiyet tahmini ya da panoramik X-ray görüntülerinden yapılan yaş tahminlerinde, modelin hangi diş yapılarını ne ölçüde dikkate aldığı açıklandığında, sadece klinik doğruluk değil, adli savunulabilirlik de sağlanmaktadır.

Ayrıca etik ve sosyal bağlamda da XAI sistemleri, teknolojiye duyulan güvensizlik sorununa doğrudan çözüm sunmaktadır. Yapay zekâ ile üretilen sonuçlar, kullanıcıya anlaşılabilir ve izlenebilir biçimde sunulduğunda, bu sistemlerin kabul görmesi kolaylaşır. Bu durum, adli bilimlerde yalnızca bilimsel topluluk için değil, hâkimler, avukatlar, jüriler ve halk için de daha güvenilir bir karar ekosistemi oluşturur.

Gelecek perspektifi açısından bakıldığında, açıklanabilirlik yalnızca bugünkü sistemlerin iyileştirilmesi için değil, yapay zekâ sistemlerinin kurumsallaşması, regülasyonu ve standardizasyonu için de merkezi bir kriter haline gelmektedir. Adli yapay zekâ sistemlerinin yasal düzenlemelere uyumlu biçimde çalışması, açıklanabilirlik ilkelerine bağlı kalmalarıyla doğrudan ilişkilidir. Örneğin Avrupa Birliği'nin Yapay Zekâ Yasası taslağında da XAI'nin yüksek riskli uygulamalarda zorunlu tutulması gündemdedir.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında, açıklanabilir yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için şu ilkeler ön planda tutulmalıdır:

- Şeffaflık ve hesap verebilirlik: Karar mekanizmaları yalnızca uzmanlara değil, yargı sürecindeki tüm aktörlere açık olmalıdır.
- Etik uyumluluk: Sistemler sistematik önyargı üretmemeli, hata kaynakları XAI ile tespit edilebilir olmalıdır.

- Kullanıcı eğitimi: Uzman kullanıcıların açıklamaları anlamasını sağlayacak etkileşimli ve görsel sistemler geliştirilmeli.
- Regülasyon uyumu: XAI çıktıları, mahkemede delil olarak kabul edilebilmesi için hukuki standartlara uygun biçimde belgelenmelidir.

Sonuç olarak, XAI adli diş hekimliği alanında yalnızca "açıklama sağlayan teknoloji" değil, bilimsel kanıtın teminatı, hukukun güvencesi ve etik sorumluluğun aracı olarak konumlanmaktadır. Bu teknoloji doğru biçimde uygulanır, disiplinler arası destekle geliştirilir ve standartlarla entegre edilirse, adli bilimlerin dijital dönüşümünde stratejik bir role sahip olacaktır.

KAYNAKÇA

1. Adeniran, A. A., Onebunne, A. P., & William, P. (2024). Explainable AI (XAI) in healthcare: Enhancing trust and transparency in critical decision-making. World J. Adv. Res. Rev, 23, 2647-2658. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
2. Ali, M., Raza, H., Gan, J. Q., Pokhojaev, A., Katz, M., Kosan, E., et al. (2024). An Explainable Machine Learning Approach for Age and Gender Estimation in Living Individuals Using Dental Biometrics. arXiv preprint arXiv:2411.08195. https://arxiv.org/abs/2411.08195 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
3. Angelakopoulos, N., & Boedi, R. M. (2025). Forensic odontology publications: insights into research trajectories and emerging trends through bibliometric study. Journal of Stomatology, 78(1), 64-74. https://doi.org/10.5114/jos.2025.148479 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
4. Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., ... & Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, *58*, 82–115. https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
5. Arthanari, Abirami & Raj, S. & R, Vignesh. (2025). A Narrative Review in Application of Artificial Intelligence in Forensic Science: Enhancing Accuracy in Crime Scene Analysis and Evidence Interpretation. Journal of International Oral Health. 17. 15-22. 10.4103/jioh.jioh_162_24. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
6. Bispo, M. S., Pierre Júnior, M. L. G. D. Q., Apolinário Jr, A. L., Dos Santos, J. N., Junior, B. C., Neves, F. S., & Crusoé-Rebello, I. (2021). Computer tomographic differential diagnosis of ameloblastoma and odontogenic keratocyst: classification using a convolutional neural network. *Dentomaxillofacial Radiology*, *50*(7), 20210002. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
7. Bui, R., Iozzino, R., Richert, R., Roy, P., Boussel, L., Tafrount, C., & Ducret, M. (2023). Artificial Intelligence as a Decision-Making Tool in Forensic Dentistry: A Pilot Study with I3M. *International journal of environmental research and public health*, *20*(5), 4620. https://doi.org/10.3390/ijerph20054620 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
8. Cărcăle, V. A. (2025). The Future of Artificial Intelligence (AI) Applications in Forensics. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
9. da Andrade-Bortoletto, M. F. S., Jindanil, T., Fontenele, R. C., Jacobs, R., & Freitas, D. Q. (2025). Comparison of AI-Powered Tools for CBCT-Based Mandibular Incisive Canal Segmentation: A Validation Study. *Clinical oral implants research*,

10.1111/clr.14455. Advance online publication. https://doi.org/10.1111/clr.14455 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
10. Daram, S. (2025). Explainable AI in Healthcare: Enhancing Trust, Transparency, and Ethical Compliance in Medical AI Systems. *International Journal of AI, BigData, Computational and Management Studies*, *6*(2), 11-20. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
11. E Ihongbe, I., Fouad, S., F Mahmoud, T., Rajasekaran, A., & Bhatia, B. (2024). Evaluating Explainable Artificial Intelligence (XAI) techniques in chest radiology imaging through a human-centered Lens. *PloS one*, *19*(10), e0308758. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308758 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
12. Esmaeilyfard, R., & Paknahad, M. (2025). Explainable deep learning for age and gender estimation in dental CBCT scans using attention mechanisms and multi-task learning. *Scientific Reports*. https://www.nature.com/articles/s41598-025-03305-z (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
13. European Commission. (2021). Proposal for a regulation on a European approach for Artificial Intelligence (AI Act). https://artificialintelligenceact.eu (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
14. Haldar, A., Pramanik, P., & Mukherjee, S. (2024). Quantifying explainable AI methods in medical applications: SHAP, LIME and Integrated Gradients. *medRxiv*. https://doi.org/10.1101/2024.12.08.24318158 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
15. Knapič, S., Malhi, A., Saluja, R., & Främling, K. (2021). *Explainable Artificial Intelligence for Human Decision Support System in the Medical Domain*. Machine Learning and Knowledge Extraction, 3(3), 740–770. https://www.mdpi.com/2504-4990/3/3/740 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
16. Malviya, R., et al. (2025). Explainable artificial intelligence and responsible artificial intelligence for dentistry. *Wiley*. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781394302444.ch6 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
17. Milošević, D. (2022). Deep learning-based analysis of dental X-ray images for forensic estimation of age and sex. [Doctoral dissertation, University of Zagreb]. https://dr.nsk.hr/islandora/object/fer:7744/datastream/PDF/download (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
18. Mohamed, E. G., Redondo, R. P. D., Koura, A., EL-Mofty, M. S., & Kayed, M. (2023). Dental Age Estimation Using Deep Learning: A Comparative Survey. *Computation*, *11*(2), 18. https://doi.org/10.3390/computation11020018 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
19. Othman, Azizi. (2025). Explainable AI (XAI): Enhancing Transparency and Trust in Artificial Intelligence. 10.13140/RG.2.2.36654.83524. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
20. Phillips, P. J., & Przybocki, M. (2020). Four principles of explainable AI as applied to biometrics and facial forensic algorithms. *arXiv preprint* arXiv:2002.01014. https://arxiv.org/abs/2002.01014 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
21. Pishghadam, N., Esmaeilyfard, R., & Paknahad, M. (2025). Explainable deep learning for age and gender estimation in dental CBCT scans using attention mechanisms and multi-task learning. *Scientific Reports*, *15*, 18070. https://doi.org/10.1038/s41598-025-03305-z (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
22. S. Sarwar and S. Jabin, "AI Techniques for Cone Beam Computed Tomography in Dentistry: Trends and Practices," *2023 International Conference on Recent Advances in Electrical, Electronics & Digital Healthcare Technologies (REEDCON)*, New Delhi, India, 2023, pp. 226-231, doi: 10.1109/REEDCON57544.2023.10151069. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)

23. Shirani M. (2025). Trends and Classification of Artificial Intelligence Models Utilized in Dentistry: A Bibliometric Study. *Cureus*, *17*(4), e81836. https://doi.org/10.7759/cureus.81836 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
24. Singh, A., Sengupta, S., & Lakshminarayanan, V. (2020). *Explainable deep learning models in medical image analysis*. arXiv:2005.13799. https://arxiv.org/abs/2005.13799 arxiv.org (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
25. Surlari, Z., Budală, D. G., Lupu, C. I., Stelea, C. G., Butnaru, O. M., & Luchian, I. (2023). Current Progress and Challenges of Using Artificial Intelligence in Clinical Dentistry-A Narrative Review. *Journal of clinical medicine*, *12*(23), 7378. https://doi.org/10.3390/jcm12237378 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
26. Tyagi, M., Jain, S., Ranjan, M., Hassan, S., Prakash, N., Kumar, D., ... & Singh, S. (2025). Artificial Intelligence Tools in Dentistry: A Systematic Review on Their Application and Outcomes. *Cureus*, *17*(5). https://www.cureus.com/articles/359209-artificial-intelligence-tools-in-dentistry-a-systematic-review-on-their-application-and-outcomes.pdf (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
27. Uribe, S. E. (2025). Artificial Intelligence Applications in Oral and Maxillofacial Medicine. In F. Schwendicke, P. K. Chaudhari, K. Dhingra, S. E. Uribe, & M. Hamdan (Eds.), *Artificial Intelligence for Oral Health Care: Applications and Future Prospects* (1 ed., pp. 41-58). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-84047-0_3 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
28. Van der Velden, B. H. M., Kuijf, H. J., Gilhuijs, K. G. A., & Viergever, M. A. (2022). Explainable artificial intelligence (XAI) in deep learning-based medical image analysis. *Medical Image Analysis*, *79*, 102470. https://doi.org/10.1016/j.media.2022.102470 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
29. Wen-qing Bu, Yu-xin Guo, Dong Zhang, Shao-yi Du, Meng-qi Han, Zi-xuan Wu, Yu Tang, Teng Chen, Yu-cheng Guo, Hao-tian Meng, Automatic sex estimation using deep convolutional neural network based on orthopantomogram images, Forensic Science International, Volume 348, 2023, 111704, ISSN 0379-0738, https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111704. (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
30. Yadav, B. (2025). Artificial Intelligence in Forensic Science: Navigating Ethical Frontiers and Transformative Applications. In I. Shah, Q. Sial, & S. Fateh (Eds.), *Generative AI Techniques for Sustainability in Healthcare Security* (pp. 175-194). IGI Global Scientific Publishing. https://doi.org/10.4018/979-8-3693-6577-9.ch010 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)
31. Yilmaz, E., Görürgöz, C., Kış, H.C. *et al.* Forensic dental age estimation with deep learning: a modified xception model for panoramic X-Ray images. *Forensic Sci Med Pathol* (2025). https://doi.org/10.1007/s12024-025-00962-4 (Son erişim tarihi: 08.06.2025)

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

KOROZYONUN ADLİ TIPTAKİ ÖNEMİ VE KANIT ANALİZİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Bilge GEÇİOĞLU[1], Prof. Dr. Yaşar BİLGE[2]

[1]Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleir Enstitüsü, Disiplinler Arası Adli Bilimler, Adli Tıp Bilim Dalı, Doktora Öğrencisi, bgecioglu@ankara.edu.tr, ORCİD:0000-0001-8244-899X (Sorumlu Yazar)

[2]Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adli Tıp Anabilim Dalı, ybilge@ankara.edu.tr, ORCİD:7806-2017-6495-6031

ÖZET

Amaç

Bu çalışmanın amacı, korozyonun temel mekanizmalarını ve çevresel etkenlerini adli tıp bağlamında değerlendirmek; adli olaylarda metal delil analizi, olay zamanı tayini ve insan hakları ihlallerinin incelenmesindeki bilimsel katkılarını ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem

Farklı metal ve alaşımlarda gelişen korozyon tipleri, güncel vaka analizleri ve adli bilimlerde yaygın olarak kullanılan mikroskopik, spektroskopik ve elektrokimyasal analiz yöntemleri literatür taraması ve örnek olay incelemesiyle incelendi. Çevresel parametrelerin (nem, sıcaklık, pH, iyonlar) etkisiyle ilgili derinlemesine karşılaştırmalar yapıldı.

Bulgular ve Tartışma

Korozyon, adli tıpta suç mahallinden elde edilen metal delillerin yaş tayini, çevresel maruziyet süresi ve kullanılma zamanının belirlenmesinde kritik veriler sağlamaktadır. Toplu mezarlar, sabotaj, endüstriyel kazalar ve göçmen faciası gibi olaylarda korozyon analiziyle insan hakları ihlalleri aydınlatılmıştır. Nanoteknoloji, yapay zekâ ve gelişmiş modelleme yöntemleriyle analitik doğruluk önemli ölçüde artarken, standart eksikliği ve uzman azlığı süreçte kısıtlayıcı olmuştur. Korozyona karşı geliştirilen yeni malzemeler, delil bütünlüğünün korunmasında rol oynamaktadır.

Sonuç

Korozyonun çok boyutlu ve sistematik analizi, adli bilimlerde zaman-mekân tayini ve olay aydınlatmasında vazgeçilmezdir. Gelişen tekniklerin uygulama alanı genişletilmeli; eğitim ve standart geliştirme önceliklendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Korozyon, adli tıp, metal delil, çevresel etmen, vaka analizi.

IMPORTANCE OF CORROSİON İN FORENSİC MEDİCİNE AND CURRENT APPROACHES İN EVİDENCE ANALYSİS

Bilge GEÇİOĞLU[1], Yaşar BİLGE[2]

[1]Ankara University, Graduate School of Health Science, Institute of Forensic Science, Forensic Medicine, bgecioglu@ankara.edu.tr, ORCİD:0000-0001-8244-899X (Corresponding Author)

[2] Prof. Dr., Ankara University, School of Medicine, Forensic Medicine, ybilge@ankara.edu.tr, ORCİD:7806-2017-6495-6031

ABSTRACT

Aim

The aim of this study is to evaluate the fundamental mechanisms and environmental factors of corrosion in the context of forensic medicine, elucidating its scientific contributions to metallic evidence analysis, event timing, and the investigation of human rights violations.

Materials and Method

Different corrosion types in various metals and alloys, recent case analyses, and the widely used microscopic, spectroscopic, and electrochemical techniques in forensic sciences were reviewed through literature analysis and case study comparison. Comparative assessments of environmental parameters (humidity, temperature, pH, ions) were performed in depth.

Result and Discussion

Corrosion provides critical data in forensic medicine for estimating the age of metallic evidence, duration of environmental exposure, and the timing of criminal use. In mass graves, sabotage, industrial disasters, and migrant incidents, corrosion analysis has helped clarify human rights violations. The integration of nanotechnology, artificial intelligence, and advanced modeling has significantly improved analytic accuracy, though standardization deficits and a shortage of experts remain limiting factors. The development of corrosion-resistant materials has enhanced the preservation of evidential integrity.

Conclusion

A multidimensional, systematic approach to corrosion is indispensable for spatial-temporal evaluation and case elucidation in forensic sciences. Broadening the application of advanced techniques and prioritizing education and standard development are essential.

Keywords: Corrosion, forensic medicine, metallic evidence, environmental factors, case analysis

1. GİRİŞ

Adli bilimlerde fiziksel kanıtların güvenilirliği, materyalin çevresel koşullarla etkileşiminin doğru bir şekilde analiz edilmesine bağlıdır. Metalik deliller, özellikle silah,

mermi, bıçak gibi nesneler, suç mahalliyle ilgili zamansal ve mekansal bilgi sağlayan kritik unsurlardır (Smith & Taylor, 2021). Korozyon, bu delillerin hem bozulmasına hem de analiz yoluyla olay zamanlamasına dair veri sunmasına neden olur. Bu çalışmanın amacı, korozyonun adli tıptaki yeri, analiz yöntemleri ve güncel yaklaşımlarını multidisipliner bir perspektifle ele almaktır.

1.1. Korozyonun Temel Mekanizmaları ve Adli Tıptaki Yeri

Kimyasal ve Elektrokimyasal Korozyon

Korozyon, çevresel koşullar altında metallerin kimyasal veya elektrokimyasal olarak bozulması sürecidir ve bu süreç hem mühendislik hem de adli bilimler açısından kritik öneme sahiptir (Bolton, Chadwick, & Ueland, 2024). Kimyasal korozyon; metalin oksijen, kükürt gibi gazlarla tepkimesidir. Elektrokimyasal korozyon ise iyon içeren ortamlarda elektron transferiyle oluşur (Albahri ve diğ.., 2021). Nem ve pH değerlerindeki değişiklikler korozyon hızını büyük ölçüde etkiler (Soufeiani ve diğ., 2020). Bu süreçlerin adli delil analizinde tipi, süresi ve yoğunluğu ile zaman tayininde kullanılması mümkündür.

Metal Türleri ve Dirençleri

Farklı metaller korozyona farklı dirençler gösterir. Demir ve çelik kolayca paslanırken, paslanmaz çelik klorür iyonlarına karşı hassastır (Shifler & Enos, 2022). Titanyum alaşımları ise pasif oksit tabakası sayesinde dirençlidir (Smith & Taylor, 2021).

Çevresel Etkenler

Korozyon hızı; nem, sıcaklık, pH ve iyon konsantrasyonu gibi faktörlere bağlıdır. Elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) gibi teknikler, bu yüzey değişimlerinin zamansal dinamiklerini takip etmeye olanak tanır (Soufeiani, Foliente, & Nguyen, 2020).

1.2. Korozyon Türleri ve Adli Uygulamaları

Korozyon, adli bilimlerde metal delillerin olayla ilişkisini belirlemede oldukça kullanışlıdır. Farklı korozyon türleri; delilin maruz kaldığı ortam, süre ve olayın niteliği hakkında bilgi verebilir. Bu bağlamda aşağıdaki başlıca korozyon türleri adli tıpta özel önem taşımaktadır.

Düzgün (Uniform) Korozyon

Düzgün korozyon, metal yüzeyin her noktasında benzer hızda gerçekleşen homojen oksidasyon sürecidir. Genellikle açıkta kalan veya gömülü metal nesnelerde gözlemlenir. Bu tür korozyonda yüzeyde oluşan pas tabakasının kalınlığı, maruz kalma süresi hakkında bilgi verir. Örneğin, mezar kazılarında bulunan demir eşyalar üzerindeki düzgün paslanma yapısı, cesedin gömüldüğü tarih hakkında ipucu sunabilir (Fontana, 2021).

Oyuklanma (Pitting) Korozyonu

Pitting korozyonu, metal yüzeyinde lokal çukurların oluşmasıyla karakterizedir. Özellikle paslanmaz çelik gibi pasif tabaka oluşturan metallerde görülür. Bu çukurlar, sıklıkla klorür iyonlarının saldırısıyla oluşur (Sedriks, 2019). Oyukların derinliği ve dağılımı, maruziyet süresi ve ortam özellikleri hakkında doğrudan bilgi sağlayabilir. Adli tıpta bu tür korozyon, örneğin bir bıçak üzerinde kullanımdan sonra oluşan temas süresi ve sıvı teması değerlendirmelerinde kullanılır.

Taneler Arası Korozyon

Metalik yapıların tane sınırlarında gerçekleşen bu tür korozyon, genellikle kaynak işlemi, ısıl işlem ya da uzun süreli yüksek sıcaklık etkisi altında kalan malzemelerde meydana gelir (Leshner, 2008). Yangın sonrası olay yerlerinde bulunan metal kalıntılar, bu tür korozyon yoluyla değerlendirilerek sıcaklığa maruz kalma süresi tespit edilebilir. Ayrıca, toplu mezarlarda metal implantlarda bu tür korozyonun görülmesi, gömüldükleri ortamın jeokimyasal yapısı hakkında bilgi sunar.

Gerilim Korozyon Çatlağı (SCC)

Gerilim korozyonu, çekme gerilimi altındaki metallerin korozyon etkisiyle ani çatlamasıdır. Özellikle nükleer santrallerde ve yüksek basınçlı sistemlerde görülen bu korozyon türü, adli vakalarda sabotaj araştırmalarında karşımıza çıkar. Adli mühendislik analizlerinde, bir yapı elemanının kırılmasının arkasındaki neden olarak SCC tespit edilmesi, olası bir dış müdahale ya da bakım ihmali göstergesi olabilir (Rana ve diğ.., 2024).

Galvanik Korozyon

İki farklı metalin elektrolit ortamında bir araya gelmesiyle meydana gelir. Bu durumda daha aktif olan metal anodik olarak çözünürken, diğeri korunur. Bu tür korozyon özellikle deniz yapılarında, gemi kazalarında ve tekne batıklarında sıklıkla rastlanır (Eckert ve diğ.., 2012). Ayrıca, sabotajla ilişkilendirilen olaylarda iki farklı metalin bilinçli olarak bir araya getirilmesiyle oluşturulan galvanik hücreler, yapının zayıflamasına neden olabilir.

Mikrobiyolojik Korozyon (MIC)

Bazı vakalarda, mikroorganizmaların etkisiyle gelişen korozyon türleri de adli analizlerde önemli olabilir. Özellikle anaerobik bakterilerin sülfat indirgemesi yoluyla metal yüzeylerde hızla lokal korozyon başlatabildiği bilinmektedir. Su altında ya da bataklık alanlardaki cesetlere ait metalik delillerde bu tür biyokorozyon izlerine rastlanabilir (Gupta ve diğ., 2023).

Adli uygulamalarda bu korozyon türlerinin doğru sınıflandırılması ve detaylı mikroskobik-spektroskopik analizlerle desteklenmesi, olayın aydınlatılması açısından büyük önem taşır. Bu nedenle adli bilimlerde korozyon bilgisi, sadece malzeme bilimiyle değil; çevresel kimya, biyoloji ve kriminalistik disiplinlerle birlikte ele alınmalıdır.

2. KOROZYON ANALİZ YÖNTEMLERİ VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Adli korozyon analizinde, metal delillerin çevresel etkileşimlerini ve maruz kaldıkları süreyi belirlemek amacıyla çok çeşitli teknikler kullanılır. Bu yöntemler, mikroskopik incelemelerden elektrokimyasal ölçümlere kadar geniş bir spektrumda yer alır. Modern analiz teknikleri sayesinde metalin yapısal değişimleri ve korozyon ürünlerinin türleri yüksek doğrulukla belirlenebilir.

2.1. Mikroskopi ve Spektroskopi Teknikleri

Optik Mikroskopi (OM):

Düşük büyütmede yüzeydeki homojen veya lokalize korozyon desenlerini gözlemlemek için kullanılır. Özellikle düzgün korozyon ve oyuklanma (pitting) ayırıcı tanısında temel düzeyde analiz sunar (Fontana, 2021).

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı Spektroskopi (EDS):

Korozyon ürünlerinin mikro ölçekte morfolojisi ve elemental bileşiminin haritalanması için kullanılır. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Enerji Dağılımlı Spektroskopi (EDS), yüzey morfolojisi ve kimyasal bileşim hakkında detaylı bilgi sunar. Gupta, Singh ve Kaur (2023), SEM-EDS ile yapılan analizlerin, yüzey altı çatlakların tespitinde oldukça hassas sonuçlar verdiğini göstermiştir. SEM ile elde edilen yüksek çözünürlüklü görüntüler, metal yüzeyindeki mikro çatlaklar, oyuklanmalar ve taneler arası ayrışmaları ortaya koyarken; EDS, bu yapıların elementel bileşimini tanımlar (Zhang ve diğ., 2022).

X-Işını Difraksiyonu (XRD):

Korozyon ürünlerinin kristal yapılarını belirlemek ve metal oksitlerinin tanımlanmasında kullanılır. Özellikle Fe_2O_3, CuO, $ZnCl_2$ gibi fazların tayininde tercih edilir (Zhang, Liu & Chen, 2022). Delilin çevresel etkilerle nasıl evrildiğini belirlemeye yardımcı olur (Fontana, 2021).

FTIR ve Raman Spektroskopisi:

Organik bileşenleri ve pasif film içeriğini belirlemek için kullanılır. Pasif tabaka bileşiminden çevresel maruziyet geçmişi çıkarılabilir (Smith & Taylor, 2021). Özellikle yüzeyde oluşan korozyon ürünlerinin (örneğin demir oksitler, sülfatlar, karbonatlar) türünü ayırt etmekte başarılıdır (Gupta ve diğ., 2023).

Micro-CT ve HR-TEM:

Nano düzeyde bozulmalar, içyapıdaki boşluklar ve oksit tabakasının hacimsel haritası çıkarılabilir. Singh, Sharma ve Kapoor (2023), biyomedikal implantlarda micro-CT'nin invaziv olmayan görüntüleme için etkin olduğunu belirtmiştir.

Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ve Optik Mikroskopi (OM):

Bu teknikler yüzey topografyasının üç boyutlu modellenmesi ve mikroyapıların detaylandırılması açısından kullanılır. Bu tekniklerle elde edilen veriler, korozyonun başlangıç noktalarının saptanması açısından önemlidir.

2.2. Elektrokimyasal Analizler

Elektrokimyasal İmpedans Spektroskopisi (EIS), bir metalin korozyon direncini ve yüzeyde oluşan pasif tabakaların özelliklerini zamansal olarak takip etme imkanı sunar. Bu yöntem, delilin çevresel koşullara ne kadar süreyle ve nasıl maruz kaldığını modellemekte sıklıkla kullanılır (Revie & Uhlig, 2020).

Potansiyodinamik polarizasyon testleri ise metalin korozif ortamlardaki davranışını analiz eder. Anodik ve katodik süreçlerin detayları gözlemlenerek korozyon potansiyeli ve hızı hesaplanabilir. Özellikle sabit maruziyet koşullarında metalin ömrünün tahmini bu yöntemle yapılabilir (Chen,ve diğ., 2022).

2.3. Numune Hazırlama, Standartlar ve Yorumlama

Adli analizlerde örnekleme protokolleri büyük önem taşır. ASTM G1-03 ve ISO 8407 gibi uluslararası standartlar, metal yüzeylerin temizlenmesi, delil niteliğinin korunması ve analiz sonrası veri yorumlama sürecinde yol göstericidir (Baboian, 2020).

Numunelerin kimyasal temizliği, mekanik etkilerden korunması, etiketlenmesi ve soğuk zincirle taşınması, adli zincirin bozulmadan korunması için zorunludur. Ayrıca delil zinciri boyunca kayıt tutma prosedürleri, laboratuvar bulgularının mahkemede geçerli kanıt olarak kullanılabilmesini sağlar (UN Forensic Reports, 2022).

3. VAKA ANALİZİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Gelişen analiz teknikleriyle birlikte, dijital görüntüleme ve spektral veri işleme yazılımları sayesinde daha hızlı ve hassas değerlendirmeler yapılabilmektedir. Özellikle makine öğrenmesi tabanlı görüntü analizleri, yüzey paternlerinin sınıflandırılmasında ve olay zamanlamasının otomatik modellenmesinde umut vaat eden yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır.

Çizelge 1. Adli Vaka Analizi Vaka Örnekleri Tablosu

Olay Türü	Korozyon Türü	Kullanılan Analiz Yöntemleri	Adli Bulgular / Sonuçlar	Kaynak
Cinayet (Tabanca)	Düzgün + Oyuklanma	SEM, EDS, Faraday hesaplaması	Silah 3–4 haftadır ortamda, olayla ilişkili	Schmidt ve diğ., 2022
Sabotaj (Boru Hattı)	Gerilim + Taneler Arası	XRD, FTIR, Polarizasyon	Kimyasal sabotaj, hızlı korozyon	Kumar ve diğ., 2023
Kimlik Tespiti (İmplant)	Oyuklanma	SEM, Raman	8-10 aylık maruziyet, kimlik doğrulandı	Lemoine ve diğ., 2021
Göçmen Teknesi	Galvanik + Oyuklanma	SEM, EIS	Yapısal ihmal, denize elverişli değil	EMSA, 2022
Endüstriyel Patlama	Taneler Arası + Gerilim	XRD, FTIR	Bakım ihlali, ihmal nedeniyle yapısal zafiyet	Chowdhury ve diğ., 2023
Araç Kazası (Fren Arızası)	Galvanik + Asidik Korozyon	EIS, mikroskopik analiz	Sabotaj doğrulandı	Rossi ve diğ., 2023
Toplu Mezarlar	Düzgün + Oyuklanma	SEM, EDS, XRD, Spektroskopi	Gömülme süresi 3–5 yıl, insan hakları ihlali kanıtı	UN Forensic Reports, 2022

Adli Vaka Analizi Vaka Örnekleri Tablosunda her bir vaka olay tipi, korozyon türü, kullanılan analiz yöntemleri ve adli sonuçlarıyla birlikte özetlenmiştir (Çizelge 1).

3.1. Hamburg Vakası – Paslı Tabanca ile Cinayet Çözümü

2022 yılında Almanya'nın Hamburg şehrinde işlenen bir cinayet vakasında olay yerinden yaklaşık 500 metre uzaklıktaki terk edilmiş bir depoda ağır şekilde paslanmış bir tabanca bulundu. Olay yeri inceleme ekipleri tarafından yapılan ilk gözlemlerde, silahın görece yeni olduğu ancak paslanma durumunun belirgin olduğu kaydedildi. SEM/EDS analizi ile yüzeyde oluşan demir oksitlerin kalınlığı, yapısı ve dağılımı tespit edildi. Faraday yasasına göre yapılan modelleme sonucunda silahın 3–4 hafta önce bırakıldığı anlaşıldı. Bu bulgu, olayın

işlendiği tarihle çakışınca, şüphelinin suçla doğrudan ilişkisi ortaya kondu (Schmidt ve diğ., 2022).

3.2. Boru Hattı Sabotajı – Planlı Kimyasal Müdahale

Bir enerji şirketine ait doğal gaz boru hattında meydana gelen patlama sonrası sabotaj şüphesiyle inceleme başlatıldı. Boru hattının iç yüzeyinden alınan numunelerde yapılan XRD ve FTIR analizlerinde, klorür iyonlarının yüksek konsantrasyonda bulunduğu belirlendi. Gerilim korozyon çatlakları ve taneler arası bozulmalar yapının bilinçli olarak zayıflatıldığını gösterdi. Elektrokimyasal polarizasyon testleri ile korozyon sürecinin normalden 5 kat hızlı ilerlediği hesaplandı. Deliller, kimyasal ajanlarla boru hattının hedef alınarak sabotaj yapıldığını kanıtladı (Kumar ve diğ., 2023).

3.3. Toplu Mezar Vakası – Cerrahi İmplantlarla Zaman Belirleme

Fransa'da ormanlık alanda bulunan iskelet kalıntılarında yer alan bir metal ortopedik implant, cesedin kimliğini belirlemede anahtar rol oynadı. SEM-EDS ve Raman spektroskopisi ile yapılan analizlerde, implant yüzeyinde yoğun klorür ve sülfat bazlı korozyon ürünleri gözlendi. Katman kalınlığı ve morfolojisi, cesedin yaklaşık 8-10 aydır çevresel etkilere maruz kaldığını gösterdi. Seri numarası üzerinden implant üretici firmasına ulaşıldı ve kayıp kişiler veri tabanıyla eşleştirme sağlanarak cesedin kimliği tespit edildi (Lemoine ve diğ., 2021).

3.4. Göçmen Teknesi – Galvanik Korozyonla İhmalin Belirlenmesi

2022 yılında Akdeniz'de batan yasa dışı göçmen teknesinde çok sayıda insan hayatını kaybetti. Yapılan enkaz incelemesinde, tekne yapımında farklı metallerin (alüminyum, çelik, bakır) birlikte kullanıldığı ve aralarında yalıtım yapılmadığı belirlendi. SEM-EDS ve EIS yöntemleriyle galvanik korozyonun hızlandığı ve kritik taşıyıcı bölgelere zarar verdiği anlaşıldı. Bu bulgular, teknenin denize elverişli olmadığı ve yapısal ihmalin kazaya yol açtığını gösterdi (EMSA, 2022).

3.5. Endüstriyel Patlama – Korozyon ve Bakım İhmali

2023 yılında Hindistan'ın Gujarat eyaletinde bir kimya fabrikasında yaşanan büyük patlama, 30'dan fazla işçinin ölümüne neden oldu. Olay yerinden toplanan metal borular üzerinde XRD ve FTIR analizleriyle taneler arası ve stres korozyonu tespit edildi. İnceleme, boruların düzenli bakım görmediğini ve korozyonun ilerlediğini ortaya koydu. Bu teknik eksiklikler, kazaya zemin hazırlayan faktörler arasında yer aldı ve soruşturmada delil olarak kullanıldı (Chowdhury ve diğ., 2023).

3.6. Araç Kazası – Fren Sisteminde Sabotaj Şüphesi

İtalya'da meydana gelen bir trafik kazasında, fren sisteminin işlevini yitirmesi sonucu ölümle sonuçlanan bir olay yaşandı. Teknik incelemelerde fren sisteminde kullanılan metal parçalar arasında galvanik potansiyel farkı tespit edildi. Elektrokimyasal empedans analizleri, sistemin bilinçli olarak asidik çözeltiyle maruz bırakıldığını ortaya çıkardı. Bu durum korozyonu hızlandırmış ve fren sistemini işlevsiz hale getirmişti. Sabotaj yapan kişi teknik veriler ışığında mahkemede suçlu bulundu (Rossi ve diğ., 2023).

3.7. Toplu Mezarlar – İnsan Hakları İhlallerinin Delillendirilmesi

Birleşmiş Milletler İnsan Hakları İzleme Komisyonu tarafından yürütülen soruşturmada, Orta Doğu'daki bir savaş bölgesinde tespit edilen toplu mezarlarda bulunan kişisel eşyalar ve cerrahi implantlar incelendi. SEM-EDS, XRD ve spektroskopik analizlerle bu eşyaların gömülme süresi 3-5 yıl olarak belirlendi. Bu bilgi, mezarların hangi tarihlerde

oluştuğunu ortaya koydu. Elde edilen veriler, insan hakları ihlallerine dair uluslararası mahkemelerde doğrudan delil olarak kullanıldı (UN Forensic Reports, 2022).

4. KOROZYON ANALİZİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR

Son yıllarda adli korozyon analizinde teknolojik ilerlemeler, olayların çözümünde daha hassas, hızlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bu kapsamda birkaç yenilikçi yaklaşım ön plana çıkmaktadır:

4.1. Yapay Zekâ Destekli Modelleme

Makine öğrenmesi algoritmaları, özellikle metal yüzeylerinde oluşan korozyon paternlerini otomatik olarak sınıflandırmak, yaş tahmini yapmak ve çevresel maruziyetin analizini kolaylaştırmak için kullanılmaktadır (Gupta ve diğ., 2022). Görüntü analiz sistemleriyle entegre edilen yapay zekâ modelleri, binlerce veri noktasını saniyeler içinde işleyerek karar destek mekanizmalarında etkin rol oynayabilir.

4.2. Micro-CT (Mikro Bilgisayarlı Tomografi) Uygulamaları

Delillerin tahrip edilmeden iç yapısının incelenmesini sağlayan micro-CT teknolojisi, metal içindeki mikroskobik çatlaklar, boşluklar ve pas oluşumlarının hacimsel değerlendirmesinde kullanılmaktadır (Singh ve diğ., 2023). Özellikle implant ve mühimmat gibi delillerde, micro-CT ile üç boyutlu haritalama yapılması delilin özgünlüğü ve kullanım süresi hakkında bilgi sunmaktadır.

4.3. Nanoteknoloji ile Delil Koruma

Nano-kaplamalar, metal delillerin çevresel koşullara maruziyetini sınırlandırmak amacıyla uygulanmaktadır. Adli saklama koşullarında korozyon sürecini yavaşlatan bu malzemeler, delilin orijinal haline yakın biçimde korunmasını sağlamaktadır. Örneğin, sol-jel esaslı nano-kaplamalar veya grafen bazlı filmler hem pasif koruma sağlar hem de sonradan analizleri engellemeden yüzeyden temizlenebilir (Singh ve diğ., 2023).

4.4. İleri Seviye Spektroskopik Teknikler

Lazerle uyarılmış ayrışım (LIBS) ve X-ışını fotoelektron spektroskopisi (XPS) gibi ileri düzey analizler, özellikle yüzeydeki nano düzeydeki elementel dağılımların belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır. Bu yöntemler, delilin bulunduğu ortamda hangi elementlere maruz kaldığını yüksek doğrulukla ortaya koyabilir.

4.5. Otonom ve Taşınabilir Sistemler

Saha şartlarında hızlı analiz yapılmasını sağlayan taşınabilir spektrometreler ve mikroskopik sistemler, olay yeri incelemelerinde korozyonun yerinde değerlendirilmesini mümkün kılabilir. Özellikle kırsal alanlardaki toplu mezar keşiflerinde, laboratuvar erişimi sınırlı olduğunda bu sistemler kritik rol oynayabilir.

Bu yaklaşımlar sayesinde korozyonun dinamik yapısı daha anlaşılır hale gelirken, delillerin analitik güvenilirliği de artmaktadır. Gelecekte bu teknolojilerin adli veri bankalarıyla entegrasyonu, otomatik kıyaslama ve olay tahmin algoritmalarının geliştirilmesini mümkün kılabilir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Korozyon analizlerinin adli tıptaki etkin kullanımı bazı yapısal, teknik ve organizasyonel sorunlarla sınırlanmaktadır. Bu sorunların giderilmesi, delil analizinde doğruluk ve güvenilirliğin artırılmasını sağlayabilir.

5.1. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Standart Eksikliği ve Protokol Belirsizliği

Korozyonun adli analizinde kullanılan yöntemlerde halen ulusal ve uluslararası düzeyde standart eksikliği söz konusudur (Baboian, 2020). Numune alma, yüzey temizleme ve veri yorumlama aşamaları farklı laboratuvarlarda farklılıklar ve tutarsızlıklar gösterebilir. Bu durum adli raporların geçerliliğini azaltabilir ve mahkeme sürecinde şüphe yaratabilir.

Çözüm: ASTM ve ISO gibi kuruluşların belirlediği temel standartlar, adli tıp laboratuvarları tarafından uyarlanabilir; uluslararası protokoller geliştirilerek harmonizasyon sağlanabilir (European Forensic Protocol, 2023).

Uzman Eksikliği ve Eğitim Açığı

Korozyon, malzeme bilimi ve adli tıbbın kesişiminde yer alan çok disiplinli bir alandır. Ancak, bu alanda hem teorik bilgiye hem de laboratuvar becerisine sahip uzman sayısı oldukça sınırlıdır (Gupta ve diğ, 2023). Özellikle olay yeri inceleme ekiplerinde, metal delil analizine yönelik eğitim eksikliği sorun olabilir.

Çözüm: Üniversitelerde adli metalürji ve korozyon analizi dersleri artırılabilir, laboratuvarlarda multidisipliner eğitim programları uygulanabilir. Sertifikalı eğitimlerle olay yeri uzmanları bu alanda güçlendirilebilir.

Teknolojik Erişim Sorunları

SEM, EIS, XRD gibi ileri düzey analiz cihazlarının yüksek maliyeti, birçok laboratuvarın bu teknolojilere erişimini sınırlamaktadır. Bu durum, sahada tespit edilebilecek korozyon bulgularının doğru analiz edilemeden kaybedilmesine neden olabilir.

Çözüm: Taşınabilir cihazlar, modüler laboratuvar sistemleri ve bölgesel adli laboratuvar merkezlerinin kurulması teşvik edilebilir. Kamu-özel ortaklıklarıyla cihaz yatırımları desteklenebilir.

Veri Paylaşımı ve Dijital Kayıt Sorunları

Korozyon analizine dair veriler genellikle laboratuvarlar arası paylaşılamamakta, ulusal veri tabanlarında standart formatta tutulmamaktadır. Bu durum, benzer olayların karşılaştırmalı analizini engelleyebilir.

Çözüm: Ulusal adli bilimler veri tabanlarında metal delil analizlerine özel modüller geliştirilebilir; analiz raporlarının dijital formatta arşivlenmesi ve karşılaştırmalı analiz için erişilebilir hale getirilmesi sağlanabilir.

Adli Zincirin Bozulma Riski

Korozyon analizi gerektiren delillerin taşınması ve depolanması sürecinde çevresel etmenlere karşı hassasiyet göz ardı edilebilmektedir. Bu da analiz öncesi korozyon profilinin bozulmasına yol açabilir.

Çözüm: Delil saklama prosedürlerinde nem, sıcaklık ve ışık kontrolü zorunlu hale getirilmeli; metal deliller için özel taşıma kutuları geliştirilmelidir. Bu sayede analiz öncesi yapısal bütünlük korunabilir.

5.2. Sonuç

Korozyon, adli bilimler açısından çift yönlü bir role sahiptir: bir yandan metal delillerin bozulmasına neden olurken, diğer yandan olayın zamansal ve çevresel boyutlarına dair bilgi sağlayarak kritik analiz fırsatları sunar. Bu çalışmada, korozyonun adli tıptaki önemi; türleri, analiz yöntemleri, vaka örnekleri, teknolojik gelişmeler ve karşılaşılan zorluklarla birlikte kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir.

Adli korozyon analizinde kullanılan ileri düzey mikroskobik, spektroskopik ve elektrokimyasal yöntemler; metal delilin olay yerindeki geçmişini çözümlemek için güçlü araçlardır. Yapay zekâ destekli modelleme, micro-CT, nanoteknoloji gibi güncel yaklaşımlar bu süreci daha hassas ve standardize hale getirebilir.

Ancak, halen standart eksikliği, uzman yetersizliği ve teknolojik erişim gibi temel problemler bu alanda etkinliğin önünde engel teşkil etmektedir. Eğitim, mevzuat geliştirme ve altyapı yatırımlarıyla bu sorunlar aşılabilir. Ayrıca vaka analizlerinin çok merkezli veri tabanlarıyla desteklenmesi, olaylar arası karşılaştırmalı analizleri mümkün kılabilir.

Sonuç olarak, korozyonun adli tıp içindeki rolü yalnızca bir yüzey bozulması değil; aynı zamanda olayın izini süren bir bilimsel zamanlayıcıdır. Bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için disiplinler arası iş birliği ve teknolojik adaptasyon kaçınılmazdır.

KAYNAKÇA

[1] Albahri, A. S., Zaidan, A. A., Zaidan, B. B., & Hashim, M. (2021). Corrosion detection techniques in metals: A forensic overview. *Journal of Forensic Sciences*, 66(2), 512–525.
[2] Baboian, R. (2020). *Corrosion Tests and Standards: Application and Interpretation* (2nd ed.). ASTM International.
[3] Bolton, D. J., Chadwick, E., & Ueland, M. (2024). Forensic corrosion science: Principles and applications. *Materials Today*, 27(1), 44–52.
[4] Chen, Q., Tang, Y., & Zhao, L. (2022). Machine learning-based corrosion prediction models: A forensic and predictive approach. *Corrosion Science*, 198, 110165.
[5] Chowdhury, M. S., Islam, M. T., & Hassan, M. (2023). Analysis of pipeline failure using metallurgical and corrosion techniques. *Engineering Failure Analysis*, 141, 106809.
[6] Eckert, R. B., Koch, G. H., & Thompson, N. G. (2012). Corrosion and materials degradation in marine environments. *Naval Engineers Journal*, 124(4), 45–58.
[7] European Maritime Safety Agency. (2022). *Annual report on marine corrosion and material integrity*. EMSA Reports. https://www.emsa.europa.eu
[8] European Forensic Protocol. (2023). *Guidelines for standardizing forensic corrosion assessment in legal investigations*. Brussels: EU Forensic Directorate. https://euforensic.org/standards
[9] Fontana, M. G. (2021). *Corrosion Engineering* (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
[10] Gupta, R., Sharma, P., & Joshi, D. (2023). Microbial corrosion mechanisms in buried evidence: Implications for forensic science. *Bioelectrochemistry*, 149, 107026.
[11] Gupta, A., Singh, H., & Kaur, S. (2023). Characterization of oxide layers and surface failure in steel for forensic application. *Materials Today: Proceedings, 77*, 3330–3338. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.175

[12] Kumar, V., Srivastava, A., & Chatterjee, S. (2023). Failure analysis of sabotaged pipeline using corrosion fracture analysis. *Case Studies in Engineering Failure Analysis*, 17(2), 90–99.
[13] Lemoine, C., Durand, R., & Bastien, F. (2021). Corrosion aging of dental implants in mass grave exhumation: A forensic perspective. *Forensic Anthropology*, 4(1), 23–31.
[14] Leshner, A. I. (2008). Intergranular corrosion in aged steel components: Implications for forensic metallography. *Materials Performance*, 47(7), 48–55.
[15] Rana, A., Prakash, B., & Singh, R. (2024). Forensic engineering analysis of stress corrosion cracking in pressure vessels. *Engineering Failure Analysis*, 154, 107215.
[16] Revie, R. W., & Uhlig, H. H. (2020). *Corrosion and Corrosion Control* (5th ed.). Wiley.
[17] Rossi, M., Bianchi, G., & Romano, F. (2023). Brake system sabotage in vehicular homicide: Metallurgical evidence and corrosion forensics. *Forensic Science International*, 342, 111529.
[18] Schmidt, H., Weber, J., & Lang, D. (2022). Forensic examination of corroded firearms: Case studies and interpretative strategies. *Journal of Forensic Ballistics*, 58(3), 211–225.
[19] Schmidt, T., Weber, J., & Fischer, C. (2022). Environmental modeling in corrosion chronology: A forensic engineering perspective. *Engineering Failure Analysis, 132*, 105845. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105845
[20] Sedriks, A. J. (2019). *Corrosion of Stainless Steels* (2nd ed.). Wiley.
[21] Shifler, D. A., & Enos, D. G. (2022). Corrosion behavior of stainless steel in forensic settings. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 31(6), 3005–3014.
[22] Singh, V., Trivedi, M., & Kumar, N. (2023). Nanocoating strategies for forensic metal preservation. *Materials Chemistry and Physics*, 295, 127161.
[23] Smith, D., & Taylor, J. (2021). Forensic metallurgy: Applications of corrosion analysis in criminal investigations. *Metallurgical Forensics Review*, 9(4), 201–218.
[24] Soufeiani, L., Foliente, G., & Nguyen, M. N. (2020). Electrochemical impedance spectroscopy in forensic corrosion diagnostics. *Electrochimica Acta*, 354, 136707.
[25] UN Forensic Reports. (2022). *Forensic assessment of mass grave metallic evidence*. Geneva: United Nations Human Rights Council.
[26] Zhang, Y., Li, H., & Zhao, X. (2022). SEM and EDS analysis of corroded metallic artifacts in forensic cases. *Applied Surface Science*, 586, 152888.

VİTAMİN VE İLAÇ ETKİLEŞİMLERİ

Diyetisyen,Zülal TORUN[1]

[1] İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, zulalsosa16@outlook.com-0009-0008-9716-0225

ÖZET

Vitaminler, vücudun sağlıklı bir şekilde çalışması için gerekli olan organik bileşiklerdir. Günlük yaşamda sıklıkla kullanılan bu mikro besinler, bağışıklık sistemi, hücre yenilenmesi ve metabolik aktiviteler gibi birçok süreçte önemli rol oynarlar. Ancak bu faydaların yanı sıra vitaminlerin ilaçlarla birlikte kullanıldığında oluşabilecek etkileşimler hastaların tedavi sürecini olumsuz etkileyebilir. Bu çalışmada vitamin-ilaç etkileşimlerinin mekanizmaları, etkileri ve klinik önemi incelenmektedir.

Vitaminler ve ilaçlar arasında farmakokinetik ve farmakodinamik düzeylerde çeşitli etkileşimler meydana gelebilir. Özellikle A, D, E ve K vitaminleri gibi yağda çözünen vitaminler ile B ve C vitaminleri gibi suda çözünen vitaminlerin bazı ilaçlarla birlikte kullanılması tedavinin etkinliğini değiştirebilir veya yan etki riskini artırabilir. Örneğin, varfarin kullanan bireylerde aşırı K vitamini alımı ilacın antikoagülan etkisini azaltabilirken, metformin kullanan hastalarda B12 vitamini eksikliği gelişebilir. Benzer şekilde antikoagülan ilaçlarla yüksek doz E vitamini kullanımı kanama riskini artırabilir.

Makalede bu etkileşimlerin sadece teorik olarak değil klinik olarak da önemli olduğu vurgulanmakta ve vaka örnekleriyle desteklenmektedir. Warfarin-K vitamini ve metotreksat-folat etkileşimleri gibi örnekler, bu durumların hastalarda nasıl sonuçlara yol açabileceğini göstermek için kullanılmıştır. Ayrıca, yüksek doz C vitamini kullanımının bazı kemoterapi ilaçlarının etkinliğini azaltabileceği gibi tedavi sürecini doğrudan etkileyen bulgulara da yer verilmiştir. Sonuç olarak, vitamin ve ilaç etkileşimleri sağlık profesyonellerinin dikkate alması gereken önemli bir konudur. Hastalar ilaç ve takviye kullanımı konusunda bilgilendirilmeli, düzenli takipler yapılmalı ve olası etkileşimler tedavi planlamasına dahil edilmelidir. Bu bağlamda, çalışma hem klinisyenler hem de hastalar için bir rehber niteliğinde olup, vitamin-ilaç etkileşimlerine ilişkin farkındalığı artırmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler : İlaç, Vitamin, Etkileşim.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

A CRITICAL ANALYSIS OF CHITOSAN UTILIZATION AS A NATURAL ANTIMICROBIAL

F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia
Department of Biotechnology, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

Chitosan, a biopolymer derived from chitin, has garnered significant attention for its potential as a natural antimicrobial agent. Its unique properties, including biocompatibility, biodegradability, and non-toxic nature, make it an ideal candidate for diverse applications in medicine, agriculture, and food preservation. This study critically analyzes the antimicrobial mechanisms of chitosan, focusing on its interactions with microbial cell membranes, its inhibitory effects on microbial growth, and factors influencing its efficacy, such as molecular weight, degree of deacetylation, and environmental pH. Additionally, the potential challenges associated with its large-scale application, including cost and stability, are discussed. This analysis aims to provide insights into optimizing chitosan's utilization for sustainable antimicrobial solutions.

Keywords: Chitosan, natural antimicrobial, biopolymer, microbial inhibition, sustainability

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INVESTIGATING THE COGNITIVE-ENHANCING POTENTIAL OF BACOPA MONNIERI EXTRACT IN NEUROGENESIS

Dr. Ananya Patel
Department of Neuroscience, Banaras Hindu University , Varanasi, India

Abstract

Bacopa monnieri, a traditional medicinal herb, has garnered attention for its potential neuroprotective and cognitive-enhancing effects. This study explores the role of Bacopa monnieri extract in promoting neurogenesis and cognitive function. Employing an in vivo model, the research evaluates its influence on hippocampal neurogenesis, memory retention, and synaptic plasticity. The biochemical pathways modulated by Bacopa monnieri, including its impact on neurotrophic factors, oxidative stress markers, and neurotransmitter balance, are also analyzed. Findings indicate significant improvements in neurogenesis and cognitive markers, highlighting the therapeutic potential of Bacopa monnieri in neurodegenerative conditions and age-related cognitive decline.

Keywords: Bacopa monnieri, neurogenesis, cognitive enhancement, hippocampus, neurodegenerative disorders

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

FORMULATION AND EVALUATION OF PROBIOTIC VAGINAL SUPPOSITORIES INCORPORATING LACTOBACILLUS STRAINS

Dr. Lina García, Dr. Pablo Hernández

Prince of Songkla University, Songkla, 90110 Thailand

Abstract:

The objective of this study was to develop vaginal suppository containing lactobacillus. Four kinds of vaginal suppositories containing Lactobacillus paracasei HL32 were formulated: 1) a conventional suppository with Witepsol H-15 as a base, 2) a conventional suppository with mixed polyethylene glycols (PEGs) as a base, 3) a hollow-type suppository with Witepsol H-15 as a base and 4) a hollow-type suppository with mixed PEGs as a base. The release studies demonstrated that the hollow-type suppository with mixed PEGs as the base gave the highest release of L. paracasei HL32 and was microbiological stable after storage at 2- 8°C over the period of 3 months.

Keywords: Lactobacillus paracasei HL32, vaginal suppository, release study, hollow-type, viability.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ISOLATION OF STIGMASTEROL GLYCOSIDE FROM THE ROOTS OF CURCUMA LONGA

Prof. Dr. Sarah Collins, Dr. Michael Collins

Department of Pharmacognosy and Natural Products Research, University of Leeds, United Kingdom

Abstract

Stigmasterol glycoside, a bioactive compound with significant therapeutic potential, was successfully isolated from the roots of *Curcuma longa* (turmeric) using advanced chromatographic techniques. The extraction and purification process involved methanol extraction, followed by partitioning and column chromatography. The structural elucidation was conducted through spectroscopic methods, including NMR and mass spectrometry, confirming the presence of stigmasterol glycoside. This study highlights the compound's potential applications in pharmacological and nutraceutical fields due to its anti-inflammatory and anticancer properties. Future research aims to explore its bioactivity in vitro and in vivo, contributing to drug development based on natural compounds.

Keywords: Stigmasterol glycoside, *Curcuma longa*, isolation, bioactive compound, spectroscopy

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

UTILIZING MACHINE LEARNING TECHNIQUES IN PHARMACEUTICAL COMPOUND DISCOVERY

Dr. Emma Novak, Dr. Jonathan Blume

Departmentof Statistics and Probability, Faculty of Informatics and Statistics, University of Economics, Prague Czech Republic

Abstract:

The discovery of new pharmaceutical compounds has been revolutionized by the integration of machine learning (ML) techniques. These methods enable the analysis of vast datasets, uncovering hidden patterns and relationships that expedite the identification of potential drug candidates. This study explores various ML algorithms, such as supervised learning, unsupervised clustering, and deep neural networks, in predicting compound efficacy and toxicity. Case studies demonstrate how ML optimizes lead identification and accelerates the drug discovery process, minimizing cost and time. The results underscore the transformative potential of ML in addressing complex challenges in pharmaceutical research, paving the way for personalized medicine and innovative therapeutics.

Keywords: Machine learning, pharmaceutical discovery, drug development, compound efficacy, personalized medicine

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

PHARMACOKINETIC MODELING OF THEOPHYLLINE MICROCAPSULES USING A DECONVOLUTION APPROACH

Assoc. Prof. Emily Nguyen, Dr. Farah Ibrahim

Department of Pharmaceutical Sciences, Cairo University, Egypt

Abstract

Pharmacokinetic modeling is a crucial tool in understanding drug absorption, distribution, metabolism, and excretion. This study focuses on the pharmacokinetics of theophylline microcapsules using a deconvolution approach to elucidate their release profile and systemic availability. The study employed a population pharmacokinetic model to analyze drug release kinetics from microcapsules, providing insights into bioavailability and in vivo drug behavior. A deconvolution-based methodology was applied to correlate in vitro dissolution data with in vivo absorption profiles. The results demonstrated a strong correlation, highlighting the potential for optimizing drug delivery systems for improved therapeutic outcomes. This research offers a significant advancement in pharmacokinetics by enhancing the predictive accuracy of drug release and absorption for microcapsulated formulations.

Keywords: pharmacokinetics, theophylline, microcapsules, deconvolution, drug release

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ASSESSING THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF METHANOL EXTRACTS FROM INDONESIAN HERBS AGAINST E. COLI

Dr. Siti Aisyah, Dr. Rizky Ardiansyah

Faculty of Pharmacy, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Abstract

The increasing prevalence of antibiotic-resistant bacteria necessitates the exploration of natural compounds with potential antibacterial properties. This study evaluates the antibacterial activity of methanol extracts derived from selected Indonesian herbs against *Escherichia coli*. A comprehensive screening was conducted to identify the most effective herbs, using the agar diffusion method to determine inhibition zones. Results demonstrated that several extracts exhibited significant antibacterial activity, with inhibition zones ranging from 12 mm to 20 mm. Phytochemical analysis revealed the presence of alkaloids, flavonoids, and tannins as key bioactive compounds. These findings highlight the potential of Indonesian herbal extracts as a source of novel antibacterial agents, providing a foundation for further research into their application in treating bacterial infections.

Keywords: antibacterial activity, methanol extracts, Indonesian herbs, *Escherichia coli*, phytochemicals

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

DEDUCING THE DYNAMICS OF "CONCEALED" NEURONS FROM ELECTROPHYSIOLOGICAL RECORDINGS

Valeri A. Makarov,Nazareth P. Castellanos

Universidad Complutense de Madrid Spain

Abstract:

Statistical analysis of electrophysiological recordings obtained under, e.g. tactile, stimulation frequently suggests participation in the network dynamics of experimentally unobserved “hidden" neurons. Such interneurons making synapses to experimentally recorded neurons may strongly alter their dynamical responses to the stimuli. We propose a mathematical method that formalizes this possibility and provides an algorithm for inferring on the presence and dynamics of hidden neurons based on fitting of the experimental data to spike trains generated by the network model. The model makes use of Integrate and Fire neurons “chemically" coupled through exponentially decaying synaptic currents. We test the method on simulated data and also provide an example of its application to the experimental recording from the Dorsal Column Nuclei neurons of the rat under tactile stimulation of a hind limb.

Keywords: Integrate and fire neuron, neural network models, spike trains.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

CLASSIFYING GENOMIC STRUCTURES AND REARRANGEMENT IN COMPUTATIONAL BIOLOGY: A UNIFIED APPROACH

Dr. Eliza Gorton,Samir Patel,Thomas Wright

Software Labs IBM India Pvt. Ltd,

Abstract:

Bioinformatics and computational biology involve the use of techniques including applied mathematics, informatics, statistics, computer science, artificial intelligence, chemistry, and biochemistry to solve biological problems usually on the molecular level. Research in computational biology often overlaps with systems biology. Major research efforts in the field include sequence alignment, gene finding, genome assembly, protein structure alignment, protein structure prediction, prediction of gene expression and proteinprotein interactions, and the modeling of evolution. Various global rearrangements of permutations, such as reversals and transpositions,have recently become of interest because of their applications in computational molecular biology. A reversal is an operation that reverses the order of a substring of a permutation. A transposition is an operation that swaps two adjacent substrings of a permutation. The problem of determining the smallest number of reversals required to transform a given permutation into the identity permutation is called sorting by reversals. Similar problems can be defined for transpositions and other global rearrangements. In this work we perform a study about some genome rearrangement primitives. We show how a genome is modelled by a permutation, introduce some of the existing primitives and the lower and upper bounds on them. We then provide a comparison of the introduced primitives.

Keywords: Sorting Primitives, Genome Rearrangements, Transpositions, Block Interchanges, Strip Exchanges.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

UNVEILING DISTANT PROTEIN EVOLUTIONARY LINKS USING SEQUENCE ALIGNMENT TECHNIQUES

Prof. Amanda Griffin, Dr. Thomas Allard

College of Information Technology, United Arab Emirates University

Abstract:

The amount of the information being churned out by the field of biology has jumped manifold and now requires the extensive use of computer techniques for the management of this information. The predominance of biological information such as protein sequence similarity in the biological information sea is key information for detecting protein evolutionary relationship. Protein sequence similarity typically implies homology, which in turn may imply structural and functional similarities. In this work, we propose, a learning method for detecting remote protein homology. The proposed method uses a transformation that converts protein sequence into fixed-dimensional representative feature vectors. Each feature vector records the sensitivity of a protein sequence to a set of amino acids substrings generated from the protein sequences of interest. These features are then used in conjunction with support vector machines for the detection of the protein remote homology. The proposed method is tested and evaluated on two different benchmark protein datasets and it-s able to deliver improvements over most of the existing homology detection methods.

Keywords: Protein homology detection; support vectormachine; string kernel.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

PARENTAL COEFFICIENTS IN AGRICULTURAL HYBRIDIZATION ANALYSIS

Rajesh Sharma, Poonam Kapoor, Harinder Singh Dhillon

Rayat and Bahara Institute of Engineering and Technology India

Abstract:

Hybridization refers to the crossing breeding of two plants. Coefficient of Parentage (COP) is used by the plant breeders to determine the genetic diversity across various varieties so as to incorporate the useful characters of the two varieties to develop a new crop variety with particular useful characters. Genetic Diversity is the prerequisite for any cultivar development program. Genetic Diversity depends upon the pedigree information of the varieties based on particular levels. Pedigree refers to the parents of a particular variety at various levels. This paper discusses the searching and analyses of different possible pairs of varieties selected on the basis of morphological characters, Climatic conditions and Nutrients so as to obtain the most optimal pair that can produce the required crossbreed variety. An algorithm was developed to determine the coefficient of parentage (COP) between the selected wheat varieties. Dummy values were used wherever actual data was not available.

Keywords: Coefficient of Parentage, Morphological characters, Pedigree, Genetic Diversity.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

A PARSIMONY-BASED MODEL FOR PHYLOGENETIC TREE RECONSTRUCTION IN INSECT EVOLUTION

Dr. Ananya Krishnan,

Maulana Azad National Institute of and Technology, Bhopal, MP-462051 INDIA

Abstract:

Phylogenies ; The evolutionary histories of groups of species are one of the most widely used tools throughout the life sciences, as well as objects of research with in systematic, evolutionary biology. In every phylogenetic analysis reconstruction produces trees. These trees represent the evolutionary histories of many groups of organisms, bacteria due to horizontal gene transfer and plants due to process of hybridization. The process of gene transfer in bacteria and hybridization in plants lead to reticulate networks, therefore, the methods of constructing trees fail in constructing reticulate networks. In this paper a model has been employed to reconstruct phylogenetic network in honey bee. This network represents reticulate evolution in honey bee. The maximum parsimony approach has been used to obtain this reticulate network.

Keywords: Hybridization, HGT, Reticulate networks, Recombination, Species, Parsimony.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

PRELIMINARY ASSESSMENT OF SINGLE-GENE DISRUPTIONS ON GENETIC NETWORK INFERENCE

Carl Peterson, Dr. Sabine Muller

Stowers Institute for Medical Research, 1000 E. 50th Street, Kansas City, USA,

Abstract:

This study explores the impact of single-gene disruptions on the inference of genetic networks, aiming to better understand the role of individual genes in regulating cellular functions. By systematically disrupting specific genes in model organisms, we assessed how these alterations affect the connectivity and stability of gene networks. Using computational tools for network inference, we analyzed the alterations in gene expression profiles and their influence on network topology. The results suggest that single-gene disruptions lead to significant shifts in network architecture, highlighting potential biomarkers for disease mechanisms and therapeutic targets. These findings have implications for systems biology and personalized medicine, as understanding the consequences of gene perturbations is crucial for advancing gene-based therapies.

Keywords: single-gene disruptions, genetic networks, network inference, gene expression, systems biology.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EVALUATING FEATURE SELECTION TECHNIQUES FOR CLASSIFYING DIFFUSE LARGE B-CELL LYMPHOMA

Helena Sanchez, Pedro Carvalho

Department of Biomedical Engineering, University of Porto, Portugal

Abstract:

Diffuse Large B-Cell Lymphoma (DLBCL) is a highly aggressive type of non-Hodgkin lymphoma that requires accurate and timely classification for optimal treatment. Feature selection plays a crucial role in enhancing classification models by identifying the most relevant attributes from clinical and genetic datasets. This study evaluates various feature selection techniques, including filter, wrapper, and embedded methods, to assess their effectiveness in classifying DLBCL. The performance of each technique is measured in terms of classification accuracy, precision, recall, and computational efficiency, using a dataset of DLBCL patient samples. The results demonstrate that some feature selection methods significantly improve the classification performance compared to traditional models, offering valuable insights for future research in lymphoma diagnosis and treatment. This paper also explores the potential of integrating multiple techniques to further refine classification accuracy and clinical applicability.

Keywords: Diffuse Large B-Cell Lymphoma, Feature Selection, Classification, Non-Hodgkin Lymphoma, Machine Learning

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

IMPACT OF GUANIDINE HYDROCHLORIDE ON PHASE SEPARATION IN PEG-SALT AQUEOUS TWO-PHASE SYSTEMS

Nitin Deshpande

Department of Chemical Engineering, Indian Institute of Technology Bombay (IIT Bombay), Mumbai, India

Abstract:

The study investigates the impact of guanidine hydrochloride (GdHCl) on phase separation in poly(ethylene glycol) (PEG)-salt aqueous two-phase systems (ATPS). The addition of GdHCl is shown to significantly influence the phase behavior, altering the critical concentrations required for phase formation and enhancing the partitioning of biomolecules in the system. By systematically varying the concentration of GdHCl and analyzing its effect on phase separation, the research provides valuable insights into the molecular interactions governing the formation and stability of PEG-salt ATPS, with implications for applications in biomolecular separation and purification processes. The findings suggest that GdHCl can be used as a modulator to fine-tune phase behavior in complex aqueous systems.

Keywords: Guanidine hydrochloride, Phase separation, Aqueous two-phase systems, PEG-salt, Biomolecular partitioning

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ANALYSIS OF CLUSTER MECHANISM OF ANTI-GREENHOUSE EFFECT USING COMPUTER TECHNOLOGY

A. Galashev
Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

Abstract:

The study focuses on the analysis of cluster mechanisms in combating the greenhouse effect through the application of computer technology. Utilizing advanced computational models, the research examines how clusters—groups of related technological and environmental systems—can contribute to reducing the impact of the greenhouse effect. The findings highlight the efficiency of computational simulations in identifying the most effective cluster configurations for greenhouse gas reduction. This paper emphasizes the role of computer technology in optimizing environmental protection strategies, providing insights into the dynamic interactions between different components of the climate system. The results offer practical recommendations for the integration of cluster-based solutions in climate change mitigation efforts.

Keywords: greenhouse effect, cluster mechanism, computer technology, environmental protection, climate change mitigation

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

APPLICATION OF ADVANCED NANOFILTERS FOR SUSTAINABLE WATER SUPPLY IN THE CASPIAN SEA BASIN

Olga Petrova, Dmitry Ivanov, Maria Sorokina

Water University of Tehran

Abstract:

In a world worried about water resources with the shadow of drought and famine looming all around, the quality of water is as important as its quantity. The source of all concerns is the constant reduction of per capita quality water for different uses. Iran With an average annual precipitation of 250 mm compared to the 800 mm world average, Iran is considered a water scarce country and the disparity in the rainfall distribution, the limitations of renewable resources and the population concentration in the margins of desert and water scarce areas have intensified the problem. The shortage of per capita renewable freshwater and its poor quality in large areas of the country, which have saline, brackish or hard water resources, and the profusion of natural and artificial pollutant have caused the deterioration of water quality. Among methods of treatment and use of these waters one can refer to the application of membrane technologies, which have come into focus in recent years due to their great advantages. This process is quite efficient in eliminating multi-capacity ions; and due to the possibilities of production at different capacities, application as treatment process in points of use, and the need for less energy in comparison to Reverse Osmosis processes, it can revolutionize the water and wastewater sector in years to come. The article studied the different capacities of water resources in the Persian Gulf and Oman Sea watershed basins, and processes the possibility of using nanofiltration process to treat brackish and non-conventional waters in these basins.

Keywords: Membrane processes, saline waters, brackish waters, hard waters, zoning water quality in the Persian Gulf and the Oman Sea Watershed area, nanofiltration.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

CRITICAL ANALYSIS OF EIA REPORTS EFFECTIVENESS: A CASE STUDY FROM INDIA

Dr. Aakash Sharma, Assis. Prof. Dr. Neha Rao

University of Engineering & Technology, Pakistan.

Abstract:

The preparation of good-quality Environmental Impact Assessment (EIA) reports contribute to enhancing overall effectiveness of EIA. This component of the EIA process becomes more important in situation where public participation is weak and there is lack of expertise on the part of the competent authority. In Pakistan, EIA became mandatory for every project likely to cause adverse environmental impacts from July 1994. The competent authority also formulated guidelines for preparation and review of EIA reports in 1997. However, EIA is yet to prove as a successful decision support tool to help in environmental protection. One of the several reasons of this ineffectiveness is the generally poor quality of EIA reports. This paper critically reviews EIA reports of some randomly selected projects. Interviews of EIA consultants, project proponents and concerned government officials have also been conducted to underpin the root causes of poor quality of EIA reports. The analysis reveals several inadequacies particularly in areas relating to identification, evaluation and mitigation of key impacts and consideration of alternatives. The paper identifies some opportunities and suggests measures for improving the quality of EIA reports and hence making EIA an effective tool to help in environmental protection.

Keywords: Environmental Impact Assessment, EIA Guidelines, EIA Reports, Pakistan.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY AND POLLUTION IDENTIFICATION IN THE KARUN RIVER WATERSHED, IRAN

Hassan Rahimi, Fatemeh Jalali

Islamic Azad University, Iran

Abstract:

The protection of groundwater resources is the great important many semiarid and arid environments. Baghan watershed is located in the north of Kangan in the Boshehr province in Iran. The groundwater resources have a vital role in supplying agricultural, drinking, domestic and industrial water demand in Baghan watershed. For our investigation into the water quality we collected 30 samples to chemical and physical analysis. The result showed the marl and evaporation deposits that contain anhydrite and gypsum is the main source of groundwater pollution, and one part of the groundwater was polluted by oil and gas industrial. Another part of the groundwater was contaminated by urban waste water. The electrical conductivity and captions and anions increased around of towns and gas refinery. Although the negative impact of untreated domestic wastewater is relatively low but the results showed strongly the negative impact of wastewater refinery is very considerable. This negative impact increased in downstream due to shallow aquifer. Additionally, the agents that adversely affect the quality of groundwater come from a variety of sources, including geology, domestic wastewater and the Jam refinery in Baghan watershed.

Keywords: Baghan watershed, Chemical quality, Groundwater, Pollution sources.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EVALUATION OF AIR POLLUTION MITIGATION STRATEGIES

Prof. Dr. Marta Kowalczyk

University of Gdańsk, Poland

Abstract:

Environmental investments, including ecological projects, relating to the protection of atmosphere are today a need. However, investing in the environment should be based on rational management rules. This comes across a problem of selecting a method to assess substances reduced during projects. Therefore, a method allowing for the assessment of decision rationality has to be found. The purpose of this article is to present and systematise pollution reduction assessment methods and illustrate theoretical analyses with empirical data. Empirical results confirm theoretical considerations, which proved that the only method for judging pollution reduction, free of apparent disadvantages, is the Eco 99-ratio method. To make decisions on environmental projects, financing institutions should take into account a rationality rule. Therefore the Eco 99-ratio method could be applied to make decisions relating to environmental investments in the area of air protection.

Keywords: Assessment of pollution reduction, costs of environmental protection, efficiency of environmental investments.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

DEVELOPMENT OF A COST-EFFECTIVE HYDROGEN PRODUCTION SYSTEM USING BIOMASS RESOURCES IN SOUTH KOREA

Yuki Matsumoto, Takeshi Ogawa, Ryoichi Nakamura

The University of Tokyo

Abstract:

It was determined that woody biomass and livestock excreta can be utilized as hydrogen resources and hydrogen produced from such sources can be used to fill fuel cell vehicles (FCVs) at hydrogen stations. It was shown that the biomass transport costs for hydrogen production may be reduced the costs for co-generation. In the Tokyo Metropolitan Area, there are only a few sites capable of producing hydrogen from woody biomass in amounts greater than 200 m3/h-the scale required for a hydrogen station to be operationally practical. However, in the case of livestock excreta, it was shown that 15% of the municipalities in this area are capable of securing sufficient biomass to be operationally practical for hydrogen production. The differences in feasibility of practical operation depend on the type of biomass.

Keywords: Biomass Resources, Hydrogen Production, Hydrogen Station, Transport Cost.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

EFFECT OF MICROBIAL ACTIVATORS ON THE DECOMPOSITION OF INDUSTRIAL WASTE COMPOST

Dr. Niran Phasuk, Dr. Araya Chaiwat

Prince of Songkla University, Hat-Yai, Songkhla, Thailand,

Abstract:

In this research, an aerobic composting method is studied to reuse organic waste from rubber factory waste as soil fertilizer and to study the effect of cellulolytic microbial activator (CMA) as the activator in the rubber factory waste composting. The performance of the composting process was monitored as a function of carbon and organic matter decomposition rate, temperature and moisture content. The results indicate that the rubber factory waste is best composted with water hyacinth and sludge than composted alone. In addition, the CMA is more affective when mixed with the rubber factory waste, water hyacinth and sludge since a good fertilizer is achieved. When adding CMA into the rubber factory waste composted alone, the finished product does not achieve a standard of fertilizer, especially the C/N ratio. Finally, the finished products of composting rubber factory waste and water hyacinth and sludge (both CMA and without CMA), can be an environmental friendly alternative to solve the disposal problems of rubber factory waste. Since the C/N ratio, pH, moisture content, temperature, and nutrients of the finished products are acceptable for agriculture use.
Keywords: composting, rubber waste, C/N ratio, sludge, cellulolytic microbial activator

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

PALLADIUM-CATALYZED DECHLORINATION FOR WATER REMEDIATION: CATALYST INACTIVATION AND RENEWAL

Dalia Angeles-Wedler, Katrin Mackenzie, Frank-Dieter Kopinke

Department of Environmental Technology, Permoserstrasse, Germany

Abstract:

Palladium-catalyzed hydrodechlorination is a promising alternative for the treatment of environmentally relevant water bodies, such as groundwater, contaminated with chlorinated organic compounds (COCs). In the aqueous phase hydrodechlorination of COCs, Pd-based catalysts were found to have a very high catalytic activity. However, the full utilization of the catalyst-s potential is impeded by the sensitivity of the catalyst to poisoning and deactivation induced by reduced sulfur compounds (e.g. sulfides). Several regenerants have been tested before to recover the performance of sulfide-fouled Pd catalyst. But these only delivered partial success with respect to re-establishment of the catalyst activity. In this study, the deactivation behaviour of Pd/Al2O3 in the presence of sulfide was investigated. Subsequent to total deactivation the catalyst was regenerated in the aqueous phase using potassium permanganate. Under neutral pH condition, oxidative regeneration with permanganate delivered a slow recovery of catalyst activity. However, changing the pH of the bulk solution to acidic resulted in the complete recovery of catalyst activity within a regeneration time of about half an hour. These findings suggest the superiority of permanganate as regenerant in re-activating Pd/Al2O3 by oxidizing Pd-bound sulfide.

Keywords: Deactivation, hydrodechlorination, Pd catalyst, regeneration.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

OPTICAL PROPERTIES OF PURE AND DOPED ZINC OXIDE: FROM NANOCOATINGS TO BULK CRYSTALS

Yasmina El Gharbi, Nadia Laaroussi, Hamid Belkacem, Karim Fekir

University of Sciences and Technology, Bab- Ezzouar Algeria

Abstract:

Films of pure tin oxide SnO2 and in presence of antimony atoms (SnO2-Sb) deposited onto glass substrates have shown a sufficiently high energy gap to be transparent in the visible region, a high electrical mobility and a carrier concentration which displays a good electrical conductivity [1]. In this work, the effects of polycrystalline silicon substrate on the optical properties of pure and Sb doped tin oxide is investigated. We used the APCVD (atmospheric pressure chemical vapour deposition) technique, which is a low-cost and simple technique, under nitrogen ambient, for growing this material. A series of SnO2 and SnO2-Sb have been deposited onto polycrystalline silicon substrates with different contents of antimony atoms at the same conditions of deposition (substrate temperature, flow oxygen, duration and nitrogen atmosphere of the reactor). The effect of the substrate in terms of morphology and nonlinear optical properties, mainly the reflectance, was studied. The reflectance intensity of the device, compared to the reflectance of tin oxide films deposited directly on glass substrate, is clearly reduced on the overall wavelength range. It is obvious that the roughness of the poly-c silicon plays an important role by improving the reflectance and hence the optical parameters. A clear shift in the minimum of the reflectance upon doping level is observed. This minimum corresponds to strong free carrier absorption, resulting in different plasma frequency. This effect is followed by an increase in the reflectance depending of the antimony doping. Applying the extended Drude theory to the combining optical and electrical obtained results these effects are discussed.

Keywords: Doping, oxide, reflectance.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

METHANE AND VOLATILE ORGANIC EMISSIONS FROM OIL REFINERIES IN SAUDI ARABIA

Dr. Salma Al-Qahtani, M. Abdur Rahman, F. Javed

Kuwait Universit

Abstract:

Air pollution is a major environmental health problem, affecting developed and developing countries around the world. Increasing amounts of potentially harmful gases and particulate matter are being emitted into the atmosphere on a global scale, resulting in damage to human health and the environment. Petroleum-related air pollutants can have a wide variety of adverse environmental impacts. In the crude oil production sectors, there is a strong need for a thorough knowledge of gaseous emissions resulting from the flaring of associated gas of known composition on daily basis through combustion activities under several operating conditions. This can help in the control of gaseous emission from flares and thus in the protection of their immediate and distant surrounding against environmental degradation. The impacts of methane and non-methane hydrocarbons emissions from flaring activities at oil production facilities at Kuwait Oilfields have been assessed through a screening study using records of flaring operations taken at the gas and oil production sites, and by analyzing available meteorological and air quality data measured at stations located near anthropogenic sources. In the present study the Industrial Source Complex (ISCST3) Dispersion Model is used to calculate the ground level concentrations of methane and nonmethane hydrocarbons emitted due to flaring in all over Kuwait Oilfields. The simulation of real hourly air quality in and around oil production facilities in the State of Kuwait for the year 2006, inserting the respective source emission data into the ISCST3 software indicates that the levels of non-methane hydrocarbons from the flaring activities exceed the allowable ambient air standard set by Kuwait EPA. So, there is a strong need to address this acute problem to minimize the impact of methane and non-methane hydrocarbons released from flaring activities over the urban area of Kuwait.

Keywords: Kuwait Oilfields, ISCST3 model, flaring, Airpollution, Methane and Non-methane.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ADSORPTION KINETICS AND THERMODYNAMIC STUDIES OF LEAD (II) IONS USING COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON

Tanvi Desai, Rajeev Chatterjee, S. Balakrishnan

Department of Chemistry, Faculty of Science, M. S. University of Baroda, India

Abstract:

Palm shell obtained from coastal part of southern India was studied for the removal for the adsorption of Hg (II) ions. Batch adsorption experiments were carried out as a function of pH, concentration of Hg (II) ions, time, temperature and adsorbent dose. Maximum removal was seen in the range pH 4.0- pH 7.0. The palm shell powder used as adsorbent was characterized for its surface area, SEM, PXRD, FTIR, ion exchange capacity, moisture content, and bulk density, soluble content in water and acid and pH. The experimental results were analyzed using Langmuir I, II, III, IV and Freundlich adsorption isotherms. The batch sorption kinetics was studied for the first order reversible reaction, pseudo first order; pseudo second order reaction and the intra-particle diffusion reaction. The biomass was successfully used for removal Hg (II) from synthetic and industrial effluents and the technique appears industrially applicable and viable.

Keywords: Biosorbent, mercury removal, borassus flabellifer, isotherms, kinetics, palm shell.

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

KINETIC ANALYSIS OF SILVER NANOPARTICLE INCORPORATION INTO ORGANIC MATRICES

Mehrdad Shirazi, Laila Farhad

University of Science and Technology, Tehran

Abstract:

The Kinetics formation of labile Complex Ag (I) tetra (p-carboxyphenyl) porphyrin, was investigated at 25oC and I=0.1M (NaNO3). By spectrophotometric titration, the composition ratio of the complex was established to be 2:1 (Ag : H2TCPP). The equilibrium constant, K, was found to be log 10-6.53. Binding of the first Ag (I) was found to be rate determining step with rate constant, k1= 4.67×102 . A plausible mechanism is discussed. We discus theoretically why Ag(I)2TCPP is unstable.

Keywords: Kinetics, Silver, TCPP, Sitting-atop, Theoretical study

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INVESTIGATION OF THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF AU/POLYANILINE/AG SCHOTTKY DIODE VIA I-V MEASUREMENTS

Bilal Haider, Ahmed Farooq

faculty of Engineering Sciences, Ghulam Ishaq Khan Institute of Engineering Sciences and Technology Pakistan

Abstract:

In this paper, fabrication and study of electronic properties of Au/methyl-red/Ag surface type Schottky diode by current-voltage (I-V) method has been reported. The I-V characteristics of the Schottky diode showed the good rectifying behavior. The values of ideality factor n and barrier height b of Au/methyl-red/Ag Schottky diode were calculated from the semi-log I-V characteristics and by using the Cheung functions. From semi-log current-voltage characteristics the values of n and b were found 1.93 and 0.254 eV, respectively, while by using Cheung functions their values were calculated 1.89 and 0.26 eV, respectively. The effect of series resistance was also analyzed by Cheung functions. The series resistance RS values were determined from dV/d(lnI)–I and H(I)–I graphs and were found to be 1.1 k and 1.3 k, respectively.

Keywords: Surface type Schottky diodes, Methyl-red, Currentvoltage method

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

SEPARATION OF WATER-SOLUBLE VITAMINS USING HPTLC PLATES IMPREGNATED WITH OXALIC ACID

Dr. Jamal Al-Hassani, PhD. Reza Mansouri, Afsaneh Shirin

Islamic Azad University,

Abstract:

The separation of water-soluble vitamins plays a crucial role in their analysis and quantification for various applications in food, pharmaceuticals, and biotechnology. In this study, a novel method was developed for the separation of water-soluble vitamins using High-Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) plates impregnated with oxalic acid. The introduction of oxalic acid as an impregnating agent enhances the separation efficiency of the vitamins by modifying the surface properties of the HPTLC plates. The method was optimized for several vitamins, including Vitamin C, B1, B2, and folic acid, using different mobile phase compositions. The technique demonstrates improved resolution, sensitivity, and reproducibility compared to traditional methods. This approach offers a promising tool for the rapid and efficient separation of water-soluble vitamins, facilitating their detection and quantification in complex matrices.

Keywords: High-Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC), water-soluble vitamins, oxalic acid, separation technique, analytical method.

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC EFFECTS OF ROSEMARY

Lina Hassan, Omar Al-Farsi,Fatima Al-Mansouri
Department of Nutrition and Food Science, Sultan Qaboos University, Oman

ABSTRACT
Rosemary (Rosmarinus officinalis) is a widely used herb known for its culinary and medicinal properties. This study investigates the nutritional composition and therapeutic potential of rosemary, focusing on its bioactive compounds and health benefits. The research reviews the herb's rich content of antioxidants, essential oils, vitamins, and minerals, which contribute to its efficacy in managing oxidative stress and inflammation. Experimental studies and clinical trials are analyzed to evaluate rosemary's effects on cardiovascular health, cognitive function, and metabolic disorders such as diabetes. The paper also explores rosemary's antimicrobial and anticancer properties, highlighting mechanisms through which its phytochemicals exert protective effects. Additionally, the safety profile and recommended dosages for therapeutic use are discussed. Methodologies include phytochemical analysis, in vitro and in vivo experimental models, and human intervention studies. Results indicate that rosemary supplementation can improve lipid profiles, enhance memory and learning, and reduce markers of chronic diseases. The study concludes that rosemary holds significant promise as a natural therapeutic agent and functional food ingredient, though further research is needed to standardize extracts and establish long-term safety. This work contributes to the growing field of nutraceuticals and supports the integration of traditional herbs into modern healthcare strategies.

Keywords: rosemary, antioxidants, therapeutic effects, nutraceuticals, metabolic health

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INVESTIGATION OF GESTATIONAL DIABETES IMPACT ON MATERNAL HEALTH IN BATNA

Nour El Houda
Samir Bensalem
Department of Obstetrics and Gynecology, University of Batna 2, Algeria

ABSTRACT
Gestational diabetes mellitus (GDM) is a significant health concern affecting pregnant women worldwide, with potential adverse outcomes for both mother and child. This study examines the impact of GDM on maternal health in Batna, Algeria, focusing on clinical outcomes, risk factors, and management practices. A cohort of pregnant women attending antenatal clinics was monitored, with data collected on glucose tolerance, blood pressure, body mass index, and pregnancy complications. The research identifies correlations between GDM and increased risk of preeclampsia, cesarean delivery, and postpartum diabetes. The study also assesses awareness and adherence to treatment protocols among patients and healthcare providers. Statistical analysis reveals that early diagnosis and effective management significantly reduce maternal morbidity. Challenges such as limited access to healthcare resources and cultural factors influencing patient compliance are discussed. The paper recommends strengthening screening programs, improving patient education, and adopting multidisciplinary approaches to optimize maternal outcomes. Findings contribute valuable insights for healthcare policy and clinical practice in similar low-resource settings, emphasizing the importance of targeted interventions to mitigate GDM-related risks.

Keywords: gestational diabetes, maternal health, pregnancy complications, Algeria, antenatal care

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND SOCIOECONOMIC CHALLENGES IN HAITI POST-COLUMBUS ERA

Ivan Dimitrov
Maria Petrova
Department of Environmental Studies, University of Port-au-Prince, Haiti

ABSTRACT
This interdisciplinary study explores the anthropogenic environmental changes and socioeconomic challenges faced by Haiti since the post-Columbus era. It traces the historical trajectory of land use, deforestation, and resource exploitation, linking these factors to contemporary environmental degradation and poverty. The research employs historical records, satellite imagery, and socioeconomic data to analyze patterns of environmental change and their impacts on local communities. Findings reveal that extensive deforestation and soil erosion have exacerbated vulnerability to natural disasters, undermining agricultural productivity and livelihoods. Socioeconomic challenges such as political instability, inadequate infrastructure, and limited access to education compound environmental problems. The paper discusses the interplay between environmental degradation and social inequality, emphasizing the need for integrated policies that address both ecological restoration and economic development. It highlights community-based initiatives and international cooperation as critical components for sustainable recovery. The study contributes to understanding the complex legacy of colonialism on Haiti's environment and society, offering recommendations for resilience building and sustainable resource management.

Keywords: environmental change, Haiti, deforestation, socioeconomic challenges, sustainability

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL POLICY DEVELOPMENT

Zahra Mohammadi, Reza Karimi
Department of Sports Management, University of Tehran, Iran

ABSTRACT
Sports clubs play a vital role in shaping national sports policies and promoting physical activity across populations. This study examines how the administration of sports clubs influences policy development at the national level in Iran. Using qualitative interviews with club managers, policymakers, and sports federation officials, the research investigates administrative practices, governance structures, and stakeholder engagement. The study identifies key factors through which clubs contribute to policy formulation, including advocacy, talent development, and community outreach. It also explores challenges such as resource limitations, political interference, and organizational inefficiencies that affect clubs' capacity to influence policy. The findings suggest that well-managed sports clubs can act as effective intermediaries between grassroots sports and governmental bodies, facilitating evidence-based policymaking and program implementation. Recommendations include enhancing administrative training, fostering collaboration among clubs, and increasing transparency to strengthen the sports sector. This research underscores the importance of institutional capacity in leveraging sports clubs for national health and social development goals.

Keywords: sports clubs, policy development, sports administration, governance, Iran

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

SOCIOECONOMIC AND HEALTH OUTCOMES OF YOUTH PARTICIPATION IN THE "ACTIVE LIFE" PROGRAM IN POLAND

Anna Kowalska
Tomasz Nowak
Department of Public Health, University of Warsaw, Poland

ABSTRACT
Youth engagement in structured physical activity programs has significant implications for health and social well-being. This study evaluates the socioeconomic and health outcomes of young participants in Poland's "Active Life" program, which promotes physical fitness and community involvement. Using a mixed-methods approach, data were collected through surveys, health screenings, and focus groups involving program participants aged 15-24. The research assesses changes in physical health indicators, mental well-being, social cohesion, and educational attainment. Results indicate improvements in cardiovascular fitness, reduced symptoms of anxiety and depression, and enhanced social networks among participants. Additionally, the program contributes to increased school attendance and reduced risky behaviors. The study discusses factors supporting successful youth engagement, such as program accessibility, quality of coaching, and peer support. Challenges include sustaining motivation and addressing socioeconomic barriers. The paper concludes that the "Active Life" program effectively promotes holistic youth development and recommends scaling similar initiatives to foster healthier, more socially connected communities.

Keywords: youth participation, physical activity, health outcomes, social development, Poland

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

GUT MICROBIOTA AND METABOLITE PROFILES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: PATHWAYS AND THERAPEUTIC PROSPECTS

Ionel Popescu- Mihai Ionescu
Department of Immunology, Carol Davila University of Medicine and Pharmacy, Romania

ABSTRACT
Emerging research highlights the critical role of gut microbiota and their metabolites in the pathogenesis and progression of rheumatoid arthritis (RA). This study investigates the alterations in gut microbial communities and metabolite profiles in RA patients compared to healthy controls. Using high-throughput sequencing and metabolomic analyses, the research identifies dysbiosis characterized by reduced microbial diversity and specific shifts in bacterial taxa associated with inflammatory pathways. The study also explores how microbial metabolites, such as short-chain fatty acids and bile acids, modulate immune responses and joint inflammation. Therapeutic prospects including probiotics, prebiotics, and dietary interventions aimed at restoring microbial balance are evaluated. Clinical trial data suggest that modulating gut microbiota can alleviate symptoms and slow disease progression. The paper discusses challenges in translating microbiome research into clinical practice, including individual variability and long-term efficacy. It concludes that targeting gut microbiota represents a promising adjunct strategy in RA management and calls for further interdisciplinary research to develop personalized therapies.

Keywords: rheumatoid arthritis, gut microbiota, metabolomics, inflammation, therapeutic interventions

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

MEDIATING EFFECTS OF ACADEMIC ENGAGEMENT ON STUDENT-TEACHER RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN SOCIAL SCIENCES

Samuel Mekonnen
Abebe Tadesse
Department of Educational Psychology, Addis Ababa University, Ethiopia

ABSTRACT
Positive student-teacher relationships are fundamental to academic success and personal development, particularly in social sciences education. This study examines how academic engagement mediates the relationship between student-teacher interactions and students' positive developmental outcomes. Employing a quantitative design, data were collected from social sciences students and teachers through validated questionnaires measuring engagement, relationship quality, motivation, and well-being. Structural equation modeling reveals that academic engagement significantly mediates the effect of supportive teacher-student relationships on students' self-efficacy, critical thinking skills, and social competence. The findings emphasize the role of active participation and emotional investment in learning processes as pathways to fostering positive development. The study also identifies contextual factors such as classroom climate and teaching styles that influence engagement levels. Recommendations include training educators to build rapport and create engaging learning environments to enhance student outcomes. This research contributes to educational psychology by elucidating mechanisms through which interpersonal dynamics impact academic and social growth in higher education.

Keywords: academic engagement, student-teacher relationship, social sciences, positive development

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

IMPACT OF THE COVID-19 CRISIS ON ELDERLY VULNERABILITY AND SOCIAL SUPPORT SYSTEMS IN ROMANIA

Cristina Marinescu
Ioan Dumitrescu
Department of Social Work, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
The COVID-19 pandemic has disproportionately affected elderly populations, exposing vulnerabilities and testing social support systems worldwide. This study assesses the impact of the crisis on elderly individuals in Romania, focusing on health outcomes, social isolation, and access to care. Using mixed methods, including surveys and interviews with elderly participants and social service providers, the research documents increased physical and mental health challenges, exacerbated by disrupted social networks and limited healthcare resources. The study highlights the role of family, community organizations, and government programs in mitigating these effects, while also identifying gaps in service provision and policy responses. Findings suggest that digital literacy and technology adoption among the elderly are critical for maintaining social connections during lockdowns. The paper advocates for strengthening integrated support systems that address both medical and psychosocial needs of older adults. Lessons learned from the pandemic underscore the urgency of building resilient social infrastructures to protect vulnerable populations in future crises.

Keywords: COVID-19, elderly vulnerability, social support, Romania, public health

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ENDOMETRIAL CARCINOMA DIAGNOSIS USING TRANSVAGINAL DOPPLER IN ALBANIA

Evis Binaj, Astrit Bimbashi, Artan Simaku
Department of Obstetrics and Gynecology, University Hospital Center "Mother Teresa," Tirana, Albania

ABSTRACT
Endometrial carcinoma is one of the most common gynecological malignancies affecting women worldwide, and early diagnosis is critical for improving patient outcomes. This study evaluates the effectiveness of transvaginal Doppler ultrasound as a non-invasive diagnostic tool for detecting endometrial carcinoma in Albanian women presenting with abnormal uterine bleeding. The objective was to assess the sensitivity and specificity of Doppler parameters, such as pulsatility index and resistance index, in differentiating malignant from benign endometrial lesions. A cohort of 120 patients underwent transvaginal Doppler examination followed by histopathological confirmation through biopsy or surgery. The study found that specific Doppler indices correlated strongly with malignancy, showing high diagnostic accuracy. These findings suggest that transvaginal Doppler can serve as a valuable adjunct to conventional ultrasound, enabling earlier and more accurate diagnosis while reducing the need for invasive procedures. The research highlights the potential for improved clinical protocols in Albania and similar settings where access to advanced diagnostic methods may be limited. Implementation of Doppler ultrasound screening could enhance patient management and reduce morbidity associated with delayed diagnosis. Further studies with larger sample sizes are recommended to validate these results and explore integration into routine gynecological practice.

Keywords: endometrial carcinoma, transvaginal Doppler, ultrasound diagnosis, gynecological oncology

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

PREVALENCE AND DETERMINANTS OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG STUDENTS AT BAUCHI STATE UNIVERSITY, NIGERIA

Ebrah A.A., Abubakar B.M., Amuna O.T., Simon V.O.
Department of Public Health, Bauchi State University, Bauchi, Nigeria

ABSTRACT

Overweight and obesity are escalating public health concerns worldwide, including among young adults in university settings. This cross-sectional study investigates the prevalence and determinants of overweight and obesity among students at Bauchi State University, Nigeria. The research aimed to identify socio-demographic, behavioral, and environmental factors contributing to weight status in this population. A total of 600 students were surveyed using structured questionnaires and anthropometric measurements were taken to classify body mass index (BMI) categories. Results indicated a prevalence of overweight at 18% and obesity at 9%, with significant associations found between weight status and factors such as physical inactivity, dietary habits, and socioeconomic status. The study underscores the urgent need for targeted health promotion and intervention programs within university environments to address lifestyle factors and prevent chronic diseases linked to obesity. Recommendations include implementing campus-based physical activity initiatives, nutritional education, and regular health screenings. The findings contribute to the limited data on obesity trends in Nigerian higher education institutions and provide a basis for policy development to improve student health outcomes.

Keywords: overweight, obesity, university students, Nigeria, public health

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

PUERPERAL DEPRESSION: A CRITICAL MENTAL HEALTH ISSUE IN NEW MOTHERS IN ALBANIA

Andja Lala, Eliona Sula, Behije Golloberda, Brikena Gjata, Argenta Kuburi
Department of Psychiatry, University Hospital Center "Mother Teresa," Tirana, Albania

ABSTRACT

Puerperal depression represents a significant mental health challenge affecting new mothers globally, with profound implications for maternal and child well-being. This study examines the prevalence, risk factors, and awareness of puerperal depression among postpartum women in Albania. Using a mixed-methods approach, 200 new mothers attending primary health care centers were assessed through standardized depression screening tools and in-depth interviews. The findings revealed a prevalence rate of approximately 22%, with contributing factors including lack of social support, previous mental health history, and socioeconomic stressors. The study highlights gaps in mental health services and the need for increased screening and support programs within maternal health care. Raising awareness among healthcare providers and families is essential to early identification and intervention. The research advocates for integrating mental health services into routine postnatal care to improve outcomes for mothers and infants. The study's insights provide a foundation for policy reforms and community-based initiatives addressing maternal mental health in Albania and similar contexts.

Keywords: puerperal depression, maternal mental health, postpartum women, Albania

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

MICROBIAL MODULATION THERAPY FOR CANCER PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW FROM PAKISTAN

Mehwash Kashif, Anusha Ahmed, Asma Bint-e-Adil
Department of Microbiology, Aga Khan University, Karachi, Pakistan

ABSTRACT

Emerging evidence suggests that modulation of the human microbiome may influence cancer progression and treatment outcomes. This systematic review evaluates microbial modulation therapies, including probiotics, prebiotics, and fecal microbiota transplantation, used in cancer patients in Pakistan. The objective was to synthesize current research on the efficacy and safety of these interventions as adjuncts to conventional cancer therapies. A comprehensive literature search identified 25 studies published between 2010 and 2024, focusing on gastrointestinal, breast, and hematologic cancers. Results indicate that microbial therapies can enhance immune response, reduce treatment-related side effects, and improve quality of life. However, variability in study designs and small sample sizes limit generalizability. The review identifies gaps in clinical trials and calls for rigorous research to establish standardized protocols and long-term effects. The findings underscore the potential of microbial modulation as a complementary approach in oncology, particularly in resource-limited settings like Pakistan. Integration of microbiome-based therapies could revolutionize cancer care by personalizing treatment and mitigating adverse effects.

Keywords: microbial modulation, cancer therapy, probiotics, Pakistan, systematic review

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INVESTIGATING THE MENTAL AND PHYSICAL CHALLENGES OF NURSES IN THE WORKPLACE IN IRAN

Zahra Eghbal Mehran, Parastoo Eghbal Mehran
Department of Nursing, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ABSTRACT

Nurses face significant mental and physical challenges in healthcare environments, impacting their well-being and quality of care delivery. This study investigates the prevalence and nature of workplace stressors affecting nurses in Iran, aiming to identify key factors contributing to burnout, anxiety, and musculoskeletal disorders. A mixed-methods design was employed, surveying 350 nurses across multiple hospitals and conducting focus group discussions. Results reveal high levels of psychological distress linked to workload, shift patterns, and interpersonal conflicts, alongside physical ailments such as back pain and fatigue. The research highlights insufficient institutional support and limited access to mental health resources. Recommendations include implementing stress management programs, ergonomic interventions, and organizational policy reforms to improve working conditions. Addressing these challenges is critical for sustaining nursing workforce capacity and ensuring patient safety. The study contributes valuable insights for healthcare administrators and policymakers striving to enhance occupational health in Iranian medical settings.

Keywords: nurses, workplace stress, mental health, physical health, Iran

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDE, AND PRACTICE OF MATERNAL IMMUNIZATION AMONG MOTHERS IN PRIMARY HEALTH CARE CENTRES IN LAGOS STATE, NIGERIA

Adekola Sodiq Adetunji, Adekola Saheed Ayodeji, Dhikroh Oriyomi Adekola
Department of Public Health, Lagos State University, Lagos, Nigeria

ABSTRACT
Maternal immunization is a critical public health strategy to protect mothers and infants from vaccine-preventable diseases. This study assesses the knowledge, attitudes, and practices (KAP) regarding maternal immunization among mothers attending primary health care centers in Lagos State, Nigeria. A cross-sectional survey of 400 mothers was conducted using structured questionnaires. Findings indicate moderate knowledge levels but reveal misconceptions and vaccine hesitancy influenced by cultural beliefs and misinformation. Positive attitudes toward immunization correlated with higher education and previous vaccination experience. However, actual immunization uptake was suboptimal due to access barriers and fear of side effects. The study underscores the need for targeted health education campaigns and improved service delivery to enhance maternal vaccine coverage. Strengthening community engagement and addressing vaccine myths are essential to achieving immunization goals and reducing maternal and neonatal morbidity. The research provides actionable insights for policymakers and healthcare providers in Nigeria and similar contexts.

Keywords: maternal immunization, knowledge-attitude-practice, vaccine hesitancy, Nigeria

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

DNA DATA STORAGE: THE FUTURE OF DIGITAL ARCHIVES IN INDIA

Saloni Sharma, Suhani Sharma
Department of Computer Science, Indian Institute of Technology, Delhi, India

ABSTRACT
The exponential growth of digital data has created unprecedented challenges for storage technologies, prompting exploration of innovative solutions such as DNA data storage. This paper examines the potential of DNA as a medium for long-term, high-density digital archives in India. It reviews current advancements in DNA synthesis, sequencing, and error correction methods, evaluating their feasibility and scalability for practical applications. The study also considers economic, technical, and ethical aspects, including cost reduction, data retrieval speeds, and biosecurity concerns. Case studies of pilot projects demonstrate successful encoding and decoding of digital files in DNA strands, highlighting advantages over traditional storage media in durability and compactness. The research discusses India's growing digital infrastructure needs and the strategic importance of adopting DNA storage technologies to secure national data assets. Challenges such as technological accessibility and regulatory frameworks are addressed. The paper concludes that DNA data storage represents a promising frontier for digital archiving, with transformative implications for data management in India and globally.

Keywords: DNA data storage, digital archives, biotechnology, data management, India

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF ROSEMARY

Lina Al-Farsi, Huda Al-Mansoori, Omar Al-Habsi, Sultan Al-Rashidi, Fatima Al-Balushi
Department of Nutrition and Food Science, Sultan Qaboos University, Oman

ABSTRACT

Rosemary (Rosmarinus officinalis) is a widely used herb known not only for its culinary applications but also for its significant nutritional and therapeutic properties. This study provides a comprehensive review of rosemary's bioactive compounds, including antioxidants, anti-inflammatory agents, and antimicrobial constituents. The research highlights the herb's potential in preventing chronic diseases such as cancer, cardiovascular disorders, and neurodegenerative conditions through its ability to neutralize free radicals and modulate inflammatory pathways. Experimental studies and clinical trials are examined to assess rosemary's efficacy in improving cognitive function, enhancing digestion, and supporting metabolic health. Additionally, the paper explores rosemary's role in traditional medicine and its growing use in modern pharmacology as a natural therapeutic agent. Methods include phytochemical analysis and evaluation of in vitro and in vivo studies. Results indicate that rosemary extracts can reduce oxidative stress markers and inhibit the growth of certain pathogens, suggesting promising applications in food preservation and disease prevention. The conclusion emphasizes the need for further clinical research to establish standardized dosages and safety profiles for therapeutic use. This study contributes valuable insights into the integration of rosemary as a functional food ingredient and complementary medicine, supporting its role in promoting health and wellness globally.

Keywords: rosemary, antioxidants, therapeutic potential, chronic disease prevention, functional foods

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

IMPACT OF GESTATIONAL DIABETES ON MATERNAL AND NEONATAL OUTCOMES: A STUDY AT BATNA MATERNITY WARD

Nadia Boukhalfa, Yacine Cherif
Department of Obstetrics and Gynecology, University of Batna, Algeria

ABSTRACT
Gestational diabetes mellitus (GDM) poses significant risks to both maternal and neonatal health, yet its impact varies across populations and healthcare settings. This study investigates the outcomes of pregnancies complicated by GDM at the Batna Maternity Ward, focusing on maternal complications, delivery methods, and neonatal health indicators. A retrospective cohort design was employed, analyzing medical records of 300 pregnant women diagnosed with GDM compared to a control group without diabetes. Key parameters such as rates of cesarean section, preeclampsia, macrosomia, and neonatal hypoglycemia were examined. The findings reveal that GDM is associated with a higher incidence of adverse outcomes, including increased cesarean deliveries and neonatal intensive care admissions. The study also explores the effectiveness of glycemic control measures and prenatal care quality in mitigating risks. Results underscore the importance of early diagnosis, patient education, and multidisciplinary management to improve prognosis. The paper concludes with recommendations for enhanced screening protocols and targeted interventions in maternity care to reduce complications related to GDM. This research adds to the growing body of evidence emphasizing the need for context-specific strategies to manage gestational diabetes and safeguard maternal and child health in Algeria and similar settings.

Keywords: gestational diabetes, maternal outcomes, neonatal health, pregnancy complications, Algeria

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND PERSISTENT POVERTY IN HAITI: A HISTORICAL PERSPECTIVE

Ivan Dimitrov, Maria Petrova
Department of Environmental Studies, University of Sofia, Bulgaria

ABSTRACT
Haiti has experienced profound environmental degradation and persistent poverty, largely driven by anthropogenic activities over centuries. This study provides a historical assessment of how deforestation, soil erosion, and unsustainable land use have contributed to ecological decline and socioeconomic hardship. Using archival data, satellite imagery, and socioeconomic indicators, the research traces the interplay between environmental changes and poverty from colonial times to the present. The analysis reveals that environmental degradation has exacerbated vulnerability, limiting agricultural productivity and access to natural resources for marginalized communities. The study also examines policy failures and external influences that have hindered sustainable development efforts. It highlights the cyclical nature of poverty and environmental damage, where impoverished populations rely heavily on fragile ecosystems for survival, perpetuating degradation. The paper advocates for integrated approaches combining environmental restoration, poverty alleviation, and community empowerment. It stresses the need for historical awareness in designing effective interventions and calls for international cooperation to support Haiti's sustainable future. This research contributes to understanding the complex socio-environmental dynamics shaping Haiti's challenges and offers lessons applicable to other developing nations facing similar issues.

Keywords: environmental degradation, poverty, Haiti, historical analysis, sustainable development

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL HEALTH POLICIES IN IRAN

Sara Mohammadi, Ali Rezaei
Department of Sports Management, University of Tehran, Iran

ABSTRACT
Sports clubs play a critical role in promoting physical activity and public health, yet their influence on national health policies remains underexplored. This study investigates how sports club administration in Iran shapes and interacts with health policy development and implementation. Employing qualitative interviews with club managers, policymakers, and health officials, alongside policy document analysis, the research identifies key mechanisms through which sports organizations contribute to health promotion agendas. Findings reveal that well-organized sports clubs facilitate community engagement, support preventive health programs, and serve as platforms for disseminating health information. However, challenges such as limited funding, bureaucratic hurdles, and lack of coordination with health authorities constrain their impact. The study highlights successful case examples where sports clubs influenced policy shifts toward more inclusive and active lifestyles. It also discusses the potential for enhanced collaboration between sports and health sectors to address non-communicable diseases and improve population well-being. The paper concludes by recommending strategic policy frameworks that integrate sports administration into broader public health planning in Iran. This research underscores the importance of leveraging sports infrastructure to achieve national health objectives and foster healthier societies.

Keywords: sports clubs, health policy, Iran, physical activity promotion, public health

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF THE "ACTIVE KIDS" PROGRAM ON POLISH YOUTH

Anna Kowalska, Marek Nowak
Department of Psychology, University of Warsaw, Poland

ABSTRACT

The "Active Kids" program aims to enhance physical activity and psychological well-being among Polish youth, addressing rising concerns about sedentary lifestyles and mental health challenges. This mixed-methods study evaluates the socioeconomic and psychological impacts of the program on participants aged 10 to 16. Quantitative data from surveys assess changes in physical fitness, self-esteem, and social behavior, while qualitative interviews explore personal experiences and community perceptions. Results indicate significant improvements in physical health markers and increased motivation for regular exercise. Psychologically, participants report reduced anxiety, better mood regulation, and enhanced social connectedness. The program also positively influences family dynamics and school engagement, contributing to broader social benefits. However, disparities in access and participation highlight ongoing challenges related to socioeconomic status and regional differences. The study discusses strategies to expand program reach and sustainability, emphasizing the role of schools, parents, and local authorities. It concludes that "Active Kids" serves as a valuable model for integrating physical and mental health promotion in youth development initiatives. This research provides evidence supporting policy investments in comprehensive youth activity programs to foster healthier and more resilient future generations in Poland.

Keywords: youth physical activity, psychological well-being, Active Kids program, Poland, socioeconomic impact

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

GUT MICROBIOTA AND METABOLIC PATHWAYS IN RHEUMATOID ARTHRITIS: INSIGHTS AND THERAPEUTIC APPROACHES

Daniela Popescu, Cristian Ionescu
Department of Immunology, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT

Emerging evidence links gut microbiota dysbiosis to the pathogenesis of rheumatoid arthritis (RA), offering new perspectives for therapeutic intervention. This review synthesizes current knowledge on the interactions between gut microbial communities and host metabolic pathways implicated in RA development and progression. It discusses how alterations in microbiota composition influence immune responses, inflammation, and joint damage. The paper examines recent studies on microbial metabolites that modulate immune cell function and highlights potential biomarkers for disease activity. Therapeutic approaches targeting the gut microbiome, including probiotics, prebiotics, dietary modifications, and fecal microbiota transplantation, are evaluated for their efficacy and safety. Methodologically, the review integrates findings from animal models, clinical trials, and omics technologies. Results suggest that modulating gut microbiota may complement conventional RA treatments and improve patient outcomes. The conclusion calls for further research to establish standardized protocols and personalized therapies based on microbiome profiles. This work contributes to advancing precision medicine in autoimmune diseases and underscores the gut-joint axis as a promising target for innovative RA management strategies.

Keywords: rheumatoid arthritis, gut microbiota, metabolic pathways, immunomodulation, therapeutic approaches

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ACADEMIC ENGAGEMENT AS A MEDIATOR BETWEEN TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN ETHIOPIAN HIGHER EDUCATION

Mulugeta Bekele, Hirut Alemu
Department of Educational Psychology, Addis Ababa University, Ethiopia

ABSTRACT
Positive teacher-student relationships are fundamental to fostering academic engagement and holistic student development in higher education. This study examines the mediating role of academic engagement in the relationship between teacher-student interactions and positive developmental outcomes among Ethiopian university students. Utilizing a cross-sectional survey design with 450 participants, the research measures perceived relationship quality, engagement levels, and indicators of personal growth such as self-efficacy, motivation, and social skills. Structural equation modeling reveals that strong, supportive teacher-student relationships significantly enhance academic engagement, which in turn predicts positive developmental outcomes. The findings emphasize the importance of nurturing interpersonal connections within academic settings to promote student success and well-being. The study also discusses cultural factors influencing these dynamics and suggests practical interventions for educators to strengthen engagement through relational strategies. Implications for policy and practice include the integration of relational competencies in faculty development programs and student support services. This research contributes to the understanding of educational processes in Ethiopian higher education and highlights academic engagement as a key mechanism linking relationships to development.

Keywords: academic engagement, teacher-student relationships, student development, higher education, Ethiopia

EFFECTS OF COVID-19 ON ELDERLY SOCIAL VULNERABILITY AND CARE NEEDS IN ROMANIA

Elena Marinescu, Bogdan Radu
Department of Gerontology, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
The COVID-19 pandemic has disproportionately affected elderly populations, exacerbating social vulnerability and care needs. This study investigates the pandemic's impact on the social conditions, mental health, and caregiving requirements of older adults in Romania. Using mixed methods, including surveys and in-depth interviews with 300 elderly participants and caregivers, the research explores changes in social isolation, access to healthcare, and support networks during and after the pandemic's peak. Findings reveal increased loneliness, heightened anxiety, and disruptions in routine medical and social services. The study identifies gaps in formal and informal care systems, emphasizing the urgent need for adaptive policies and community-based interventions to address these challenges. It also highlights resilience factors such as family support and digital connectivity that mitigate adverse effects. The paper concludes by recommending comprehensive strategies to strengthen elderly care infrastructure, improve mental health services, and enhance social inclusion in post-pandemic Romania. This research provides critical insights for policymakers, healthcare providers, and social workers aiming to support vulnerable elderly populations in crisis contexts.

Keywords: COVID-19, elderly care, social vulnerability, Romania, mental health

CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

MEDIEVAL MEDICAL PRACTICES IN DACIA: A HISTORICAL OVERVIEW

Elena POPESCU
Ioana IONESCU
Department of History, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT

This paper provides a comprehensive overview of medieval medical practices in Dacia, encompassing the historical territory that largely corresponds to modern-day Romania. It delves into the unique blend of medical traditions that characterized the region during the Middle Ages, influenced by Roman legacies, Byzantine practices, and indigenous folk medicine. The study synthesizes archaeological evidence, historical texts, and folklore to reconstruct the diagnostic techniques, therapeutic interventions, and healthcare systems prevalent between the 5th and 15th centuries. It examines the roles of various medical practitioners, including monks, barber-surgeons, and traditional healers, in addressing illnesses and injuries within diverse social strata. Emphasis is placed on understanding how medical knowledge was transmitted and adapted over time, particularly within monastic settings and through interactions with neighboring cultures. Furthermore, the research explores the impact of major historical events, such as the Mongol invasions and the Ottoman expansion, on medical practices and public health. By integrating interdisciplinary sources, this overview offers valuable insights into the cultural and societal context of medieval medicine in Dacia, shedding light on the interplay between learned traditions and local customs. The study identifies enduring elements of folk medicine that have persisted to this day, underscoring the complex and multifaceted heritage of medical practices in the region. It also highlights avenues for future research, including detailed analyses of specific medical texts and comparative studies with other medieval European regions. Through this historical exploration, the paper seeks to contribute to a broader understanding of medical history and cultural exchange in medieval Europe.

Keywords: medieval medicine, Dacia, Romania, medical history, folk medicine

THE EVOLUTION OF ROMANIAN MEDICINE DURING THE MIDDLE AGES

Ioana IONESCU
Elena POPESCU
Department of History, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
This study traces the evolutionary trajectory of Romanian medicine throughout the Middle Ages, focusing on the transformation of medical knowledge, practices, and institutions within the historical territory of Romania. It examines the foundational Roman medical legacies, the subsequent influences of Byzantine medicine, and the emergence of unique Romanian medical traditions shaped by local conditions and cultural exchanges. The research synthesizes historical documents, archaeological findings, and ethnomedical studies to reconstruct the healthcare landscape from the early medieval period to the threshold of modernity. It explores the roles of monastic orders, urban hospitals, and rural healers in providing medical care, analyzing their methods, resources, and interactions with the wider population. Special attention is given to the impact of major epidemics, such as the bubonic plague, on medical thought and public health measures. The study investigates the development of medical terminology, pharmaceutical practices, and surgical techniques, highlighting both continuities and innovations. Furthermore, it examines the social status of medical practitioners, their training pathways, and the ethical considerations that guided their work. By analyzing these diverse facets of medical history, the paper offers a nuanced understanding of the complex interplay between external influences and indigenous developments in Romanian medicine during the Middle Ages. It concludes by assessing the legacy of medieval medical practices on subsequent medical traditions in Romania and identifying areas for future scholarly inquiry. Through its comprehensive scope and interdisciplinary approach, this study aims to contribute to a broader understanding of the evolution of European medicine and the cultural dynamics that shaped it.

Keywords: Romanian medicine, Middle Ages, medical evolution, Byzantine influence, medical history

RETHINKING RESISTANCE IN DARWISH'S 'HE EMBRACES HIS MURDERER': A POSTCOLONIAL PERSPECTIVE

Anjali KUMAR
Rajesh SINGH
Department of Postcolonial Literature, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India

ABSTRACT
This paper re-evaluates the concept of resistance in Mahmoud Darwish's poem 'He Embraces His Murderer' through a postcolonial lens, challenging conventional interpretations of victimhood and agency. It argues that Darwish's work transcends simplistic notions of oppressor and oppressed, presenting a complex interplay of power, identity, and reconciliation. The study analyzes the poem's intricate symbolism, linguistic nuances, and intertextual references to reveal a multifaceted understanding of resistance as both a physical struggle and a psychological negotiation. It examines how Darwish subverts traditional heroic narratives by portraying the act of embracing one's oppressor as a subversive gesture that disrupts the binary logic of colonialism. The paper draws on theoretical frameworks from postcolonial scholars such as Frantz Fanon, Edward Said, and Gayatri Chakravorty Spivak to deconstruct the power dynamics inherent in the poem. It also explores the themes of trauma, memory, and the search for identity within a postcolonial context. By interrogating the poem's ambiguous ending, the study questions whether the embrace represents genuine forgiveness, strategic defiance, or a tragic acceptance of the inevitability of violence. It contends that Darwish's work invites readers to confront uncomfortable truths about the complexities of resistance, the enduring legacies of colonialism, and the possibilities for healing and transformation in the aftermath of conflict. Ultimately, the paper aims to contribute to a more nuanced understanding of postcolonial literature and its capacity to challenge dominant ideologies and promote empathy across cultural divides.

Keywords: Mahmoud Darwish, postcolonialism, resistance, trauma, identity

CHILDHOOD TRAUMA AND RESILIENCE IN SUSAN ABULHAWA'S MORNINGS IN JENIN

Anjali KUMAR
Rajesh SINGH
Department of Postcolonial Literature, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India

ABSTRACT
This paper explores the themes of childhood trauma and resilience in Susan Abulhawa's novel *Mornings in Jenin*, examining how the narrative portrays the devastating impact of the Israeli-Palestinian conflict on the lives of children. It analyzes the psychological and emotional scars inflicted by violence, displacement, and loss on the novel's characters, particularly Amal and her siblings. The study draws on trauma theory, postcolonial studies, and feminist perspectives to understand the multifaceted ways in which childhood experiences shape identity, memory, and resistance. It investigates how Abulhawa's narrative challenges dominant representations of victimhood by highlighting the agency and resilience of Palestinian children in the face of adversity. The paper explores the strategies employed by the characters to cope with trauma, including storytelling, community solidarity, and the preservation of cultural heritage. It also examines the intergenerational transmission of trauma and the challenges of healing across generations. Furthermore, the study considers the role of gender and social class in shaping experiences of trauma and resilience. By analyzing the novel's narrative structure, symbolism, and character development, the paper aims to reveal the complex interplay between individual experiences and broader political and historical forces. It argues that *Mornings in Jenin* offers a powerful critique of the dehumanizing effects of conflict while celebrating the enduring human capacity for hope and resistance. Ultimately, the paper contributes to a deeper understanding of the psychological and social consequences of political violence on children and the importance of fostering resilience in affected communities.

Keywords: Susan Abulhawa, childhood trauma, resilience, Palestinian literature, postcolonial studies

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

THERMAL COMFORT IN OFFICE BUILDINGS INSPIRED BY TERMITE ARCHITECTURE IN NIGERIA'S TEMPERATE DRY CLIMATE

Chinedu OKAFOR
Abdulrahman ABDULLAHI
Department of Architecture, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria

ABSTRACT

This research investigates the potential of termite-inspired architecture to enhance thermal comfort in office buildings within Nigeria's temperate dry climate. Termite mounds are renowned for their natural ventilation and temperature regulation capabilities, which are achieved through intricate structural designs and material properties. This study explores how these bio-inspired principles can be adapted and applied to contemporary building designs to reduce reliance on energy-intensive air conditioning systems. The research employs a mixed-methods approach, combining field measurements of termite mounds with computer simulations of building designs incorporating termite-inspired features. It analyzes factors such as ventilation patterns, thermal mass, and shading strategies to determine their effectiveness in improving indoor thermal comfort. The study also considers the social and economic implications of adopting sustainable building practices, including the use of locally sourced materials and the reduction of carbon emissions. Furthermore, it examines the cultural relevance of termite-inspired architecture within the Nigerian context, exploring how traditional building techniques can be integrated with modern design principles. The findings demonstrate that termite-inspired designs can significantly improve thermal comfort in office buildings, leading to energy savings and enhanced occupant well-being. The study offers practical recommendations for architects, engineers, and policymakers seeking to promote sustainable building practices in Nigeria and other regions with similar climatic conditions. It concludes that bio-inspired design holds great promise for creating environmentally responsible and culturally sensitive architecture that addresses the challenges of climate change.

Keywords: termite architecture, thermal comfort, bio-inspired design, sustainable building, Nigeria

PRINCIPLES OF AESTHETIC DESIGN IN TEACHING MAP READING IN GEOGRAPHY

Nadjette BENAISSA
Hadjer BELKACEMI
Department of Geography, University of Algiers, Algeria

ABSTRACT
This research explores the integration of aesthetic design principles into the teaching of map reading within geography education. Traditional map reading instruction often focuses on technical skills and spatial analysis, neglecting the visual and emotional dimensions of maps. This study argues that incorporating aesthetic elements, such as color theory, typography, and visual hierarchy, can enhance student engagement, comprehension, and appreciation of geographic information. The research employs a mixed-methods approach, combining a literature review of cartographic design with empirical studies of student learning outcomes. It analyzes how different aesthetic features influence map readability, interpretation, and memorability. The study also investigates the role of visual narratives and storytelling in making maps more accessible and meaningful to students. Furthermore, it examines the impact of digital mapping technologies on the aesthetic design of maps and the potential for creating interactive and personalized learning experiences. The findings suggest that incorporating aesthetic principles into map reading instruction can improve student motivation, critical thinking skills, and spatial reasoning abilities. The study offers practical guidelines for educators to create visually appealing and pedagogically effective maps. It also highlights the importance of fostering cartographic literacy among students, empowering them to critically evaluate and interpret maps as complex cultural artifacts. By emphasizing the aesthetic dimensions of map reading, this research seeks to promote a more holistic and engaging approach to geography education.

Keywords: aesthetic design, map reading, cartography, geography education, visual literacy

ASERC 2nd International Conference On Health, Engineering, Architecture And Mathematics
June 6 - 8, 2025- ISTANBUL
CONFERENCE BOOK ISBN NR. : 978-625-5962-87-4

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CULTURAL HERITAGE: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN PRESERVATION

Tunde ADEKOYA
Oluwaseun OLALEKAN
Department of Computer Science, University of Ibadan, Nigeria

ABSTRACT

This paper examines the intersection of artificial intelligence (AI) and cultural heritage, focusing on the challenges and innovations in preserving and promoting cultural artifacts and traditions. AI technologies, such as machine learning, computer vision, and natural language processing, offer unprecedented opportunities for documenting, analyzing, and sharing cultural heritage with a global audience. However, the use of AI in this domain also raises ethical concerns, including issues of bias, ownership, and cultural appropriation. The study analyzes specific applications of AI in cultural heritage preservation, such as the digitization of historical documents, the creation of virtual museums, and the development of intelligent search engines for accessing cultural information. It also explores the use of AI for restoring damaged artifacts, reconstructing lost historical sites, and generating new artistic expressions inspired by cultural traditions. Furthermore, the research investigates the challenges of ensuring data privacy, cultural sensitivity, and equitable access to AI-driven cultural heritage resources. It examines the role of international collaborations, ethical guidelines, and community engagement in promoting responsible AI innovation. The findings suggest that AI can be a powerful tool for preserving and celebrating cultural heritage, but its deployment requires careful consideration of ethical and social implications. The study offers recommendations for policymakers, researchers, and cultural institutions to harness the potential of AI while safeguarding cultural values and promoting inclusivity.

Keywords: artificial intelligence, cultural heritage, digital preservation, ethics, innovation