PROCEEDING BOOK

KARADENİZ 15. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

RİZE
8 - 10 MART 2024

KARADENİZ
15. ULUSLARARASI
UYGULAMALI
BİLİMLER
KONGRESİ

KARADENIZ
15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

MARCH 8 - 10, 2024
RIZE

ISBN : 978-625-6830-92-9

ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE

KARADENIZ
15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
MARCH 8- 10, 2024
RIZE

Edited By

PROF. DR. HƏCƏR HÜSEYNOVA

CONGRESS ORGANIZING BOARD

Head of Conference: Prof. Dr. Həcər Hüseynova
Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Ali Bilgili
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Naile Bilgili
Organizing Committee Member: Doç. Dr. Nazilə Abdullazadə
Organizing Committee Member: PROF. DR. BAŞAK HANEDAN
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dwi Solisworo
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Dody Hartando
Organizing Committee Member: Prof. Dr. Raihan Yusoph
Organizing Committee Member: Assoc. Prof. Dr. Ivaylo Staykov
Organizing Committee Member: Assist. Prof. Dr. K. R. Padma
Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Organizing Committee Member: Amaneh Manafidizaji
Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva

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 Conference–2024 ©

Issued: 25.03.2024
ISBN: 978-625-6830-92-9

CONFERENCE ID

KARADENIZ
15TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
MARCH 8- 10, 2024
RIZE

ORGANIIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey – Iran - Germany – Thailand - Czech Republic - South Korea -China. Libya – Jordan -Egypt – Israel – Greece – Italy - Canada – India - Taiwan - USA. Malaysia. - Sri Lanka - China – Brazil – Tanzania - , Ethiopia – Bulgaria – Kenya – BRASIL – UK – Ireland - Algeria –

PRESENTATION
Oral presentation

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :
73 papers presented by participating from Turkey and 95 papers from other Countreies

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

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye
Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU – 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. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBIGI – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye
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
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – 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
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania

Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India

Azərbaycan Respublikası

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Beynəlxalq Əlaqələr üzrə prorektoru

Sayı: 1 Tarih: 02/10/2023

Mövzu: Təşkilat Komitəsi üzvü olmaq haqqında

Məktub

"Təşkilat komitəsi üzvlüyü" mövzusunda məktub

Bildirirəm ki, prof. Dr. Həcər Hüseynovanın "Akademi Global Conference & Journals "Dərnəyi tərəfindən təşkil edilən konfranslarda təşkilat komitəsi üzvü olaraq təyin edilmişdir.

Prof. Dr. Mahirə Nağı qızı Hüseynova

ADPU, Beynəlxalq Əlaqələr Üzrə Prorektor

Filologiya Və Sosial Elmlər Bölməsi

Rəhbərliyinə

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION ‘’An Art Adventure from Traditional to Contemporary’’

March 8 - 10, 2024

RIZE

Join Zoom Meeting
https://us06web.zoom.us/j/81604584722?pwd=y2kFvDBw8AEhxbZ5eSknYVkdXt0yTt.1
Meeting ID: 816 0458 4722
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,

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Öğr. Gör. Ahmet TÜRK**	1	Examining the Social Enterprise Activities of Metropolitan Municipalities from a Social Work Perspective	Buse KAVALCI Dr.Öğr.Üyesi Aynur ARSLAN
		2	AKTİF YAŞLANMA VE SOSYAL POLİTİKA	Yüksek Lisans Öğrencisi, Müfide BİLGE Doç. Dr. Deniz SAY ŞAHİN
		3	GÖÇ SÜRECİ VE SOSYAL HİZMETTE YERİ ÜZERİNE	Yüksek Lisans Öğrencisi, Müfide BİLGE Doç. Dr. Deniz SAY ŞAHİN
		4	INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DISASTER PREPAREDNESS, POSTTRAUMATIC STRESS DISORDER AND LIFE SATISFACTION IN ADULTS	Öğr. Gör. Ahmet TÜRK Doç. Dr. Meral ÖZTÜRK Yüksek Lisans Öğrencisi Sena KAYA
		5	THE RELATIONSHIP BETWEEN JOB SATISFACTION, COMPASSION FATIGUE AND PSYCHOLOGICAL RESILIENCE: A STUDY ON HEALTHCARE WORKERS	Doç. Dr. Meral ÖZTÜRK Yüksek Lisans Öğrencisi Sena KAYA Öğr. Gör. Ahmet TÜRK
		6	GÖÇMENLERİN SOSYAL UYUM SÜRECİNDE KARŞILAŞTIĞI FIRSATLAR VE SORUNLAR	Murat ALTUNTAŞ
		7	GÖÇMENLERE YÖNELİK SOSYAL UYUM UYGULAMALARI: TÜRK KIZILAY TOPLUM MERKEZLERİ ÖRNEĞİ	Murat ALTUNTAŞ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Doç. Dr. Azer ÖZAD DÜZGÜN**	1	STUDY OF THE ANTIBACTERIAL AND ANTIBIOFILM EFFECTS OF TEN PLANT EXTRACTS AGAINST ANTIBIOTIC-RESISTANT ISOLATES	Doç. Dr. Azer ÖZAD DÜZGÜN Yahye Mohamud MUMIN Esma GÜLBAHAR ERDOĞDU Aisha Mohamud SALAD Doç. Dr. Zeynep AKAR
		2	ALTERATIONS OF ANTIOXIDANT SYSTEM COMPONENTS IN DROSOPHILA LARVAE EXPOSED TO ZINC AND BIOTIN	Asst. Prof. Melike KARAMAN Asst. Prof. Emine TORAMAN
		3	SOME EDİBLE MACROFUNGİ DETECTED İN AKDAMAR TOWN (VAN – GEVAŞ / TÜRKİYE)	Doç. Dr. Ali KELEŞ Uğur KILIÇ
		4	SOME POİSONOUS MACROFUNGİ GROWİNG WİTHİN THE BORDERS OF İKİZDERE (RİZE) DİSTRİCT	Doç. Dr. Ali KELEŞ
		5	FABACEAE VE ROSACEAE AİLELERİNE AİT ÇİÇEK POLENLERİNİN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ, TOPLAM FENOLİK İÇERİK VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ÇALIŞMASI	Dr. Öğr. Üyesi, Gül Esma AKDOĞAN KARADAĞ Dr. Öğr. Üyesi, Salih AKPINAR Dr. Öğr. Üyesi, Neslihan MUTLU
		6	İZMİR VE ÇEVRESİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN ANADOLU KAYA KERTENKELESİ Anatololacerta anatolica (WERNER, 1902)'NİN HELMİNT FAUNASI	Ecem Büşra HASTÜRK Prof. Dr. Yusuf KUMLUTAŞ Doç. Dr. Kamil CANDAN Prof. Dr. Çetin ILGAZ Dr. Sezen BİRLİK

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Dr. ERDAL YEŞİLBAŞ**	1	LOJİSTİKTE KULLANILAN YAPAY ZEKÂ	MELEK YILDIRIM
		2	CLASSIFICATION OF CARDIAC ARRHYTHMIAS USING BIDIRECTIONAL LSTM AND WIDE NETWORK	Huzair Ahmad NASEERY Murat EKİNCİ
		3	YAPAY ZEKA İLE MÜŞTERİ DENEYİMİNİ GELİŞTİRMEK : PAZARLAMA STRATEJİLERİNDE XGBOOST VE AÇIKLANABİLİRLİK ÇALIŞMALARI	Tekin ALTUN Cem ÖZKURT
		4	İSTANBUL METROBÜS HATTINDA ÇALIŞAN LF25 METROBÜS ARAÇLARDA FİLO TAKİBİ VE ÖNLEYİCİ BAKIM ONARIM FAALİYETLERİ İÇİN TELEMATİK SİSTEM UYGULAMASI	Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Muhammet Sefa Odabaşı Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Mehmet Kuş
		5	DURAK FRENİ SİSTEMİNİN LF12 ARACINA UYGULANMASI	Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Mehmet Kuş Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Muhammet Sefa Odabaşı
		6	A NOVEL METHOD TO ASSESS THE STATE SAFETY PROGRAMME (SSP) IMPLEMENTATION LEVELS OF THE STATES: THE ICAO SSPIA MATURITY MODEL	Dr. ERDAL YEŞİLBAŞ Prof. Dr. TUĞRUL OKTAY
		7	Customer Satisfaction with Decision Support Systems on Airline Customer Satisfaction	Ahmet TOPÇU Assoc. Prof. Dr. DERYA AVCI Assoc. Prof. Dr.Yaman AKBULUT

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Öğr. Gör. Büşra TUNÇ**	1	STM32 VE ESP32 İLE MQTT KULLANILARAK FLUTTER TABANLI IOT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI	Yiğit ALOĞLU Ogün GÖNEN Hayati MAMUR
		2	ORANSAL SELENOİD VALFİN ÇİFT OLARAK DENGELİ KONTROLÜ VE ÇIKIŞ SİNYALİ ANALİZİ	Ergin ÖZKARA İlhan BAŞTÜRK Hayati MAMUR
		3	HAVA LİDAR VERİSİYLE ELDE EDİLEN ARAZİ MODELİN GELİŞTİRİLMESİ	Öğr. Gör. Zümrüt KURTULGU Prof. Dr. Atınç PIRTI
		4	YERSEL LİDAR VERİSİ KULLANARAK EĞİMLİ BİR ALANDA IZGARA TABANLI FİLTRE İLE ELDE EDİLEN ZEMİN NOKTALARININ KARŞILAŞTIRILMASI	Öğr. Gör. Zümrüt KURTULGU Prof. Dr. Atınç PIRTI
		5	ELEKTRİK KABLO TÜRLERİNİN KULLANIMI VE ÇEVRESEL ETKILERİ: GERİ DÖNÜŞÜM VE SÜRDÜRÜLEBiLiRLiK PERSPEKTiFi	Öğr. Gör. Büşra TUNÇ Öğr. Gör. Havva KESKİN
		6	INDOOR LIGHTING DESIGN FOCUSED ON CHANDELIER LIGHTING	Mehmet Sait CENGİZ Metin KAYNAKLI

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Dr. Öğr. Üyesi, Barış BAYRAK**	1	RİZE İLİ FENER MAHALLESİ ÇOCUK OYUN PARKLARINDAKİ BİTKİ ENVANTERLERİNİN ÇIKARTILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, Gülcay ERCAN OĞUZTÜRK Doç. Dr., Ömer Lütfü ÇORBACI Arş. Gör. Dr., Türker OĞUZTÜRK Öğrenci, Şevval BOZKURT
		2	RİZE 28 AĞUSTOS FETİH PARKININ BİTKİSEL ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI VE BİTKİSEL TASARIM AÇISNDAN RENK İLKESİNE GÖRE İRDELENMESİ	Doç. Dr., Ömer Lütfü ÇORBACI Dr. Öğr. Üyesi, Gülcay ERCAN OĞUZTÜRK Öğrenci, Meryem YURTSEVEN
		3	AN EXPERİMENTAL INVESTIGATION ON THE EFFECT OF FIBER TYPE AND BAR DIAMETER ON THE BOND STRENGTH OF GEOPOLYMER MORTAR UNDER AMBIENT TEMPERATURE	Dr. Öğr. Üyesi, Barış BAYRAK Master Student, Ahmet Mecit Işık Prof. Dr. Abdulkadir Cüneyt AYDIN
		4	CONTEMPORARY TECHNIQUES IN DAYLIGHT UTILIZATION	Arş. Gör. Ayşenur KANDEMİR Arş. Gör. Dr. Turgut Kalay
		5	KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN DENETİMİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARI	Cansunur ÇOKOKUMUŞ Prof. Dr. Sermin ELEVLİ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Dr. Mauricio Otaíza Morales**	1	ACCOUNTING RESEARCH FROM THE GLOBALIZATION PERSPECTIVE	Paul Diaconu, Nicoleta Coman
		2	DEVELOPMENT, DISPLACEMENT AND REHABILITATION: AN ACTION ANTHROPOLOGICAL STUDY ON KOVVADA RESERVOIR IN WEST GODAVARI AGENCY OF ANDHRA PRADESH, INDIA	Dr. Ram Babu Mallavarapu
		3	TRUSTWORTHY IN VIRTUAL ORGANIZATION	Abdolhamid Fetanat, Mehdi Naghian Feshaareki
		4	THE EPISTEMOLOGICAL CRISIS IN THE THEORY OF VITTORIO GUIDANO	Dr. Mauricio Otaíza Morales
		5	MARITAL DURATION AND SEXUAL FREQUENCY AMONG THE MUSLIM AND SANTAL COUPLES IN RURAL BANGLADESH: A CROSS-CULTURAL PERSPECTIVE	Md. Emaj Uddin
		6	MOBILITY ANALYSIS OF THE POPULATION OF RABAT-SALÉ-ZEMMOUR-ZAER	Dr. F. Ghaiti
		7	STUDY ON DIVERSIFIED DEVELOPMENTS IMPROVING ENVIRONMENTAL VALUES-IN CASE OF UNIVERSITY CAMPUS -	Dr. Kuriko Iwai, Michihiro Kita
		8	SPATIAL THINKING ISSUES: TOWARDS RURAL SOCIOLOGICAL RESEARCH AGENDA IN THE THIRD MILLENNIUM	Abdel-Samad M. Ali
		9	IN SEARCH OF EXCELLENCE – GOOGLE VS BAIDU	Linda, Sau-ling LAI

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Prof. Dr. Thapanee Seechaliao**	1	CHALLENGES AND OPPORTUNITIES OF UTILIZATION OF SOCIAL MEDIA BY BUSINESS EDUCATION STUDENTS IN NIGERIA UNIVERSITIES	Titus Amodu Umoru
		2	MOBILE COLLABORATION LEARNING TECHNIQUE ON STUDENTS IN DEVELOPING NATIONS	Amah Nnachi Lofty, Oyefeso Olufemi, Ibiam Udu Ama
		3	COMPLEXITY LEADERSHIP AND KNOWLEDGE MANAGEMENT IN HIGHER EDUCATION	Prabhakar Venugopal Gantasala
		4	EDUCATIONAL PLAN AND PROGRAM OF THE SUBJECT MAINTENANCE OF ELECTRIC POWER EQUIPMENT	Rade Ciric, Sasa Mandic
		5	TEACHERS' PERCEPTIONS OF THEIR PRINCIPALS' INTERPERSONAL EMOTIONALLY INTELLIGENT BEHAVIOURS AFFECTING THEIR JOB SATISFACTION	Dr. Prakash Singh
		6	DESIGNING SOCIAL MEDIA INTO HIGHER EDUCATION COURSES	Prof. Dr. Thapanee Seechaliao
		7	TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT–CURRENT PRACTICES IN A SECONDARY SCHOOL IN BRUNEI DARUSSALAM	Shanthi Thomas
		8	CREATING ENTREPRENEURIAL UNIVERSITIES: THE SWEDISH APPROACH OF TRANSFORMATION	Fawaz Saad, Hamid Alalwany
		9	CHALLENGES AND OPPORTUNITIES OF UTILIZATION OF SOCIAL MEDIA BY BUSINESS EDUCATION STUDENTS IN NIGERIA UNIVERSITIES	Titus Amodu Umoru

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Justin D. Olmanson**	1	VOICES AND PICTURES FROM AN ONLINE COURSE AND A FACE TO FACE COURSE	Eti Gilad, Shosh Millet
		2	LEARNERS' PERCEPTIONS OF TERTIARY LEVEL TEACHERS' CODE SWITCHING: A VIETNAMESE PERSPECTIVE	Dr. Hoa Pham
		3	IMPLEMENTING LEARNER-CENTERED TEACHING APPROACH IN HIGHER EDUCATION	Dr. Iman Ali Ahmed Al-Rashed
		4	INTEGRATING HOTS ACTIVITIES WITH GEOGEBRA IN PRE-SERVICE TEACHERS' PREPARATION	Wajeeh Daher, Nimer Baya'a
		5	A FLIPPED CLASSROOM APPROACH FOR NON-SCIENCE MAJORS	Assis. Prof. Nidhi Gadura
		6	THE TECHNO-PEDAGOGICAL PIVOT: DESIGNING AND IMPLEMENTING A DIGITAL WRITING TOOL	Justin D. Olmanson, Katrina S. Kennett, Bill Cope
		7	ANALYSIS OF SUITABILITY OF ONLINE ASSESSMENT BY MAINTAINING CRITICAL THINKING	Mohamed Chabi, Mohammad Shahid Jamil, Mahmoud I Syam
		8	FACTORS OF ENGLISH LANGUAGE LEARNING AND ACQUISITION AT BISHA COLLEGE OF TECHNOLOGY	Khalid Albishi
		9	MOTIVATING THE INDEPENDENT LEARNER AT THE ARAB OPEN UNIVERSITY, KUWAIT	Hassan A. Sharafuddin, Chekra A. Allani

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Dr. Haiyan Wang**	1	MEANINGFUL GENERAL EDUCATION REFORM: INTEGRATING CORE CURRICULA AND INSTITUTIONAL VALUES	Michael W. Markowitz
		2	APPLICATIONS OF BIG DATA IN EDUCATION	Faisal Kalota
		3	USING FACEBOOK AS AN ALTERNATIVE LEARNING TOOL IN MALAYSIAN HIGHER LEARNING INSTITUTIONS: A STRUCTURAL EQUATION MODELING APPROACH	Ahasanul Haque, Abdullah Sarwar, Khaliq Ahmad
		4	FOCUSING ON THE UTILIZATION OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY FOR IMPROVING CHILDREN'S POTENTIALS IN SCIENCE: CHALLENGES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN NIGERIA	Osagiede Mercy Afe
		5	TRANSNATIONAL HIGHER EDUCATION: DEVELOPING A TRANSNATIONAL STUDENT SUCCESS 'SIGNATURE' FOR PRE-CLINICAL MEDICAL STUDENTS – AN ACTION RESEARCH PROJECT	W. Maddison
		6	COLLABORATIVE TEAM WORK IN HIGHER EDUCATION: A CASE STUDY	Swapna Bhargavi Gantasala
		7	THE ANALYSIS OF TEACHER TALK IN "LEARNER-CENTERED" TEACHING MODE	Dr. Haiyan Wang
		8	ON THE CONSTRUCTIVIST TEACHING OF EXTENSIVE READING FOR ENGLISH MAJORS	Dr. Haiyan Wang
		9		

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Arş. Gör. Dr. Gökhan DEMİRCAN**	1	MDF VE BALSA DOLGUSUNUN CAM ELYAF TAKVİYELİ SANDVİÇ KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞINA ETKİSİ	Arş. Gör. Dr. Gökhan DEMİRCAN
		2	A REVIEW: LAMINATED WOOD MATERIALS	Graduate Student, Esma Nur KORKUSUZ Assist. Prof. Dr., Emre BİRİNCİ
		3	BACA YANGINLARI VE KARBONMONOKSİT ZEHİRLENMELERİNE KARŞI ALINACAK ÖNLEMLER	Öğretim Görevlisi, Abdurrahman OLGUN Öğretim Görevlisi, Erdem SOYLU,
		4	GÖNÜLLÜ İTFAİYECİLİK	Öğretim Görevlisi, Abdurrahman OLGUN, Öğretim Görevlisi, Erdem SOYLU,
		5	FARKLI PLASTİKLEŞTİRİCİLER KULLANILARAK ÜRETİLEN ALÇAK GERİLİM KABLOLARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ	Gökhan ÇOKLAR Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÇEVİK Berkay Gökmen ÇOLAK Aleyna İrem Kara Taha Karaoğlu
		6	TEMPERATURE EFFECT and COMPENSATION on ULTRASONIC FLOW MEASUREMENT	Alkım GÖKÇEN Bahadır YEŞİL

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**psikoloji**	1	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN DENETİM ODAĞI DÜZEYLERİNİN TEMEL PSİKOLOJİK İHTİYAÇLARIN DOYUMUNA, KOŞULSUZ KENDİNİ KABULE VE RUMİNASYONA GÖRE İNCELENMESİ	Psikolojik Danışman, Esmanur BOLAT Prof. Dr., Fulya YÜKSEL ŞAHİN
		2	KARARLARIMIZI NE KADAR GEREKÇELENDİRİRİZ?	Mustafa Emre ÇAĞLAR
		3	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE BAĞLANMA STİLLERİNİN SOSYAL KAYGI İLE İLİŞKİSİ	Öğr. Gör. Dr., Dilan Malgaz Güçlü
		4	PSYCHOLOGICAL RESILIENCE AND ATTACHMENT STYLES IN EMERGING ADULTS: CURRENT STUDIES	Psikolojik Danışman, Naile Öykü MUSLU Doç. Dr., Hatice Zekavet KABASAKAL
		5	CURRENT STUDIES CONDUCTED ON GENDER-RELATED DATE VIOLENCE AMONG ADULTS IN TURKEY	Uzman Psikolojik Danışman, Nurdan GÜNEŞ Doç. Dr., Hatice Zekavet KABASAKAL
		6	AN ANALYSIS OF THE FILM ‘’KOVAN’’ FROM THE PERSPECTIVES OF CINEMA AND PSYCHOLOGY, FOCUSING ON WOMEN’S STORIES IN TURKISH CINEMA IN THE NEAR FUTURE	Psikolojik Danışman, Naile Öykü MUSLU Lisans Öğrencisi, Ege KÜNTAY
		7	THE PLACE OF WOMEN IN TURKISH CINEMA AND A PERSPECTIVE ON WOMEN’S CINEMA	Psikolojik Danışman, Naile Öykü MUSLU Lisans Öğrencisi, Ege KÜNTAY

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doç. Dr., Feyza Dalaylı**	1	TÜRKİYE'NİN YENİ YÜZYILINDA MEDYA EĞİTİMİ ALAN GENÇLER VE YENİ MEDYA OKURYAZARLIĞININ DÖNÜŞÜMÜ	Doç. Dr., Feyza Dalaylı
		2	SOSYAL MEDYANIN KÜRESELLEŞME, RİSK TOPLUMU ve ZİHİNSEL ZANAATKARLIK KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Doç. Dr. Feyza Dalaylı
		3	POSTMODERNISM, POSTHUMANISM AND THE CONSTRUCTION OF REALITY: HYBRIDISATION OF GENRES AND REPRESENTATION OF REALITY IN THE CASE OF WESTWORLD SERIES	Lisansüstü Öğrenci, Emine KANMAZ Doç. Dr., Pınar ÖZGÖKBEL BİLİS
		4	THE USE OF INSIGHT IN THE CREATIVE ADVERTISING	Doç. Dr. Emre Ş. ASLAN Yüksek Lisans Mezunu Çağla TOKGÖZ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Prof. Dr. Lile TANDILAVA**	1	Military terms in the Azerbaijani language	Prof. Həcər Emin qızı Hüseynova
		2	DİLİMİZİN ZENGİNLİKLERİ PROJESİ BAĞLAMINDA DİVÂNU LÜGÂTİ'T TÜRK'TEN 12 DEĞER VE ATASÖZÜ	Nurdan KARADENİZ
		3	THE ROLE OF MUN (MODEL UNITED NATIONS) SIMULATIONS IN ENHANCING SPEAKING PROFICIENCY FOR ADVANCED LEVEL ENGLISH LANGUAGE LEARNERS	Assistant Professor Kadriye DİMİCİ
		4	A REVIEW ON THE READER AND TRANSLATOR RECEPTION OF CHINESE LITERARY WORKS TRANSLATED INTO TURKISH WITHIN THE FRAMEWORK OF REZENPTIONSÄSTHETIK	Dr. Öğr. Üyesi, Lale AYDIN TUNÇ
		5	ÖĞRETİM TEKNİKLERİNİN YABANCILARA TÜRKÇE ÖĞRETİMİNDE UYGULANMASI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Tuğbanur KESKİN Dr. Öğr. Üyesi Dursun DEMİR
		6	PURPOSE INDICATORS IN NEW UYGHUR TURKISH	Doç. Dr. Neşe ERENOĞLU
		7	M. DARİR'İN ''YUSUF VE ZÜLEYHA'' ŞİİRİNİN DİLİNDE KULLANILAN TÜRKÇE KÖKENLİ EŞ ANLAMLI SÖZCÜKLER	Yüksek lisans öğrencisi, Zeyneb CEFERLİ
		8	LAZCA SÖZ VARLIĞINDA TÜRKÇE KELİMELER	Prof. Dr. Lile TANDILAVA

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Nalan ASLAN YETKİN**	1	CHATBOT ADOPTION FOR TRIP PLANNING- INITIAL FINDINGS IN THE CASE OF VIETNAMESE TOURISTS	Huynh-Nhu Thi TU Que-Nhu DUONG Nam-Khang Tri NGUYEN
		2	CURRENT SITUATION ANALYSIS IN WOMEN'S COOPERATIVES: EASTERN BLACK SEA EXAMPLE	Rabia MIZRAK Doç.Dr. Emrah KOPARAN
		3	A Qualitative Research to Determine the Use of Content Marketing Tools by Food and Beverage Businesses: Siirt Province Example	Nalan ASLAN YETKİN Yeliz PEKERŞEN
		4	Determining the Dimension of Food Waste in the Scope of Green Marketing Activities in Food and Beverage Businesses: Siirt Province Example	Nalan ASLAN YETKİN Yeliz PEKERŞEN
		5	A LITERATURE REVIEW OF STUDIES ON THE CONCEPT OF FRAUD	Yüksek Lisans Öğrencisi Binnur FIÇICI Dr. Öğr. Üyesi Özlem USMAN
		6	Blokzincir, Metaverse ve NFT Teknolojileri İçin Tüketici Kabulünü Açıklamada Kullanılan Modellerin İncelenmesi	Yüksek Lisans Öğrencisi, Cem ERDEM Dr. Öğr. Üyesi, Merve TÜRKMEN BARUTÇU

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	**Dr. Öğr. Üyesi, Seda KIZIL**	1	TÜRKİYE'DE FAALİYET GÖSTEREN AKARYAKIT DAĞITIM ŞİRKETLERİNİN SOSYAL SORUMLULUK ÇALIŞMALARI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Memduh BİLGİLİ
		2	UZAYAN MİSAFİRLİĞİN GETİRDİĞİ ÖTEKİLEŞTİRME. SURİYE GÖÇÜ BAĞLAMINDA ZENOFOBİNİN İŞLETMELERİN PAZARLAMA FAALİYETLERİ ÜZERİNE ETKİSİ: SURİYELİ İŞLETMELERE DAİR BİR SAHA ARAŞTIRMASI	Mustafa DERMAN
		3	SİGORTACILIK SEKTÖRÜNÜN TÜRKİYE EKONOMİSİ ÇERÇEVESİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ	Araştırma Görevlisi Dr. İ. Ebru YAZICIOĞLU
		4	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİNDEN TOPLUM 5.0	Prof.Dr., Salih YILDIZ Doktora Öğrencisi, Mehmet Asif ALAN
		5	ENDÜSTRİ 5.0 PERSPEKTİFİNDE İNOVASYON	Prof.Dr., Salih YILDIZ Doktora Öğrencisi, Mehmet Asif ALAN
		6	ÖZYETERLİK İLE KARİYER BEKLENTİSİ ARASINDAKİ İLİŞKİDE CİNSİYETİN ROLÜ	Dr. Öğr. Üyesi, Seda KIZIL
		7	LITERATURE REVIEW ON THE EFFECT OF TOURIST GUIDES ON TOUR SATISFACTION	Aykut GÜN
		8	FACTORS DETERMINING HOUSING DEMAND IN VAN CITY AND HOUSING PRESENTATION FORMS	Arş. Gör. Dr. Zeynep YILMAZ ŞİMŞEK

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Dr. Chaiwat Waree**	1	THE COOPERATIVE LEARNING MANAGEMENT IN THE COURSE OF PRINCIPLES OF MATHEMATICS FOR GRADUATE LEVEL	Komon Paisal
		2	RELATIONSHIP OF ARM ACUPRESSURE POINTS AND THAI TRADITIONAL MASSAGE	Boonyarat Chaleephay
		3	RUBRIC IN VOCATIONAL EDUCATION	Azmanirah Ab Rahman, Jamil Ahmad, Ruhizan Muhammad Yasin
		4	DRUG USE KNOWLEDGE AND ANTIMICROBIAL DRUG USE BEHAVIOR	Pimporn Thongmuang
		5	THE USE OF PROJECT TO ENHANCE LEARNING DOMAINS STATED BY NATIONAL QUALIFICATIONS FRAMEWORK: TQF	Dr. Duangkamol Thitivesa
		6	A DEVELOPMENT OF ONLINE LESSONS TO STRENGTHEN THE LEARNING PROCESS OF MASTER'S DEGREE STUDENTS MAJORING IN CURRICULUM AND INSTRUCTION AT SUAN SUNANDHA RAJABHAT UNIVERSITY	Dr. Chaiwat Waree
		7	COLLABORATIVE ONLINE LEARNING FOR LECTURERS	Lee Bih Ni, Emily Doreen Lee, Wee Hui Yean
		8	A DEVELOPMENT OF PERSONALIZED EDUTAINMENT CONTENTS THROUGH STORYTELLING	Min Kyeong Cha, Ju Yeon Mun, Seong Baeg Kim

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Dr. Shireen Panchoo**	1	VOICE IN PRE-SERVICE TEACHER DEVELOPMENT	Pintipa Seubsang, Suttipong Boonphadung
		2	DEVELOPING STUDENT TEACHERS TO BE PROFESSIONAL TEACHERS	Prof. Dr Suttipong Boonphadung
		3	A TRAINING COURSE DEVELOPMENT TO PROMOTE LEARNING ACTIVITIES OF 2ND YEAR, FACULTY OF EDUCATION STUDENTS USING MULTIPLE INTELLIGENCES THEORY	Chaiwat Waree, Kalanyoo Petcharaporn
		4	LEARNING STYLES OF UNIVERSITY STUDENTS IN BANGKOK: THE CHARACTERISTICS AND THE RELEVANT INSTRUCTIONAL CONTEXT	Dr. Chaiwat Tantarangsee
		5	THE LINK BETWEEN DISTRIBUTED LEADERSHIP AND EDUCATIONAL OUTCOMES: AN OVERVIEW OF RESEARCH	Maria Eliophotou Menon
		6	THE EFFICACY OF NEUROLOGICAL IMPRESS METHOD AND REPEATED READING ON READING FLUENCY OF CHILDREN WITH LEARNING DISABILITIES IN OYO STATE, NIGERIA	A. O. Oladele
		7	E- CAMPUS AS AN ENVIRONMENTAL AND PEDAGOGICAL TOOL FOR ONLINE SUPPORT	Dr. Shireen Panchoo
		8	CONFIRMING THE IDENTITY OF THE INDIVIDUAL USING REMOTE ASSESSMENT IN E-LEARNING	Olaf Hallan Graven, Lachlan MacKinnon
		9	THE ROLE OF INTRINSIC MOTIVATION IN EXPLAINING STUDENTS- WILLINGNESS TO USE SOFTWARE APPLICATIONS	Anne Sorebo, Oystein Sorebo

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Dr. Hélder Spínola**	1	THE TENDENCIES OF DEVELOPMENT OF THE MANAGEMENT IN THE EDUCATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN	Altynai Zhaitapova, Aizhan Satyvaldiyeva
		2	REAL TIME CONTROL LEARNING GAME - SPEED RACE BY LEARNING AT THE WHEEL - DEVELOPMENT OF DATA ACQUISITION SYSTEM	Konstantinos Kalovrektis, Chryssanthi Palazi
		3	ANALYSIS AND CATEGORIZATION OF E-LEARNING ACTIVITIES BASED ON MEANINGFUL LEARNING CHARACTERISTICS	Arda Yunianta, Norazah Yusof, Mohd Shahizan Othman, Dewi Octaviani
		4	EXPLANATORY OF RELATIONSHIP BETWEEN LEARNING MOTIVATION AND LEARNING PERFORMANCE	Chih Chin Yang
		5	TECHNOLOGY INTEGRATED EDUCATION – SHAPING THE PERSONALITY AND SOCIAL DEVELOPMENT OF THE YOUNG	R. Ramli, S. Sameon
		6	THE EFFECT OF CONTRIVED SUCCESS IN CALCULATION TASKS ON THE SELF-EFFICACY OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS	Dr. Akitoshi Uchida, Kazuo Mori
		7	IMPROVING TEACHER PROFESIONALISM THROUGH CERTIFICATION PROGRAM: AN INDONESIA CASE STUDY	Dr. M. Triyanto
		8	STRUCTURE OF DOCTORAL STUDENTS- RESEARCH COMPETENCES IN SUSTAINABILITY CONTEXT	I. Bolgzda, E. Olehnovica
		9	SUSTAINABLE DEVELOPMENT CONTRIBUTIONS AMONG UNIVERSITY OF MADEIRA (PORTUGAL) STUDENTS	Dr. Hélder Spínola

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

8 Mart / March 8, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Assis. Prof. Dr. Yi-Hsiang Pan**	1	OMMUNITIES OF INTEREST: THREE UNIQUE CASE STUDIES IN WIDER UNIVERSITY AND SCHOOL PARTNERSHIPS IN AUSTRALIA	M. Zeegers, D. Barron
		2	ENHANCING LEARNING EXPERIENCES IN OUTCOMEBASED HIGHER EDUCATION: A STEP TOWARDS STUDENT CENTERED LEARNING	Dr. K. Kumpas
		3	KEY FACTORS OF CURRICULUM INNOVATION IN LANGUAGE TEACHER EDUCATION	Dr. Liliana Mâţă
		4	IMPROVING THE QUALITY OF E-LEARNING COURSES IN HIGHER EDUCATION THROUGH STUDENT SATISFACTION	Susana Lemos, Neuza Pedro
		5	THE DEVELOPMENT OF A TEACHERS- SELF-EFFICACY INSTRUMENT FOR HIGH SCHOOL PHYSICAL EDUCATION TEACHER	Assis. Prof. Dr. Yi-Hsiang Pan
		6	CREATIVITY: A MOTIVATIONAL TOOL FOR INTEREST AND CONCEPTUAL UNDERSTANDING IN SCIENCE EDUCATION	Thienhuong Hoang
		7	A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT FOR DEAF CHILDREN: DESIGN AND EVALUATION	Nicoletta Adamo-Villani
		8	DIGITAL NARRATIVE AS A CHANGE AGENT TO TEACH READING TO MEDIA-CENTRIC STUDENTS	Robert F. Kenny
		9	THE EFFECTS OF THE IMPACT OF INSTRUCTIONAL IMMEDIACY ON COGNITION AND LEARNING IN ONLINE CLASSES	Glenda A. Gunter

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Doç. Dr. Lokman TAŞKESENLİOĞLU**	1	THE IMPOSITION OF IDEOLOGY ON LITERATURE: THE SOVIET WRITERS UNION	Dr. Öğr. Üyesi İmge KINA
		2	KLASİK TÜRK EDEBİYATINDA BELKIS VE BİR MECMUADA TESPİT EDİLEN KISSASI	Doç. Dr. Lokman TAŞKESENLİOĞLU
		3	HZ. SÜLEYMAN KISSASINA DAİR MENSUR BİR HİKÂYE	Doç. Dr. Lokman TAŞKESENLİOĞLU
		4	THE EXPRESSION OF ENEMY METAPHOR IN AHMED CEVAD'S BOOK ''DALGA'' WITH PHRASES	Master's student Fergane Gedimova
		5	THE FUNCTION OF THE VERSE SECTIONS IN THE TEXT IN THE 19TH AND 20TH VOLUMES OF SÜLEYMÂN-NÂME-İ KEBÎR	Prof. Dr. Kadriye YILMAZ Ertuğrul ÇALIŞKAN
		6	"YARPAQ TÖKÜMÜ" ROMANININ TƏHLİLİ	Magistrant, Aysel TAĞIYEVA
		7	PASTORAL TRADITION OF WILLIAM WORDSWORTH AND WALT WHITMAN'S POETRY: A COMPARATIVE READING OF SELECTED POEMS	Doktor Öğretim Üyesi, Betül Ateşci KOÇAK Araştırma Görevlisi, Aslı Nur ÖNEM

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Dr. Emin ÖZEN**	1	ESKİŞEHİR İLİ ORTAOKUL 7. SINIF FEN BİLİMLERİ ORTAK SINAV SONUÇLARI ÜZERİNE BİR ANALİZ	Dr. Emin ÖZEN Ali ÇAM Volkan ÇİÇEK
		2	FROM THE PERSPECTIVE OF THE USES AND GRATIFICATIONS APPROACH THE NEED FOR SOCIALIZATION THROUGH INTERACTIVE GAMES REPLACEMENT: SECONDS SERVER ON DISCORD PLATFORM REVIEW	Eda ERDEM Doç. Dr. Tamer BAYRAK
		3	ARGUMENTATION AND PRAGMA-DIALECTICAL APPROACH TO ARGUMENTATIVE DISCOURSE	PhD Student Pınar DANIŞ DAL Assoc. Prof. Dr. Gülsüm Songül ERCAN
		4	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN KALIP YARGILARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	İbrahim KAYA Doç. Dr. Nihal BALOĞLU UĞURLU
		5	Hikâye Temelli Değerler Eğitiminin Okul Öncesi Eğitime Devam Eden 4 Yaş Çocuklarının Akran İlişkisine Etkisi	Pelinay ÇINAR Prof.Dr. Remziye CEYLAN
		6	Matematik Öğretmen Adaylarının Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Farkındalıkları	Yüksek Lisans Öğrencisi, Gülsüm DEMİR Doç. Dr., Emre EV ÇİMEN
		7	DİLLERARASI ETKİLEŞİMİN SONUÇLARINDAN BİRİ OLARAK ÖDÜNÇLEME	İsmail Orkun ATASOY Doç. Dr. Gülsüm Songül ERCAN
		8	BEŞİNCİ SINIF MATEMATİK DERS KİTABINDA YER ALAN SORULARIN MATH TAKSONOMİSİNE GÖRE İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Safiye Nakşidil TOKSOY Prof. Dr., Kürşat YENİLMEZ
		9	TAM SAYILAR KONUSUNDA YAPILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Makbule AYDOĞAN Prof.Dr., Kürşat YENİLMEZ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doç. Dr. Sevinç Ruintan**	1	HISTORICAL-ANALYTICAL VIEW OF TURKISH – BRITISH RELATIONS	Doç. Dr. Sevinç Ruintan
		2	THE NAME OF THE RELIGIOUS BUILDING AYA SOPHIA IN ISTANBUL, IN TRABZON AND IN KIEV- ARE THEY SOMEHOW IN MEMORY OF THE GODDESS AYA/AIA OF THE DAWN KNOWN FROM CUNEIFORM AKKADIAN DATA FOR OVER FOUR MILLENNIA?	Dr. Natela Borisovna POPKHADZE,
		3	XX ƏSRİN SONU - XXI ƏSRİN ƏVVƏLLƏRİNDƏ TÜRKİYƏ-QIRĞIZISTAN SİYASİ MÜNASİBƏTLƏRİ (TARİXİ-ANALİTİK BAXIŞ)	İlkin İbrahimov
		4	1155 TARİHLİ CEYB-İ HÜMAYUN VE HARC-I HASSA DEFTERİNE GÖRE I. MAHMUT'UN BİR AYLIK HARCAMARI VE GELİRLERİ	Doç. Dr. Gülser YARDIM Cemal KEBAPÇI
		5	1598 TARİHLİ MUHALLEFAT LİSTESİNE GÖRE BİR DİLSİZİN MÜSADERE EDİLEN ELBİSELERİNE GÖRE GİYİM KUŞAMI ve EV İÇİ EŞYALARI	Doç. Dr. Gülser YARDIM
		6	YENİ CAMİİ ÇEŞME YAZILARININ GEOMETRİK DEĞERLENDİRMESİ	Muharrem GÖKŞEN
		7	KÜL TİGİN ABİDƏSİNİN DİLİNDƏ İŞLƏNMİŞ SAYLAR	Magistrant Şəhla ƏMİROVA
		8	İSMAİL GASPIRALI VE LAİK BAKIŞ AÇISI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Mine KARAÖZ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Dr.Öğr.Üyesi, Mehmet Salih NAS**	1	SONOCATALYTIC DEGRADATION OF METHYLENE BLUE WITH A NEW MWCNT/ZnO/PPy HYBRID NANOCATALIST UNDER ULTRASONIC IRRACTION	Dr.Öğr.Üyesi, Mehmet Salih NAS
		2	EVALUATION OF STRUCTURAL AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF MORPHOLINE, QUINOLINE-PYRAZOLONE HYBRID STRUCTURES WITH DFT AND IN SILICO ADME/T ANALYSIS	Gamze GÜLER Assoc. Prof. Dr. Serpil ERYILMAZ
		3	ELECTROCHEMICAL DETECTION OF CAFFEINE ON 2-AMINO-3- HYDROXYPYRIDINE MODIFIED PENCIL GRAPHITE SENSOR ELECTRODE SURFACE	Şeyma KORKMAZ Prof. Dr. Ayşen DEMİR MÜLAZIMOĞLU
		4	INVESTIGATION OF THE DETECTABILITY OF SEROTONIN WITH GRAPHENE/COAL TAR PITCH/PENCIL GRAPHITE ELECTRODE USING DIFFERENTIAL PULSE VOLTAMMETRY AND SQUARE WAVE VOLTAMMETRY TECHNIQUES	Şeyma KORKMAZ Prof. Dr. Ayşen DEMİR MÜLAZIMOĞLU
		5	Risk Analysis Study Using L-Type Matrix for Safety Measures in Power Tools and Electrical Works	Zehra Gülten Yalçın Mustafa Dağ Ercan Aydoğmuş
		6	Risk Analysis Study Utilizing L-Type Matrix Method in Offices of a Rock Salt Refining Company	Zehra Gülten Yalçın Mustafa Dağ Ercan Aydoğmuş
		7	DEMİR (III) OKSİT (Fe2O3) NANOPARTİKÜLERİNİN ASİDİK VE ALKALİ ORTAMLARDA ZETA POTANSİYELİ DEĞİŞİMLERİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Saynur ARSLAN Dr. Öğretim Üyesi, Kerim Emre ÖKSÜZ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Arş. Gör. Dr. Funda ALTAN AYDIN**	1	DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN GÖRSEL HARİTALAMA YÖNTEMİ İLE İNCELENMESİ	Dr., Suzan OĞUZ
		2	MORPHOLOGICAL FEATURES OF LAKE VAN BASIN	Arş. Gör. Dr. Funda ALTAN AYDIN
		3	KARSTIC AREA MANAGEMENT ON A TURKISH SCALE	Arş. Gör. Dr. Funda ALTAN AYDIN
		4	ARAZİ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ: DEVELİ İLÇESİ (KAYSERİ)	Doç. Dr. İnci DEMİRAĞ TURAN Yüksek Lisans Öğrencisi Meryem KIZILARSLAN

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Assis. Prof. Dr. Chaiwat Waree**	1	DETERMINATION OF SKILLS GAP BETWEEN SCHOOL-BASED LEARNING AND LABORATORY-BASED LEARNING IN OMAR AL-MUKHTAR UNIVERSITY	Aisha Othman, Crinela Pislaru, Ahmed Impes
		2	THE HDH MODEL FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE STRUCTURAL THINKING AND ITS APPLICATIONS TO OTHER SYSTEMS	Dr. Mosseri Avraham
		3	TEACHING APPROACH AND SELF-CONFIDENCE EFFECT MODEL CONSISTENCY BETWEEN TAIWAN AND SINGAPORE MULTI-GROUP HLM	PeiWen Liao, Tsung Hau Jen
		4	EFFECTIVENESS OF ICT TRAINING WORKSHOP FOR TUTORS OF ALLAMA IQBAL OPEN UNIVERSITY, PAKISTAN	Muhammad Javid Qadir, Abdul Hameed
		5	A DEVELOPMENT OF THE MULTIPLE INTELLIGENCES MEASUREMENT OF ELEMENTARY STUDENTS	Assis. Prof. Dr. Chaiwat Waree
		6	A FORMATIVE ASSESSMENT TOOL FOR EFFECTIVE FEEDBACK	Rami Rashkovits, Ilana Lavy
		7	ACTIVE LEARNING STRATEGIES AND ACADEMIC ACHIEVEMENT AMONG SOME PSYCHOLOGY UNDERGRADUATES IN BARBADOS	Dr. Grace Adebisi Fayombo
		8	A LEARNER-CENTRED OR ARTEFACT-CENTRED CLASSROOM? IMPACT OF TECHNOLOGY, ARTEFACTS, AND ENVIRONMENT ON TASK PROCESSES IN AN ENGLISH AS A FOREIGN LANGUAGE CLASSROOM	Dr. Nobue T. Ellis
		9	CURRICULUM OF ETHICAL EDUCATION IN SLOVAKIA	Petra Fridrichová, Eva Balážová

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Dr. Naouel Abdellatif Mami**	1	STUDENT SATISFACTION DATA FOR WORK BASED LEARNERS	Rosie Borup, Hanifa Shah
		2	AN EVALUATION OF THE USABILITY OF IT FACULTY EDUCATIONAL PORTAL AT UNIVERSITY OF BENGHAZI	Nasser M. Amaitik, Mohammed J. El-Sahli
		3	CREATING A SPACE FOR TEACHING PROBLEM SOLVING SKILLS TO ENGINEERING STUDENTS THROUGH ENGLISH LANGUAGE TEACHING	Mimi N. A. Mohamed
		4	HIMMAPAN CREATURES: THE TACTILE TEXTURE DESIGNED FOR THE BLIND	Chantana Insra
		5	TEACHING ENGLISH UNDER THE LMD REFORM: THE ALGERIAN EXPERIENCE	Dr. Naouel Abdellatif Mami
		6	METHODS OF FORMING INFORMATIONAL CULTURE STUDENTS	Altynbek Moshkalov
		7	ONLINE COLLABORATION LEARNING: A WAY TO ENHANCE STUDENTS' ACHIEVEMENT AT KINGDOM OF BAHRAIN	Jaflah H. Al-Ammary
		8	MOTIVATION FACTORS IN DISTANCE EDUCATION	Sheila R. Bonito
		9	PHARMACOLOGY APPLIED LEARNING PROGRAM IN PRECLINICAL YEARS – STUDENT PERSPECTIVES	Amudha Kadirvelu, Sunil Gurtu, Sivalal Sadasivan

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Dr. Boonlert Watjatrakul**	1	TOWARD A MODEL FOR KNOWLEDGE DEVELOPMENT IN VIRTUAL ENVIRONMENTS: STRATEGIES FOR STUDENT OWNERSHIP	N.B. Adams
		2	THE PROSPECTS AND CHALLENGES OF OPEN LEARNING AND DISTANCE EDUCATION IN MALAWI	Andrew Chimpololo
		3	BETWEEN POLICY OPTIONS AND TECHNOLOGY APPLICATIONS: MEASURING THE SUSTAINABLE IMPACTS ON DISTANCE LEARNING	Assis. Prof. Dr Subramaniam Chandran
		4	ACADEMIC STAFF PERCEPTIONS OF THE VALUE OF THE ELEMENTS OF AN ONLINE LEARNING ENVIRONMENT	Stuart Palmer, Dale Holt
		5	USING THE STUDENTS-AS-CUSTOMERS CONCEPT IN TECHNOLOGY DISCIPLINES: STUDENTS- PERSPECTIVES	Dr. Boonlert Watjatrakul
		6	USING WEBLOG TO PROMOTE CRITICAL THINKING – AN EXPLORATORY STUDY	Huay Lit Woo, Qiyun Wang
		7	THE EXPERIENCES OF SOUTH-AFRICAN HIGH-SCHOOL GIRLS IN A FAB LAB ENVIRONMENT	Nomusa Dlodlo, Ronald Noel Beyers
		8	EXPLORING SELF-DIRECTED LEARNING AMONG CHILDREN	Mariani Md Nor, Y. Saeednia
		9	THE STATE, LOCAL COMMUNITY AND PARTICIPATORY GOVERNANCE PRACTICES: PROSPECTS OF CHANGE	Gaysu R. Arvind

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Assoc. Prof. Dr. Chutarat Boontho**	1	INTELLIGENT MOBILE SEARCH ORIENTED TO GLOBAL E-COMMERCE	Dr. Abdelkader Dekdouk
		2	IS MANAGEMENT SCIENCE DOING ENOUGH TO IMPROVE HEALTHCARE?	Lalit Garg, Sally McClean, Maria Barton
		3	MCRM-S NEW OPPORTUNITIES OF CUSTOMER SATISFACTION	Cheng Fang Hsu, Shinn-Jong Lin
		4	AN ECONOMIC ANALYSIS OF PHU KRADUENG NATIONAL PARK	Assoc. Prof. Dr. Chutarat Boontho
		5	THE INVESTIGATION OF THE ROLE OF INSTITUTIONS IN THE PROCESS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF ECONOMY	Seyed Mohammad Reza Hosseini
		6	PROPOSING A CONCEPTUAL MODEL OF CUSTOMER KNOWLEDGE MANAGEMENT: A STUDY OF CKM TOOLS IN BRITISH DOTCOMS	Mehdi Shami Zanjani, Roshanak Rouzbehani, Hosein Dabbagh
		7	REGINA CONNOLLY, FRANK BANNISTER	Regina Connolly, Frank Bannister
		8	ETAX FILING AND SERVICE QUALITY: THE CASE OF THE REVENUE ONLINE SERVICE	Dr. Regina Connolly, Dr. Frank Bannister
		9	DESIGN AN ELECTRONIC MARKET FRAMEWORK USING JADE ENVIRONMENT	Mohammad Ali Tabarzad, Caro Lucas

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Assoc. prof. Dr. Jan Zeman**	1	THE INTERNET AND SMALL MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SMES) IN JORDAN	Sattam Allahawiah, Haroon Altarawneh, Sameer Alamro
		2	FINANCIAL ANALYSIS ANALOGIES FOR SOFTWARE RISK	Dr. Masood Uzzafer
		3	AN EVALUATION OF THE OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF WI-FI ADOPTION IN MALAYSIAN INSTITUTIONS	Subrahmanyam Kodukula, Nurbiya Maimaiti
		4	TOWARDS A SYSTEMATIC, COST-EFFECTIVE APPROACH FOR ERP SELECTION	Hassan Haghighi, Omid Mafi
		5	INFLUENCE OF LOCUS OF CONTROL AND JOB INVOLVEMENT TO ORGANIZATIONAL CULTURE APPLIED BY EMPLOYEES ON BANK X	Sri Suwarsi, Nadia Budianti
		6	DYNAMIC INTERACTION NETWORK TO MODEL THE INTERACTIVE PATTERNS OF INTERNATIONAL STOCK MARKETS	Laura Lukmanto, Harya Widiputra, Lukas
		7	FUTURES TRADING: DESIGN OF A STRATEGY	Assoc. prof. Dr. Jan Zeman
		8	MULTIDIMENSIONAL PERFORMANCE MANAGEMENT	Dr. David Wiese
		9	THE IMPACT OF SUBSEQUENT STOCK MARKET LIBERALIZATION ON THE INTEGRATION OF STOCK MARKETS IN ASEAN-4 + SOUTH KOREA	Noor Azryani Auzairy, Rubi Ahmad

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION March 8 - 10, 2024 RIZE Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224				
9 Mart / March 9, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Dr. Araştırma Görevlisi Dilek GÜLER**	1	HARASSMENT IN THE BULGARIAN ANTI-DISCRIMINATION LAW	Assoc. Prof. D.Sc. Ivaylo STAYKOV
		2	The new constitution of the Republic of Iraq between theory and Practice An analytical theoretical study on the most prominent problems of the permanent constitution of the Republic of Iraq for the year 2005	Dr. Najm Al-Deen M. Yaseen
		3	HEKİMİN TIBBİ MÜDAHALEDEN DOĞAN CEZA SORUMLULUĞU	Dr. Araştırma Görevlisi Dilek GÜLER
		4	RÖDOVANS SÖZLEŞMESİ	Av. Livanur ÇEBİ DİKDOĞMUŞ
		5	KIBRIS'TA TAŞINMAZ MÜLKİYETİ SORUNUNUN KÖKENİ, ULUSLARARASI MAHKEME KARARLARI VE BU KARARLARIN TÜRKİYE'YE ETKİLERİ	Dr. Güven YARIMBATMAN

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES 27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION March 8 - 10, 2024 RIZE Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224				
9 Mart / March 9, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Doç. Dr. Tekin TUNCER**	1	EAST TURKESTAN: AT THE INTERSECTİON OF GEOPOLİTİCAL, CULTURAL AND POLİTİCAL DYNAMİCS	Doç. Dr. Tekin TUNCER
		2	NATİONAL AND CULTURAL RESİSTANCE İN EAST TURKESTAN: THE LEGACY OF SABİT DAMOLLA	Doç. Dr. Tekin TUNCER
		3	REFLECTIONS OF THE RUSSIA-UKRAINE WAR ON THE BALKANS ON THE AXIS OF THE CONCEPT OF NATIONAL IDENTITY	Dr. Seda Gözde TOKATLI
		4	THE NORMATİF POWER OF EUROPEAN UNİON : AN ANALYSIS ON THE BASE OF HUMAN RİGHTS	Dr. Seda Gözde TOKATLI
		5	CONVERGİNG WORLDS, DİVERGİNG IDEALS: A STRUCTURAL ANALYSİS OF THE IMPACT OF INTERNATİONAL MİGRATİON ON NATİON STATES AND POLİTİCAL TENSİONS	Lisans Öğrencisi, Ali Kemal ARMUTLU

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doç. Dr., Zeliha KAYAHAN**	1	AN INNOVATIVE DISCOURSE IN CONTEMPORARY ART AND THE EXAMPLE OF KIM SIMONSSON	Doç. Dr., Zeliha KAYAHAN Prof. Dr., Naile ÇEVİK
		2	A FIELD OF EXPERIENCE FROM THE PIECE TO THE WHOLE IN CONTEMPORARY ART; PIXEL ART	Doç. Dr., Zeliha KAYAHAN Prof. Dr., Naile ÇEVİK
		3	TAHİR MAKAMININ TARİHSEL SEYRİ: HALK MÜZİĞİNDEN KLASİK MÜZİĞE HEDİYE	Doç.Dr.Recep USLU
		4	EXAMINATION OF PHOTOS PRODUCED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CONTEXT OF ART AND TECHNOLOGY: DALL-E EXAMPLE	Prof. Dr. Deniz YENGİN Yasemin ÇAKAR
		5	20. YÜZYIL SANATINDA TEKİNSİZLİK UNSURU	Yüksek Lisans Öğrencisi, Pelin BULU YILMAZ Dr. Öğretim Üyesi, Aslı ASLAN SEVİNÇ
		6	FRANCESCA DIMATTIO'NUN SERAMİKLERİNDEKİ İZNİK MOTİFLERİ	Doç, Sanver ÖZGÜVEN

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Doçent Doktor, Özlem TERZİ**	1	PRENATAL DÖNEMDE FİZİKSEL AKTİVİTEYE İLİŞKİN GÜNCEL KANITLAR	Arş. Gör., Seda GÜRAY Dr. Öğr. Üyesi, Özlem AKGÜN
		2	DOĞUM AĞRISINI GİDERMEYE YÖNELİK ALTERNATİF VE TAMAMLAYICI TERAPİLER	Dr. Öğr. Üyesi, Özlem AKGÜN Arş. Gör., Seda GÜRAY
		3	EVALUATION OF CONSTRUCTION PAINTERS' MUSCULOSKELETAL DISCOMFORT RISKS USING CORNELL MUSCULOSKELETAL DISCOMFORT QUESTIONNAIRE (CMDQ) AND THE POSTURAL LOADING ON ENTIRE BODY RISK ASSESSMENT TOOL (LEBA)	Banu NUMAN UYAL Banjo Ojuope FREDERICK
		4	ROCK İNHİBİTÖRÜ FASUDİL'İN OVARİAN SEROZ KİSTADENOKARSİNOMA (SKOV-3) HÜCRE HATTINDA SİSPLATİN'İN PROLİFERASYON ve MİGRASYON ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNE OLASI KATKISI	YL Öğrencisi, Çiğdem OKŞAR Arş. Gör. Dr. Sümeyye KOÇ Doç. Dr. R. Nalan TİFTİK
		5	THE RELATIONSHIP BETWEEN ENDOMETRIAL CANCER AND LIVER FIB-4 SCORE	Doçent Doktor, Sema YILMAZ RAKICI Doçent Doktor, Özlem TERZİ Sidem GÜL
		6	OTOKODLAYICI İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ ÖZELLİK SEÇİMİ: MEME KANSERİ TEŞHİSİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS ANALİZİ	Dr, Melih AĞRAZ Dr, Hasan Hüseyin GÜL
		7	VERİ ARTIRIM TEKNİKLERİNİN DENGESİZ MEME KANSERİ TEŞHİS VERİ SETİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: GAUS GÜRÜLTÜ VE SMOTE METODLARININ MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİ ÜZERİNDEKİ PERFORMANS ANALİZİ	Dr, Melih AĞRAZ Dr, Hasan Hüseyin GÜL

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Prof. Dr. Ümmügülsüm DAĞLIOĞLU**	1	The importance of school-family partnership in the performance of children in schools	Prof.As.Dr Doreta Tartari Phd Candidate Sonila Osmani
		2	LANGUAGE LEARNING AND MODERN TECHNLOGY: ENGLISH LEARNING IN A DIGITALIZED WORLD	Phd Candidate Sonila Osmani Prof.As.Dr Doreta Tartari
		3	YOUTUBE VIDEOS AS A FOREIGN LANGUAGE LEARNING TOOL: EXPLORING THE PERCEPTION OF STUDENTS	Caren C. Carcueva Denzel Tron S. Suelto Janmarvin O. Sargado
		4	FUNCTIONAL TEAMWORK PRACTICES AFFECT ORGANIZATIONAL LEARNING IN SCHOOL INSTITUTIONS	Dr. Anila Plaku (Bratja) Msc. Kristos Bratja
		5	GELENEKSEL SİLLE YERLEŞMESİNİN (KONYA) KÜLTÜR TURİZMİ KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Prof. Dr. Ümmügülsüm DAĞLIOĞLU Yusuf Ziya DAĞLIOĞLU
		6	İLKOKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUKLARIN BİSİKLET KULLANIMI ALIŞKANLIĞININ ARTIRILMASINDA "GÜVENLİ BİSİKLET	Prof. Dr. Ümmügülsüm DAĞLIOĞLU Yusuf Ziya DAĞLIOĞLU Ali BÖLÜK Bayram Batuhan IŞIK Neşet BAYRAKCI Hacer ÖZTÜRK
		7	ÖĞRETMENLERİN ÖRGÜTSEL ŞEFFAFLIK ALGISI-İZMİR ÖRNEĞİ	Doktora Öğrencisi, Yılmaz İŞLİ Dr. Öğretim Üyesi, Yaşar YAVUZ
		8	YÖNETİCİ VE ÖĞRETMENLERİN ÖRGÜTSEL MUHALEFETE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	Okul Müdürü, Ferhunde DENİZ Müdür Yardımcısı, Arzu YİĞİT GÜL
		9	SALİH ZEKİ'NİN "YENİ USÜL RESİMLİ HİSAB DERSLERİ" KİTABININ GÜNÜMÜZ BEŞİNCİ SINIF MÜFREDATIYLA KARŞILAŞTIRILMASI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Eda Çelik AKSU Doçent Doktor, Mustafa BİLİCİ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Dr. E. Giovanis**	1	A SURVEY ON SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN JOHOR	Mohd Iskandar bin Illyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		2	FROM MICRO TO NANOSYSTEMS: AN EXPLORATORY STUDY OF INFLUENCES ON INNOVATION TEAMS	Assis. Prof. Norbert Burger, Thorsten Staake
		3	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND E-COMMERCE TECHNOLOGY ADOPTION AMONG LOGISTICS SERVICE PROVIDERS IN MALAYSIA	Mohd Iskandar bin Illyas Tan, Iziati Saadah bt Ibrahim
		4	THE IMPACT OF PRODUCT PACKAGE INFORMATION ON CONSUMER BEHAVIOR TOWARD GENETICALLY MODIFIED FOODS	Yu-Syuan Chang, Li-Chun Huang
		5	ECOLABELING AND GREEN CERTIFICATION FOR EFFECTIVE FISHERIES MANAGEMENT – AN ANALYSIS	A. Ramachandran
		6	APPLICATION OF FEED-FORWARD NEURAL NETWORKS AUTOREGRESSIVE MODELS IN GROSS DOMESTIC PRODUCT PREDICTION	Dr. E. Giovanis
		7	DETERMINING THE ONLINE PURCHASING LOYALTY FOR THAI HERBAL PRODUCTS	Chummanond Natchaya, Rotchanakitumnuai Siriluck
		8	A STUDY OF PANEL LOGIT MODEL AND ADAPTIVE NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN THE PREDICTION OF FINANCIAL DISTRESS PERIODS	E. Giovanis
		9	A NEW DIMENSION IN SOFTWARE RISK MANAGEMENT	Dr. Masood Uzzafer

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. George Yungchih Wang**	1	DURATION ANALYSIS OF NEW FIRMS IN THE BANKING INDUSTRY	Jesus Orbe, Vicente Nunez-Anton
		2	ENHANCING CUSTOMER LOYALTY TOWARDS CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY OF THAI MOBILE SERVICE PROVIDERS	Wichai Onlaor, Siriluck Rotchanakitumnuai
		3	THE SERVICE FAILURE AND RECOVERY IN THE INFORMATION TECHNOLOGY SERVICES	Jun Luo, Weiguo Zhang., Dabin Qin
		4	OPERATIONAL RISK – SCENARIO ANALYSIS	Milan Rippel, Petr Teply
		5	THE APPLICATION OF REAL OPTIONS TO CAPITAL BUDGETING	Assoc. Prof. Dr. George Yungchih Wang
		6	ROLE OF INVESTMENT IN THE COURSE OF ECONOMIC GROWTH IN PAKISTAN	Maqbool Hussain Sial, Maaida Hussain Hashmi, Sofia Anwar
		7	A FRAMEWORK OF MONTE CARLO SIMULATION FOR EXAMINING THE UNCERTAINTY-INVESTMENT RELATIONSHIP	George Yungchih Wang
		8	THE EXCLUSION OF CONSUMER RIGHTS IN E-AUCTIONS – IS AN E-AUCTION REALLY AN AUCTION AT ALL?	Dr. Trish O'Sullivan
		9	A HYPERMAP FOR SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	Lecture James K. Ho

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Dr. Yu-long Ren**	1	E-COMMERCE ADOPTION AND IMPLEMENTATION IN AUTOMOBILE INDUSTRY: A CASE STUDY	Amitrajit Sarkar
		2	STOCHASTIC MIXED 0-1 INTEGER PROGRAMMING APPLIED TO INTERNATIONAL TRANSPORTATION PROBLEMS UNDER UNCERTAINTY	Dr. Y. Wu
		3	THE ROLE OF INTERNAL FUNCTION OF ORGANIZATION FOR THE SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF GOOD CORPORATE GOVERNANCE	Aries Susanty
		4	CORPORATE FRAUD: AN ANALYSIS OF MALAYSIAN SECURITIES COMMISSION ENFORCEMENT RELEASES	Raziah Bi Mohamed Sadique, Jamal Roudaki, Murray B. Clark, Norhayati Alias
		5	INDUSTRIAL DEVELOPMENT, ENVIRONMENT AND OCCUPATIONAL PROBLEMS: THE CASE OF IRAN	Ghaffari, H., Changi Ashtiani, A., Younessi,
		6	BENCHMARKING CLEANER PRODUCTION PERFORMANCE OF COAL-FIRED POWER PLANTS USING TWO-STAGE SUPER-EFFICIENCY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS	Shao-lun Zeng, Dr. Yu-long Ren
		7	STRATEGY ANALYSIS AND CREATION BY SIMULATION IN THE GENERAL GAME	Gábor Szűcs, Gábor Neszveda, Xin Fang
		8	A SIMULATION MODEL FOR BID PRICE DECISION MAKING	R. Sammoura

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Dr. Zhao Linfei**	1	DECISION SUPPORT FRAMEWORK IN MANAGERIAL LEARNING ENVIRONMENT FOR ORGANIZATION	M. Mazhar Manzoor, Nasar.A, A. Sattar
		2	BARRIERS AND OPPORTUNITIES FOR THE ADOPTION OF E-GOVERNANCE SERVICES	Haroula N. Delopoulos
		3	OPTIMIZATION OF TRANSFER PRICING IN A RECESSION WITH REFLECTION ON CROATIAN SITUATION	Jasminka Radolović
		4	OVERCOMING BARRIERS TO OPEN INNOVATION AT APPLE, NINTENDO AND NOKIA	Erik Pontiskoski, Kazuhiro Asakawa
		5	EXPLORING THE PROFESSIONAL COMPETENCY CONTENTS FOR INTERNATIONAL MARKETER IN TAIWAN	Prof. Dr. Shu-Ning Liou
		6	SIMULTANEOUS TERM STRUCTURE ESTIMATION OF HAZARD AND LOSS GIVEN DEFAULT WITH A STATISTICAL MODEL USING CREDIT RATING AND FINANCIAL INFORMATION	Tomohiro Ando, Satoshi Yamashita
		7	THE ENTREPRENEUR'S GENERAL PERSONALITY TRAITS AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS	Bostjan Antoncic
		8	CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY IN CHINA APPAREL INDUSTRY	Dr. Zhao Linfei, Dr. Gu Qingliang

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

9 Mart / March 9, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Assoc. Prof. Dr. Collins C. Ngwakwe**	1	APPLICATIONS OF STABLE DISTRIBUTIONS IN TIME SERIES ANALYSIS, COMPUTER SCIENCES AND FINANCIAL MARKETS	Mohammad Ali Baradaran Ghahfarokhi, Parvin Baradaran Ghahfarokhi
		2	MULTI-ENTERPRISE TIE AND CO-OPERATION MECHANISM IN MEXICAN AGRO INDUSTRY SME'S	Tania Elena González Alvarado, Ma. Antonieta Martín Granados
		3	USING STRUCTURAL EQUATION MODELING IN CAUSAL RELATIONSHIP DESIGN FOR BALANCED-SCORECARDS' STRATEGIC MAP	Dr. A. Saghaei, R. Ghasemi
		4	THE COMPLEMENTARITIES OF MULTI-LATERALISM, ANDREGIONALISM AND INCOME CONVERGENCE: ASEAN AND SAARC	Kankesu Jayanthakumaran, Shao-Wei Lee
		5	DETERMINING OPTIMAL PRODUCTION PLAN BY REVISED SURROGATE WORTH TRADE-OFF METHOD	Dr. Tunjo Peric, Zoran Babic
		6	CREATION OF ECONOMIC AND SOCIAL VALUE BY SOCIAL ENTREPRENEURSHIP FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	Ahaskar Pandey, Gaurav Mukherjee, Sushil Kumar
		7	STOCK PRICE FORECAST BY USING NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM	Ebrahim Abbasi, Amir Abouec
		8	ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY AND FIRM PERFORMANCE: EVIDENCE FROM NIGERIA	Assoc. Prof. Dr. Collins C. Ngwakwe
		9	VALUE–BASED GROUP DECISION ON SUPPORT BRIDGE SELECTION	Christiono Utomo, Arazi Idrus

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Prof. Dr. Yasin SOYLU**	1	AYT SINAVI MATEMATİK SORULARININ SOLO TAKSONOMİSİNE GÖRE İNCELENMESİ	Prof. Dr. Yasin SOYLU
		2	LGS SINAVI MATEMATİK SORULARININ SOLO TAKSONOMİSİNE GÖRE İNCELENMESİ	Prof. Dr. Yasin SOYLU
		3	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ALGILANAN ÖZ-DÜZENLEME DÜZEYLERİ	Doç Dr. Aysel ARSLAN Dr. Öğr. Üyesi Fatıma Firdevs ADAM
		4	BOWEN AİLE SİSTEMLERİ TERAPİSİ FİLM ANALİZİ: GİLBERT'İN HAYALLERİ	Dr. Öğr. Üyesi Fatıma Firdevs ADAM Doç Dr. Aysel ARSLAN Yüksek Lisans Öğrencisi Ferhat LALE
		5	ERKEN ÇOCUKLUK DÖNEMİNDE DUYGU BİLGİSİ	Ayşegül GÜNEŞ DEMİRCAN Prof.Dr. Ebru ERSAY
		6	OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARININ ZİHİN KURAMI BECERİLERİ İLE KAYGILARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Büşra YÜCEL Prof. Dr. Ümit DENİZ
		7	THE EFFECTS OF LEADERSHIP TYPES ON STUDENT ACHIEVEMENT IN PRIVATE AND PUBLIC SCHOOL MANAGEMENT IN GEMLIK DISTRICT OF BURSA PROVINCE.	Aytürk AKSAKAL
		8	YÜZME SPORCULARININ SÜREKLİ SPORTİF KENDİNE GÜVEN DÜZEYLERİ İLE SPORCU KİMLİK ALGILARI ARASINDAKİ İLİŞKİ	Dr. Öğr. Üyesi, Ramazan SANLAV Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DİNÇ
		9	SPOR YAPAN VE YAPMAYAN ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİN SÜREKLİ ÖFKE VE ÖFKE İFADE TARZLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet DİNÇ Dr. Öğr. Üyesi, Ramazan SANLAV

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Dr. Öğr. Üyesi, Aykut YILMAZ**	1	E-SPOR VE E-SPOR SPONSORLUĞU	Yüksek Lisans Öğrencisi, Tuğçe ÇEKİCİ Dr. Öğr. Üyesi, Aykut YILMAZ
		2	YEŞİL İNOVASYONUN SÜRDÜRÜLEBİLİR PAZARLAMADAKİ ROLÜ	Yüksek Lisans Öğrencisi , Rümeysa ERSÜKMEN Dr.Öğr.Üyesi , Aykut YILMAZ
		3	AN ORGANIZATIONAL METAPHOR: MUSHROOM MANAGEMENT	Yüksek Lisans Öğrencisi, Yemliha UYSAL Dr. Öğr. Üyesi, Hüseyin KARAGÖZ
		4	TECHNOLOGICAL LEADERSHIP AND THE TECHNOSTRESS PHENOMENA	Yüksek Lisans Öğrencisi, Şirin Sude TEZCAN Dr. Öğr. Üyesi, Hüseyin KARAGÖZ
		5	GREEN ORGANIZATIONAL BEHAVIOR	Yüksek Lisans Öğrencisi, Yavuz ÖZ Dr. Öğr. Üyesi, Hüseyin KARAGÖZ
		6	DARK AND LIGHT TRIAD IN ORGANIZATIONS	Yüksek Lisans Öğrencisi, Havva Nur KARADUMAN Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KARAGÖZ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March10, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Doç. Dr. Osman PALANCI**	1	SOLİTON SOLUTİONS OF THE (4+1)-DİMENSİONAL DAVEY–STEWARTSON-KADOMTSEV–PETVİASHVİLİ EQUATİON USİNG UNİFİED METHOD	Dr.Öğr.Üyesi, Mustafa EKİCİ
		2	SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ VE EXTENDED NEOTERİK SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI EN ÇOK OLABİLİRLİK TAHMİNLERİNİN CHEN DAĞILIMI ALTINDA İNCELENMESİ	Dr., Nurdan YENİAY KOÇER Dr., Hasan Hüseyin GÜL
		3	CHEN DAĞILIMI ALTINDA SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ VE NEOTERİK SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI PARAMETRE TAHMİNİ	Dr., Nurdan YENİAY KOÇER Dr., Hasan Hüseyin GÜL
		4	GEOMETRY OF HYPERBOLIC SASAKİAN MANIFOLDS FOR SOME SPECIAL SOLITONS	Doç. Dr. Tuğba MERT Prof. Dr. Mehmet ATÇEKEN
		5	BAZI UNIT DAĞILIMLARIN İSTATİSTİKSEL ÖZELLİKLERİ, PARAMETRE TAHMİNİ VE MODELLENMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Hüseyin GÜL Dr. Öğr. Üyesi, Melih AĞRAZ
		6	POWER ÜSTELLEŞTİRİLMİŞ RAYLEIGH DAĞILIMI İÇİN PARAMETRE TAHMİN METOTLARI	Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Hüseyin GÜL Dr. Öğr. Üyesi, Melih AĞRAZ
		7	Ağlar için Merkezilik Ölçüleri	Mohammed Mahmod Fatih ARABAJALI Doç. Dr. Gökhan MUTLU
		8	SHAPLEY DEĞERİNİN BAZI AKSİYOMLARLA YENİDEN TANIMLANMASI ÜZERİNE	Doç. Dr. Osman PALANCI

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March10, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Prof. Dr. Fatma Ebru İKİZ**	1	ERKEN DÖNEM UYUMSUZ ŞEMALAR İLE PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK, DURUMLUK VE SÜREKLİ KAYGI DÜZEYLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	Psk. Rima İYİGÜN
		2	HAFİF ZİHİNSEL YETERSİZLİĞİ OLAN BİREYLERİN KENDİ GÖRÜŞLERİNE GÖRE SOSYAL ORTAMLARA KATILIMLARI	Doktora Öğrencisi, Harun CANARSLAN Dr. Öğr. Üyesi, Dilber TEZEL
		3	REVIEW OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PEER AND CYBER BULLYING AND EMOTIONAL SELF-EFFICACY	Prof. Dr. Fatma Ebru İKİZ Ezgi ERDEMLİ Fatma Ezgi ALBAYRAK Berfin İRİTAŞ Seray Esra KÖSE
		4	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PSYCHOLOGICAL WELL-BEING ON THERAPEUTIC SKILLS IN PSYCHOLOGICAL COUNSELOR TRAINEES	Prof. Dr. Fatma Ebru İKİZ Damla Nur AYDIN Belen ÇİNBİLGEL Gamze KESKİN
		5	EKO-ANKSİYETE VE EKO-ANKSİYETE İLE BAŞ ETME	Şenel ÖZARPACI Dr. Öğr. Üyesi Hilal PEKER-DURAL
		6	“TRANSABLED” KAVRAMI ÜZERİNE YAPILAN TARTIŞMALAR	Dr. Öğr. Üyesi Mukadder ÖZKAN BARDAKCI
		7	ERGENLERDE PSİKOLOJİK SAĞLAMLIK AÇISINDAN DİNDARLIĞIN ETKİLERİ	Hilal Ebrar YENİYOL Doç, Dr. Fatma BAYNAL
		8	OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERDE FİZİKSEL AKTİVİTENİN UYKU ÜZERİNDEKİ ROLÜ: BİR DERLEME ÇALIŞMASI	Musa Türkmen Öğr. Gör. Oğuzhan BOZKURT Doç. Dr. Ahmet KURTOĞLU Doç. Dr. Özgür EKEN
		9	KRONİK BOYUN AĞRILI BİREYLERDE KİNEZYOFOBİ İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. Emine Aslan Telci Öğr. Gör. Fatma Nur Altın Uzm. Fzt. Elif Nur Taşcıoğlu
		10	ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİSİ BOYUN AĞRILI GENÇ BİREYLERDE POSTÜRAL FARKINDALIK İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ	Prof. Dr. Emine ASLAN TELCİ Öğr. Gör. Fatma Nur ALTIN

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Asst.Prof. Nursen GEYİK DEĞERLİ**	1	AN ACCESSORY BEYOND TIME: SCARF	Asst.Prof. Nursen GEYİK DEĞERLİ
		2	TİYATRO SANATINDA BİYOPOLİTİKA: BEDEN ve İKTİDAR ANALİZİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Nilsu KÖSE
		3	Marc Chagall ‘’Ben ve Köy’’ Adlı Eserinin Göstergebilimsel Analizi	Suna Hazar
		4	MEMORY, PLACE AND MUSIC IN GELİBOLU MEVLEVIHANE SPECIALLY	Burak DEMİRBAŞ Prof. Dr. Uğur TÜRKMEN
		5	Describing the Duates of the Works of Guitarist Composers and Non-Guitarist Composers	Kadir EKEN Prof. Dr. Uğur TÜRKMEN
		6	ROMAN KÜLTÜR DERNEKLERİ ÖRNEKLEMİNDE İZMİR TEPECİK ROMAN KÜLTÜR DERNEĞİ FAALİYETLERİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi , Aykut Uçakçı Doç. Dr. Esin de Thorpe Millard
		7	ON THE PROBLEM OF THEORY-LADENNESS OF OBSERVATIONS IN PHILOSOPHY OF SCIENCE	Doç. Dr. Alper Bilgehan YARDIMCI Doktorant Fadime ALTUNSÖZ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March10, 2024 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	**Dr. TÜLİN YANIKDAĞ**	1	BİLİM TARİHİ ALANINDA DİSİPLİNLERARASI YAKLAŞIMLARIN ÖNEMİ	Araştırma Görevlisi, Zöhre YÜCEKAYA
		2	CÜMHURİYYƏT DÖVRÜNDƏ TÜRKİYƏNİN BALKAN SİYASƏTİ	Ülfər Məmmədli
		3	OSMANLI DEVLETİ'NDEN GÜNÜMÜZE ERMENİ KİMLİĞİNİN TARİHSEL VE DİNİ BOYUTU	Dr. TÜLİN YANIKDAĞ
		4	OSMANLI MODERNLEŞMESİ DÖNEMİNDE TEBAANIN YURTTAŞA DÖNÜŞÜMÜ	Dr. TÜLİN YANIKDAĞ
		5	YUSİF BALASAQUNLU VƏ TÜRK MİFOLOGİYASI	Doç.Dr. Kəmalə NƏCƏFOVA
		6	İSCEHİSAR TÜRKMEN MEZAR TAŞLARI	Hüseyin ÇETİN
		7	LITERATURE REVIEW ON THE EFFECT OF TOURIST GUIDES ON TOUR SATISFACTION	Aykut GÜN

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Dr. Niina M. Nissinen**	1	GREEN BUILDING AND ENERGY SAVING	Nahed Ayedh Al-Hajeri
		2	FEMALE EXECUTIVE CAREER SUCCESS AND SATISFACTION IN BANGKOK, THAILAND	ipon Sasithornsaowapa
		3	AN APPROACH TO CONSTRUCT CRITERIA FOR EVALUATING ALTERNATIVES IN DECISION-MAKING	Dr. Niina M. Nissinen
		4	THE DOCUMENTARY ANALYSIS OF META-ANALYSIS RESEARCH IN VIOLENCE OF MEDIA	Proud Arunrangsiwed
		5	THE THOUGHT OF ISLAMIC LITERATURE IN MODERN MALAYSIAN LITERATURE	Assoc. Prof. Dr. Rosni bin Samah
		6	THE ENTHRONEMENT OF TURKIC-MONGOL RULERS AND KAGAN FUNCTIONS	Dr. Zhanar Kozhabekova
		7	THE ROLE OF MIDDLE CLASS IN FORMING OF CONSUMPTION HABITS OF MARKET INSTITUTIONS AMONG KAZAKH HOUSEHOLDS IN TRANSITION PERIOD	Daurenbek Kuleimenov, Elmira Otar
		8	A WAY OF CONVERTING COLOR IMAGES TO GRAY SCALE ONES FOR THE COLOR-BLIND -APPLYING TO THE PART OF THE TOKYO SUBWAY MAP-	Katsuhiro Narikiyo, Shota Hashikawa
		9	SATISFACTION SURVEY OF A DISPLACED POPULATION AFFECTED BY A NEW PLANNED DEVELOPMENT OF NAYA RAIPUR, INDIA	Sagar Jajoo

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Assoc. Prof. Dr. Paola Lecca**	1	USE OF CURCUMIN IN RADIOCHEMOTHERAPY INDUCED ORAL MUCOSITIS PATIENTS: A CONTROL TRIAL STUDY	Assis. Prof. Dr. Shivayogi Charantimath
		2	PROTEINS LENGTH AND THEIR PHENOTYPIC POTENTIAL	Tom Snir, Eitan Rubin
		3	MODELING AND ANALYSIS OF THE EFFECTS OF NEPHROLITHIASIS IN KIDNEY USING A COMPUTATIONAL TACTILE SENSING APPROACH	Elnaz Afshari, Siamak Najarian
		4	COMPUTATIONAL IDENTIFICATION OF BACTERIAL COMMUNITIES	Eleftheria Tzamali, Panayiota Poirazi, Ioannis G. Tollis, Martin Reczko
		5	ON THE MATHEMATICAL STRUCTURE AND ALGORITHMIC IMPLEMENTATION OF BIOCHEMICAL NETWORK MODELS	Assoc. Prof. Dr. Paola Lecca
		6	BLOOD LYMPHOCYTE AND NEUTROPHIL RESPONSE OF CULTURED RAINBOW TROUT, ONCORHYNCHUS MYKISS, ADMINISTERED VARYING DOSAGES OF AN ORAL IMMUNOMODULATOR – 'FIN-IMMUNE™'	Duane Barker, John Holliday
		7	MULTIWAVELET AND BIOLOGICAL SIGNAL PROCESSING	Morteza Moazami-Goudarzi, Ali Taheri, Mohammad Pooyan, Reza Mahboobi
		8	DETECTION AND CORRECTION OF ECTOPIC BEATS FOR HRV ANALYSIS APPLYING DISCRETE WAVELET TRANSFORMS	Dr. Desmond B. Keenan
		9	SAF: A SUBSTITUTION AND ALIGNMENT FREE SIMILARITY MEASURE FOR PROTEIN SEQUENCES	Abdellali Kelil, Shengrui Wang, Ryszard Brzezinski

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Dr. Permphan Dharmasaroja**	1	SURFACE CHARGE BASED RAPID METHOD FOR DETECTION OF MICROBIAL CONTAMINATION IN DRINKING WATER AND FOOD PRODUCTS	Kandpal M. , Gundampati R. K , Debnath M.
		2	ONE-DOF PRECISION POSITION CONTROL USING THE COMBINED PIEZO-VCM ACTUATOR	Yung-Tien Liu, Chun-Chao Wang
		3	OUTLIER PULSE DETECTION AND FEATURE EXTRACTION FOR WRIST PULSE ANALYSIS	Bhaskar Thakker, Anoop Lal Vyas
		4	VISCOELASTIC MODELING OF BRAIN MRE DATA USING FE METHOD	H. Ajabi Naeeni, M. Haghpanahi
		5	COMPUTATIONAL ANALYSIS OF THE MEMBRANETARGETING DOMAINS OF PLANT-SPECIFIC PRAF PROTEINS	Ewa Wywial, Shaneen M. Singh
		6	A NEW RIGID FISTULECTOMY SET FOR MINIMALLY INVASIVE “CORE-OUT“ EXCISION OF HIGH ANAL FISTULAS	Siamak Najarian, Meysam Esmaeili, Mohsen Towliat Kashani
		7	PRESENTING A COMBINATORIAL FEATURE TO ESTIMATE DEPTH OF ANESTHESIA	Toktam Zoughi, Reza Boostani
		8	WASP VENOM PEPTIDES MAY PLAY A ROLE IN THE PATHOGENESIS OF ACUTE DISSEMINATED ENCEPHALOMYELITIS IN HUMANS: A STRUCTURAL SIMILARITY ANALYSIS	Dr. Permphan Dharmasaroja
		9	SURFACE CHARGE BASED RAPID METHOD FOR DETECTION OF MICROBIAL CONTAMINATION IN DRINKING WATER AND FOOD PRODUCTS	Kandpal M. , Gundampati R. K , Debnath M.

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Assoc. Prof. Dr. Amer A. Boushaala**	1	A HEURISTIC STATISTICAL MODEL FOR LIFETIME DISTRIBUTION ANALYSIS OF COMPLICATED SYSTEMS IN THE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE	Mojtaba Mahdavi, Mohamad Mahdavi, Maryam Yazdani
		2	DYNAMICS IN PRODUCTION PROCESSES	Dr. Marco Kennemann, Steffen C. Eickemeyer, Peter Nyhuis
		3	THE CLASSIFICATION MODEL FOR HARD DISK DRIVE FUNCTIONAL TESTS UNDER SPARSE DATA CONDITIONS	S. Pattanapairoj, D. Chetchotsak
		4	THE LINK BETWEEN ERGONOMICS AND OCCUPATIONAL DISEASES	Kateřina Sekulová, Michal Šimon
		5	A STUDY ON A DISCRETE EVENT SIMULATION MODEL FOR AVAILABILITY ANALYSIS OF WEAPON SYSTEMS	Dr. Hye Lyeong Kim, Lecture Sang Yeong Choi
		6	RESEARCH ON THE LAYOUT OF GROUND CONTROL POINTS IN PLAIN AREA 1:10000 DLG PRODUCTION USING POS TECHNIQUE	Dong Ming, Chen Haipeng
		7	PROJECT COMPLEXITY INDICES BASED ON TOPOLOGY FEATURES	Assoc. Prof. Dr. Amer A. Boushaala
		8	PREDICTING THE LIFE CYCLE OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS (CTS)	Khalil A. Yaghi, Samer Barakat
		9	APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS TO ONLINE TEST ERROR DETECTION IN SEMICONDUCTOR TEST	Matthias Kirmse, Uwe Petersohn, Elief Paffrath

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Dr. Farzaneh Ahmadzadeh**	1	AREAS OF LEAN MANUFACTURING FOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT IN A MANUFACTURING UNIT	Hudli Mohd. Rameez, K.H.Inamdar
		2	AI APPLICATIONS TO METAL STAMPING DIE DESIGN– A REVIEW	Vishal Naranje, Shailendra Kumar
		3	SPAM E-MAIL: HOW MALAYSIAN E-MAIL USERS DEAL WITH IT?	Yanti Rosmunie Bujang, Husnayati Hussin
		4	INTER-ORGANIZATIONAL KNOWLEDGE TRANSFER THROUGH MALAYSIA E-GOVERNMENT IT OUTSOURCING: A THEORETICAL REVIEW	Nor Aziati Abdul Hamid, Juhana Salim
		5	USING MULTI-OBJECTIVE PARTICLE SWARM OPTIMIZATION FOR BI-OBJECTIVE MULTI-MODE RESOURCE-CONSTRAINED PROJECT SCHEDULING PROBLEM	Dr. Fatemeh Azimi, Razeeh Sadat Aboutalebi, Amir Abbas Najafi
		6	A ROUGH-SET BASED APPROACH TO DESIGN AN EXPERT SYSTEM FOR PERSONNEL SELECTION	Assis. Prof. Dr. Ehsan Akhlaghi
		7	SCHEDULING A PROJECT TO MINIMIZE COSTS OF MATERIAL REQUIREMENTS	Amir Abbas Najafi, Nima Zoraghi, Fatemeh Azimi
		8	DIAGNOSING THE CAUSE AND ITS TIMING OF CHANGES IN MULTIVARIATE PROCESS MEAN VECTOR FROM QUALITY CONTROL CHARTS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK	Dr. Farzaneh Ahmadzadeh
		9	AN MCDM APPROACH TO SELECTION SCHEDULING RULE IN ROBOTIC FLEXIBE ASSEMBLY CELLS	Khalid Abd, Kazem Abhary, Romeo Marian

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Doç. Dr. Nuray DEMİREL ARICI**	1	COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS USED IN TAXATION OF AGRICULTURAL EARNINGS	Mehmet YILDIZ Prof. Dr. Erhan GÜMÜŞ
		2	TÜRKİYE'DE BİREYLERİN FAZLA ÇALIŞMA SÜRELERİ ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN EKONOMETRİK ANALİZİ	Arş. Gör., Gökhan ÖZKUBAT Prof. Dr., Şenay ÜÇDOĞRUK BİRECİKLİ Prof. Dr., Sibel SELİM
		3	TÜRKİYE'DE KISMİ SÜRELİ ÇALIŞMA NEDENLERİNİN ANALİZİ: İDARİ MİKRO VERİ SETİNDEN BULGULAR	Arş. Gör., S. Cansu ÖZKUBAT Prof. Dr., Özlem ÇAKIR
		4	SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLAMASI VE DENETİMİNDE GÜNCEL GELİŞMELER	Doç. Dr. Nuray DEMİREL ARICI
		5	ENFLASYONUN FİNANSAL TABLOLAR ÜZERİNE OLASI ETKİLERİ VE ENFLASYON MUHASEBESİ	Doç. Dr. Nuray DEMİREL ARICI
		6	THE EFFECT OF JOMO AND FOMO PERSONALITY CHARACTERISTICS ON ATTITUDE TOWARDS DEBT AND FRUITNESS TENDENCIES IN THE CONTEXT OF CONSUMPTION	Doktora Öğrencisi, Halil Hakdan ÖZ Doç. Dr. Emel YILDIZ Prof. Dr. Salih YILDIZ
		7	THE EFFECT OF PERCEIVED SERVICE QUALITY ON BRAND EVANGELISM: AN APPLICATION IN THE SERVICE SECTOR	Doktora Öğrencisi, Halil Hakdan ÖZ Doç. Dr. Emel YILDIZ Prof. Dr. Salih YILDIZ
		8	DİJİTAL DÖNÜŞÜM: BLOK ZİNCİRİ TEKNOLOJİSİNİN DIŞ TİCARETTE Kİ ROLÜ	Dr. Öğretim Üyesi Yaşar Ayşegül OĞUZ
		9	THE NARRATİON OF FOOTBALL MATCHES CHANGİNG İN THE MEDİA WİTH DİGİTALİZATİON: THE CASE OF LA LİGA	Deniz YENGİN Sefa HARRANOĞLU

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Doç. Dr. LATİFE CEYDA İRKİN**	1	THE ROLE OF THE NURSE IN THE PREVENTION AND CARE OF DIABETIC FOOT ULCER	Emine KAYA Prof. Dr. Naile BİLGİLİ
		2	FOOD-DRUG INTERACTIONS AND NURSING CARE IN THE ELDERLY	Öğretim Görevlisi, Volkan KINA Doç. Dr, Zümrüt AKGÜN ŞAHİN
		3	FOOD-DRUG INTERACTION AND NURSING CARE IN HEPATITIS PATIENTS	Öğretim Görevlisi, Volkan KINA Doç. Dr, Zümrüt AKGÜN ŞAHİN
		4	ANNE VE YENİDOĞAN BİYOLOJİK RİTMİ VE BAKIMA ETKİLERİ	Uzm. Hemşire Kevser ÇİMEN Doç. Dr. Kevser İLÇİOĞLU
		5	MASTEKTOMİ SONRASI HEMŞİRELİK BAKIMI	Öğrenci Hemşire, Pınar BAĞCI Dr. Öğr. Üyesi, Hatice ERDOĞAN
		6	HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN DOĞA TEMELLİ HORTİKÜLTÜREL TERAPİ UYGULAMALARI	Prof. Dr. İlknur AYDIN AVCİ Uzman Hemşire Mürselcan KABAKCI
		7	YAŞLI SAĞLIĞINI GELİŞTİRMEDE BAHÇECİLİK TERAPİSİNİN YERİ	Uzman Hemşire Mürselcan KABAKCI Prof. Dr. İlknur AYDIN AVCİ
		8	ALZHEİMER HASTALIĞININ TEDAVİSİNDE ALGLER	Doç. Dr. LATİFE CEYDA İRKİN
		9	CİLT SAĞLIĞINI KORUMADA ALGAL BİYOAKTİF BİLEŞİKLER	Doç. Dr. LATİFE CEYDA İRKİN

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ**	1	ANALYSIS OF PHENOLOXIDASE GENE EXPRESSION IN *GALLERIA MELLONELLA* LARVAE	Tülay TURGUT GENÇ Başak GÜZEL
		2	LIPID COMPOSITIONS OF Suillus granulatus (L.) Roussel MUSHROOM	PhD Student Cansu KORKMAZ Dr. Meltem TAŞ KÜÇÜKAYDIN Assist. Prof. Dr. Selçuk KÜÇÜKAYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin Duru
		3	CYTOTOXIC ACTIVITY OF DIFFERENT EXTRACTS OF Tanacetum vulgare L. ON COLON CANCER CELL LINE	PhD Student Cansu KORKMAZ Dr. Meltem TAŞ KÜÇÜKAYDIN Assist. Prof. Dr. Selçuk KÜÇÜKAYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin Duru
		4	YILLIK DÖKÜM İLE KIZILAĞAÇ SUBASAR MEŞCERELERİNE GİREN KARBON VE BESİN MADDESİ MİKTARI: KARACABEY SUBASAR ORMANLARINDA ÖRNEK BİR ÇALIŞMA	Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ
		5	KIZILAĞAÇ SUBASAR MEŞCERELERİNİN ÖLÜ ÖRTÜ KARBON VE BESİN MADDESİ STOKLARININ ARAŞTIRILMASI: KARACABEY SUBASAR ORMANLARINDA ÖRNEK BİR ÇALIŞMA	Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ
		6	HERBAL ADDITIVES USED TO REDUCE MAILLARD REACTION IN BEEF MEATBALLS	Dr., Pınar ANLAR Asst. Prof., Kübra ÇİNAR TOPÇU

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**Arş. Gör, İrem NART**	1	A GENERAL CRITICISM ON TURKISH PUBLIC ADMINISTRATION DEPARTMENTS	Yüksek Lisans Öğrencisi, Erol KARACAN
		2	DOĞU KARADENİZ BELEDİYELER BİRLİĞİ'NE BAĞLI BELEDİYE KENT KONSEYLERİNİN ÇEVRE BİLİNCİNE YÖNELİK ÇALIŞMALARI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Beyza TAKTA VARLI
		3	MİLLETVEKİLİ GENEL SEÇİMLERİNDE SİYASİ PARTİLERİN ADAY TESPİT YÖNTEMLERİ ÜZERİNE GENEL BİR DEĞERLENDİRMESİ	Fatih GÜNEŞ
		4	KENTLİ HAKLARININ İLİŞKİSEL BOYUTU: BİR HİZMETSEL ERİŞİM ARACI OLARAK KENT KONSEYLERİ	Furkan ÇAPOĞLU
		5	1876 ANAYASASI'NIN OSMANLI SİYASAL HAYATI VE MODERNLEŞMESİ AÇISINDAN İNCELENMESİ	Furkan ÇAPOĞLU
		6	CUMHURBAŞKANLIĞI İLETİŞİM BAŞKANLIĞININ HALKLA İLİŞKİLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Prof. Dr. İbrahim Ethem Taş Yüksek Lisans Öğrencisi Sevda Beşen
		7	AVRUPA BİRLİĞİ'NE ÜYELİK SÜRECİNDE TÜRKİYE'DEKİ KADIN İSTİHDAMI: YASAL DÜZENLEMELER VE PROJELER ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME	Arş. Gör, İrem NART
		8	DOĞAL AFETLERİN SAĞLIK HİZMETLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ANALİZİ: SAĞLIK HARCAMALARI ÜZERİNDEN BİR UYGULAMA	Mücahit ÇELİK Rabia ARSLANCA Doç. Dr., Hikmet AKYOL
		9	ÖRGÜTLERDE BİR ENGELLEME FAKTÖRÜ OLARAK CAM TAVAN SENDROMU	Doktorant, Ali TOSUN
		10	TÜRKİYE'DE KALKINMA PLANLARI VE 12. KALKINMA PLANININ ELE ALINMASI	Doktorant, Ali TOSUN

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Doç. Dr. Nurullah AYDENİZ**	1	A LOOK AT THE WORLD OF UNBELIEVERS, DESCRIBED "FUJJAR" IN THE QUR'AN (Example of Surah al-Infitar, Verse 14)	Dr. Öğr. Üyesi Hacı Çiçek
		2	ON THE WAR OF THE WIVES AGAINST ISLAM AND THE POLICIES OF CONDITIONING THE SOCIETY IN THE CONTEXT OF MESED SURAH (The Example of Abu Lahab and His Wife Ummu Jamil)	Dr. Öğr. Üyesi Hacı Çiçek
		3	Kuran Kırâatınlarında Belağatın İltifat Sanatı	Doç.Dr, Ahmed ALDYAB
		4	Kur'an Kırâatlerinde Ma'lûm ve Mechûl Fiiller	Doç.Dr, Ahmed ALDYAB
		5	EFFECTS OF QURAN MEMORY ON ARABIC EDUCATION AND TEACHING	Dr. Öğr. Üyesi Ceyhun ÜNLÜER
		6	MUALLİM YUSUF ZİYÂUDDÎN VE ÖĞRENCİSİ VAİZ AHMET MÜFTÜOĞLU	Doç. Dr. Nurullah AYDENİZ

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	**Asst. Prof. Gürsel İŞÇİ**	1	ÇÖVEN *(Saponaria officinalis):* BOTANİK ÖZELLİK, BİLEŞİM, KULLANIM ALANI VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ	Berhan Ulaş SABAH Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN Doç. Dr. Nurhan USLU
		2	PORTAKAL KABUĞU KULLANILARAK ÜRETİLEN TAHİN HELVASININ BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ, FENOLİK BİLEŞENLERİ VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI	Berhan Ulaş SABAH Doç. Dr. Nurhan USLU Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN
		3	MIGRATION OF PHTHALATE ESTERS FROM PET BEVERAGE CONTAINERS INTO REGULATED EU FOOD SIMULANTS	Asst. Prof. Gürsel İŞÇİ Prof. Dr. Elif DAĞDEMİR
		4	SALT STRESS İN CORN	Ziraat Mühendisi Mehmet Selman GÜDÜCÜ
		5	ŞEKER, ŞEKERİN KULLANIM ALANLARI NİŞASTA BAZLI ŞEKERLER VE TÜRKİYE' DE ŞEKER SANAYİNİN GELİŞİMİ	Ziraat Mühendisi, Yüksek Lisans Öğrencisi Derya Baylav

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	**Prof. Dr. Soma Roychowdhury**	1	A TWO-STAGE MULTI-AGENT SYSTEM TO PREDICT THE UNSMOOTHED MONTHLY SUNSPOT NUMBERS	Dr. Mak Kaboudan
		2	STEPSIZE CONTROL OF THE FINITE DIFFERENCE METHOD FOR SOLVING ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS	Davod Khojasteh Salkuyeh
		3	GROEBNER BASES COMPUTATION IN BOOLEAN RINGS IS P-SPACE	Assoc. Prof. Dr. Quoc-Nam Tran
		4	A MULTI-PERIOD PROFIT MAXIMIZATION POLICY FOR A STOCHASTIC DEMAND INVENTORY SYSTEM WITH UPWARD SUBSTITUTION	Prof. Dr. Soma Roychowdhury
		5	OPTIMAL CONTROL OF VISCOELASTIC MELT SPINNING PROCESSES	Dr. Shyam S.N. Perera
		6	A COMPLETED ADAPTIVE DE-MIXING ALGORITHM ON STIEFEL MANIFOLD FOR ICA	Jianwei Wu
		7	BOUNDARY-ELEMENT-BASED FINITE ELEMENT METHODS FOR HELMHOLTZ AND MAXWELL EQUATIONS ON GENERAL POLYHEDRAL MESHES	Dylan M. Copeland
		8	A MULTIVARIATE MOVING AVERAGE CONTROL CHART FOR PHOTOVOLTAIC PROCESSES	Chunchom Pongchavalit
		9	FURTHER INVESTIGATIONS ON HIGHER MATHEMATICS SCORES FOR CHINESE UNIVERSITY STUDENTS	Xun Ge

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 2	**Ventura Assuncao**	1	A SUPERVISORY SCHEME FOR STEP-WISE SAFE SWITCHING CONTROLLERS	Fotis N. Koumboulis, Maria P. Tzamtzi
		2	FLEXIBLE HEURISTICS FOR PROJECT SCHEDULING WITH LIMITED RESOURCES	Miloš Šeda
		3	CLASSIC AND HEURISTIC APPROACHES IN ROBOT MOTION PLANNING A CHRONOLOGICAL REVIEW	Ellips Masehian, Davoud Sedighizadeh
		4	STABILIZER FILLET WELD STRENGTH UNDER MULTIAXIAL LOADING (EFFECT OF FORCE, SIZE AND RESIDUAL STRESS)	Iman Hadipour, Javad Marzbanrad
		5	INTELLIGENT ABS FUZZY CONTROLLER FOR DIVERSE ROADSURFACES	Roozbeh Keshmiri, Alireza Mohamad Shahri
		6	A VARIABLE STRUCTURE MRAC FOR A CLASS OF MIMO SYSTEMS	Ardeshir Karami Mohammadi
		7	NEURO-HYBRID MODELS FOR AUTOMOTIVE SYSTEM IDENTIFICATION	Ventura Assuncao
		8	AN EXPERT SYSTEM FOR CAR FAILURE DIAGNOSIS	Ahmad T. Al-Taani

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	**Sasho Guergov**	1	MODELING HYBRID SYSTEMS WITH MLD APPROACH AND ANALYSIS OF THE MODEL SIZE AND COMPLEXITY	H. Mahboubi, B. Moshiri, A. Khaki Seddigh
		2	INTER-PHASE MAGNETIC COUPLING EFFECTS ON SENSORLESS SR MOTOR CONTROL	N. H. Mvungi
		3	T-DOF PI CONTROLLER DESIGN FOR A SPEED CONTROL OF INDUCTION MOTOR	Tianchai Suksri, Satean Tunyasrirut
		4	USING FUZZY CONTROLLER IN INDUCTION MOTOR SPEED CONTROL WITH CONSTANT FLUX	Dr. Hassan Baghgar Bostan Abad, Ali Yazdian Varjani, Taheri Asghar
		5	A METHOD FOR QUALITY INSPECTION OF MOTORS BY DETECTING ABNORMAL SOUND	Tadatsugu Kitamoto
		6	INFORMATION SYSTEM FOR DATA SELECTION AND NEW INFORMATION ACQUISITION FOR RECONFIGURABLE MULTIFUNCTIONAL MACHINE TOOLS	Assis. Prof. Dr. Sasho Guergov
		7	PERFORMANCE EVALUATION OF POWDER METALLURGY ELECTRODE IN ELECTRICAL DISCHARGE MACHINING OF AISI D2 STEEL USING TAGUCHI METHOD	Naveen Beri, S. Maheshwari, C. Sharma, Anil Kumar
		8	KINEMATIC MODELING AND WORKSPACE ANALYSIS OF A SPATIAL CABLE SUSPENDED ROBOT AS INCOMPLETELY RESTRAINED POSITIONING MECHANISM	Jahanbakhsh Hamedi, Hassan Zohoor
		9	MODELING PARAMETRIC VIBRATION OF MULTISTAGE GEAR SYSTEMS AS A TOOL FOR DESIGN OPTIMIZATION	Dr. James Kuria, John Kihiu

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	**N. Choupani**	1	ASYMPTOTIC STABILIZATION OF AN ACTIVE MAGNETIC BEARING SYSTEM USING LMI-BASED SLIDING MODE CONTROL	Abdul Rashid Husain, Mohamad Noh Ahmad, Abdul Halim Mohd. Yatim
		2	DESIGN OF A 5-JOINT MECHANICAL ARM WITH USER-FRIENDLY CONTROL PROGRAM	Amon Tunwannarux, Supanunt Tunwannarux
		3	OPTIMAL CALCULATION OF PARTIAL TRANSMISSION RATIOS OF FOUR-STEP HELICAL GEARBOXES FOR GETTING MINIMAL GEARBOX LENGTH	Vu Ngoc Pi
		4	FUZZY WAVELET PACKET BASED FEATURE EXTRACTION METHOD FOR MULTIFUNCTION MYOELECTRIC CONTROL	Rami N. Khushaba, Adel Al-Jumaily
		5	VIBRATION BASE IDENTIFICATION OF IMPACT FORCE USING GENETIC ALGORITHM	R. Hashemi, M.H.Kargarnovin
		6	FRACTURE TOUGHNESS CHARACTERIZATION OF CARBON-EPOXY COMPOSITE USING ARCAN SPECIMEN	M. Nikbakht, N. Choupani
		7	UNIFIED FUSION APPROACH WITH APPLICATION TO SLAM	Xinde Li, Xinhan Huang, Min Wang
		8	AN EXAMPLE OF OPEN ROBOT CONTROLLER ARCHITECTURE - FOR POWER DISTRIBUTION LINE MAINTENANCE ROBOT SYSTEM -	Yingxin He, Kyouichi Tatsuno
		9	GENERALIZATION OF SGIP SURFACE TENSION FORCE MODEL IN THREE-DIMENSIONAL FLOWS AND COMPARE TO OTHER MODELS IN INTERFACIAL FLOWS	Afshin Ahmadi Nadooshan, Ebrahim Shirani

KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
KARADENIZ 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
27. INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
March 8 - 10, 2024
RIZE
Meeting ID: 816 0458 4722 Passcode: 202224

10 Mart / March 10, 2024 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	**Arsham Borumand Saeid**	1	SPECIFYING STRICT SERIALIZABILITY OF ITERATED TRANSACTIONS IN PROPOSITIONAL TEMPORAL LOGIC	Walter Hussak
		2	GLOBAL BEHAVIOR IN (Q-XY)2 POTENTIAL	K. Jaroensutasinee
		3	LOGIC PROGRAM FOR AUTHORIZATIONS	Yun Bai
		4	MATHEMATICAL MODEL FOR THE TRANSMISSION OF P. FALCIPARUM AND P. VIVAX MALARIA ALONG THE THAI-MYANMAR BORDER	Puntani Pongsumpun, I-Ming Tang
		5	MODELLING THE OCCURRENCE OF DEFECTS AND CHANGE REQUESTS DURING USER ACCEPTANCE TESTING	Kevin McDaid, Simon P. Wilson
		6	ON ANALYSIS OF BOUNDNESS PROPERTY FOR ECATNETS BY USING REWRITING LOGIC	Noura Boudiaf, Allaoua Chaoui
		7	COMPUTABLE FUNCTION REPRESENTATIONS USING EFFECTIVE CHEBYSHEV POLYNOMIAL	Mohammed A. Abutheraa, David Lester
		8	SIGNAL RECONSTRUCTION USING CEPSTRUM OF HIGHER ORDER STATISTICS	Adnan Al-Smadi, Mahmoud Smadi
		9	SOME RESULTS ON INTERVAL-VALUED FUZZY BG-ALGEBRAS	Arsham Borumand Saeid

27. International Group Exhibition ''An Art Adventure from traditional to Contemporary''
March 8 – 10, 2024 - Rize

ART WORKS	ARTISTS
Ritim -1/ Rhythm -1	Elif Aksoy
Ritim -2/ Rhythm -2	Elif Aksoy
Pür-i Pak III	GÖKÇEN ŞAHMARAN CAN
Pür-i Pak IV	GÖKÇEN ŞAHMARAN CAN
Kadın-I	Kainat ÖZPOLAT
Gazze	Kainat ÖZPOLAT
NAR / THE POMEGRANADE	DİDEM ATİŞ
Sonsuzluk	AYŞEN KARAKOÇ CİVİLİ
Makine İletişimi	Doç. AYŞEGÜL TÜRK
Srebrenitsa / Srebrenica	Doç. Dr. Oğuz Tunçel
İsimsiz	Doç. Uğur Günay Yavuz
10 nokta 2	Prof. Dr. Yüksel GÖĞEBAKAN
İsimsiz/Anonymous	Doç.Dr.Serpil KAPAR
Shape	Arş. Gör. Ayşenur KANDEMİR
Strips	Arş. Gör. Dr. Turgut KALAY
Schwarz	Arş. Gör. Merve Özel
Kırmızı Benek/Red Spot	Doçent Dr. Samet Doğan
Aidiyet	Öğr. Gör. Dilek AKDEMİR
Acı Haykırış	Doç. Dr Gonca Yayan
İsimsiz	Doçent Sanver Özgüven
İsimsiz	Doçent Sanver Özgüven
Özgürlük / Freedom	Doç. Dr. Ebru Dede

Taka/Daysailer	Dr. Öğr. Ü. Cantürk ÖZ
Kıymet	Lale Yıldır
MAVİ BEREKET	Dr.Öğr.Ü.Nursen GEYİK DEĞERLİ
Hırçın	Dr. Öğr. Ü. Bahar Yıldız
Askerlik\Soldiery	Arş. Gör. Hatice DÖNMEZ AYDIN

Contents

STUDY OF THE ANTIBACTERIAL AND ANTIBIOFILM EFFECTS OF TEN PLANT EXTRACTS AGAINST ANTIBIOTIC-RESISTANT ISOLATES 1

ALTERATIONS OF ANTIOXIDANT SYSTEM COMPONENTS IN DROSOPHILA LARVAE EXPOSED TO ZINC AND BIOTIN 8

AKDAMAR BELDESİNDE BELİRLENEN BAZI YENEN MAKROFUNGUSLAR (VAN – GEVAŞ / TÜRKİYE)..... 13

İKİZDERE (RİZE) İLÇESİ SINIRLARI İÇERİSİNDE YETİŞEN BAZI ZEHİRLİ MAKROMANTARLAR 24

FABACEAE VE ROSACEAE AİLELERİNE AİT ÇİÇEK POLENLERİNİN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ, TOPLAM FENOLİK İÇERİK VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ÇALIŞMASI 32

YAPAY ZEKA İLE MÜŞTERİ DENEYİMİNİ GELİŞTİRMEK : PAZARLAMA STRATEJİLERİNDE XGBOOST VE AÇIKLANABİLİRLİK ÇALIŞMALARI 41

DURAK FRENİ SİSTEMİNİN LF12 ARACINA UYGULANMASI 49

A NOVEL METHOD TO ASSESS THE STATE SAFETY PROGRAMME (SSP) IMPLEMENTATION LEVELS OF THE STATES: THE ICAO SSPIA MATURITY MODEL 56

STM32 VE ESP32 İLE MQTT KULLANILARAK FLUTTER TABANLI IOT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI 69

ORANSAL SELENOİD VALFİN ÇİFT OLARAK DENGELİ KONTROLÜ VE ÇIKIŞ SİNYALİ ANALİZİ 75

ELEKTRİK KABLO TÜRLERİNİN KULLANIMI VE ÇEVRESEL ETKILERİ: GERİ DÖNÜŞÜM VE SÜRDÜRÜLEBiLiRLiK PERSPEKTiFi 82

INDOOR LIGHTING DESIGN FOCUSED ON CHANDELIER LIGHTING 91

RİZE 28 AĞUSTOS FETİH PARKININ BİTKİSEL ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI VE BİTKİSEL TASARIM AÇISINDAN İNCELENMESİ 99

RİZE İLİ FENER MAHALLESİ ÇOCUK OYUN PARKLARINDAKİ BİTKİ ENVANTERLERİNİN ÇIKARTILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ 112

AN EXPERİMENTAL INVESTIGATION ON THE EFFECT OF FIBER TYPE AND BAR DIAMETER ON THE BOND STRENGTH OF GEOPOLYMER MORTAR UNDER AMBIENT TEMPERATURE 124

KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN DENETİMİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARI 137

MDF VE BALSA DOLGUSUNUN CAM ELYAF TAKVİYELİ SANDVİÇ KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞINA ETKİSİ 157

A REVIEW: LAMINATED WOOD MATERIALS 166

FARKLI PLASTİKLEŞTİRİCİLER KULLANILARAK ÜRETİLEN ALÇAK GERİLİM KABLOLARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ 184

TEMPERATURE EFFECT COMPENSATION of ULTRASONIC FLOW MEASUREMENT 200

EVALUATION OF STRUCTURAL AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF MORPHOLINE, QUINOLINE-PYRAZOLONE HYBRID STRUCTURES WITH DFT AND *IN SILICO* ADME/T ANALYSIS 211

ELECTROCHEMICAL DETECTION OF CAFFEINE ON 2-AMINO-3-HYDROXYPYRIDINE MODIFIED PENCIL GRAPHITE SENSOR ELECTRODE SURFACE 220

INVESTIGATION OF THE DETECTABILITY OF SEROTONIN WITH GRAPHENE/COAL TAR PITCH/PENCIL GRAPHITE ELECTRODE USING DIFFERENTIAL PULSE VOLTAMMETRY AND SQUARE WAVE VOLTAMMETRY TECHNIQUES 228

Risk Analysis Study Utilizing L-Type Matrix Method in Offices of a Rock Salt Refining Company 234

Risk Analysis Study Using L-Type Matrix for Safety Measures in Power Tools and Electrical Works . 244
DEMİR (III) OKSİT (Fe_2O_3) NANOPARTİKÜLERİNİN ASİDİK VE ALKALİ 254
ORTAMLARDA ZETA POTANSİYELİ DEĞİŞİMLERİ 254
DOĞUM AĞRISINI GİDERMEYE YÖNELİK ALTERNATİF VE TAMAMLAYICI TERAPİLER 271
BAZI UNIT DAĞILIMLARIN İSTATİSTİKSEL ÖZELLİKLERİ, PARAMETRE TAHMİNİ VE MODELLENMESİ . 283
POWER ÜSTELLEŞTİRİLMİŞ RAYLEIGH DAĞILIMI İÇİN PARAMETRE TAHMİN METOTLARI 290
SOLITON SOLUTIONS OF THE (4+1)-DIMENSIONAL DAVEY–STEWARTSON-KADOMTSEV–PETVIASHVILI EQUATION USING UNIFIED METHOD 297
CHEN DAĞILIMI ALTINDA SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ VE NEOTERİK SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI PARAMETRE TAHMİNİ 304
SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ VE EXTENDED NEOTERİK SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI EN ÇOK OLABİLİRLİK TAHMİNLERİNİN CHEN DAĞILIMI ALTINDA İNCELENMESİ 314
GEOMETRY OF HYPERBOLIC SASAKİAN MANIFOLDS FOR SOME SPECIAL SOLITONS 324
VERİ ARTIRIM TEKNİKLERİNİN DENGESİZ MEME KANSERİ TEŞHİS VERİ SETİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: GAUS GÜRÜLTÜ VE SMOTE METODLARININ MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİ ÜZERİNDEKİ PERFORMANS ANALİZİ 335
OTOKODLAYICI İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ ÖZELLİK SEÇİMİ: MEME KANSERİ TEŞHİSİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS ANALİZİ 341
KRONİK BOYUN AĞRILI BİREYLERDE KİNEZYOFOBİ İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ 361
ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİSİ BOYUN AĞRILI GENÇ BİREYLERDE POSTÜRAL FARKINDALIK İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ 369
DİYABETİK AYAK ÜLSERİNİN ÖNLENMESİNDE VE BAKIMINDA HEMŞİRENİN ROLÜ 377
HEPATİT HASTALARINDA BESİN-İLAÇ ETKİLEŞİMİ VE HEMŞİRELİK BAKIMI 384
YAŞLILARDA BESİN-İLAÇ ETKİLEŞİMLERİ VE HEMŞİRELİK BAKIMI 390
ANNE VE YENİDOĞAN BİYOLOJİK RİTMİ VE BAKIMA ETKİLERİ 396
HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN DOĞA TEMELLİ HORTİKÜLTÜREL TERAPİ UYGULAMALARI 403
YAŞLI SAĞLIĞINI GELİŞTİRMEDE BAHÇECİLİK TERAPİSİNİN YERİ 412
CİLT SAĞLIĞINI KORUMADA ALGAL BİYOAKTİF BİLEŞİKLER 421
ALZHEİMER HASTALIĞININ TEDAVİSİNDE ALGLER 425
LIPID COMPOSITIONS OF *Suillus granulatus (L.)* Roussel MUSHROOM 430
CYTOTOXIC ACTIVITY OF DIFFERENT EXTRACTS OF *Tanacetum vulgare* L. ON COLON CANCER CELL LINE 436
YILLIK DÖKÜM İLE KIZILAĞAÇ SUBASAR MEŞCERELERİNE GİREN KARBON VE BESİN MADDESİ MİKTARI: KARACABEY SUBASAR ORMANLARINDA ÖRNEK BİR ÇALIŞMA 442
KIZILAĞAÇ SUBASAR MEŞCERELERİNİN ÖLÜ ÖRTÜ KARBON VE BESİN MADDESİ STOKLARININ ARAŞTIRILMASI: KARACABEY SUBASAR ORMANLARINDA ÖRNEK BİR ÇALIŞMA 450
HERBAL ADDITIVES USED TO REDUCE MAILLARD REACTION IN BEEF MEATBALLS 458
ÇÖVEN'İN (Saponaria officinalis) BOTANİK ÖZELLİĞİ, BİLEŞİMİ, KULLANIM ALANI VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ 471

PORTAKAL KABUĞU KULLANILARAK ÜRETİLEN TAHİN HELVASININ BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ, FENOLİK BİLEŞENLERİ VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI 485

MIGRATION OF PHTHALATE ESTERS FROM PET BEVERAGE CONTAINERS INTO REGULATED EU FOOD SIMULANTS..... 495

MISIR'DA TUZ STRESİ..... 509

ROCK İNHİBİTÖRÜ FASUDİL'İN OVARİAN SERÖZ KİSTADENOKARSİNOMA (SKOV-3) HÜCRE HATTINDA SİSPLATİN'İN PROLİFERASYON ve MİGRASYON ÜZERINDEKİ ETKİNLİĞİNE OLASI KATKISI 518

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

STUDY OF THE ANTIBACTERIAL AND ANTIBIOFILM EFFECTS OF TEN PLANT EXTRACTS AGAINST ANTIBIOTIC-RESISTANT ISOLATES

Doç. Dr. Azer ÖZAD DÜZGÜN

Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Health Sciences, Gumushane University, Gümüşhane/Turkey

azer@gumushane.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6301-611X

Yahye Mohamud MUMIN

Department of Biotechnology, Institute of Graduate Education, Gumushane University, Gümüşhane/Turkey

yahyemumin10@gmail.com, ORCID ID: 0009-0009-2903-6617

Esma GÜLBAHAR ERDOĞDU

Department of Biotechnology, Institute of Graduate Education, Gumushane University, Gümüşhane/Turkey

esmagulbaharr@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3410-8357

Aisha Mohamud SALAD

Department of Biotechnology, Institute of Graduate Education, Gumushane University, Gümüşhane/Turkey

cmsiisha12@gmail.com, ORCID ID:0009-0000-4625-0011

Doç. Dr. Zeynep AKAR

Department of Genetics and Bioengineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Gumushane University, Gumushane, Turkey

zeynep_iskefiyeli@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9262-8070

ABSTRACT

This study used methanol extracts of ten different plants purchased from herbalists. Then, the MIC and antibiofilm effects of the plant extract on antibiotic-resistant clinical *A. baumannii* and *E. coli* isolates were investigated. According to the results obtained, extracts number 2 and number 5 showed MIC values of 9.37 mg/ml and 12.5 mg/ml for both strains. Extracts number 1, 7, 9, and 10 showed MIC values against *E. coli* of 3.75 mg/ml, 10.5 mg/ml, 11.5 mg/ml, and 17.5 mg/ml, respectively. The extracts' MIC values for *A. baumannii* were 0.39 mg/ml for extract number 4 and 0.21 mg/ml for extract number 8. Extracts 3 and 6 did not inhibit either

strain, while extracts 1, 7, 9, and 10 inhibited *E. coli* but not *A. baumannii*. The extracts numbered 4 and 8 demonstrated the highest activity against the *A. baumannii* isolate, with the lowest MIC values. Based on the results, it can be concluded that extracts 5, 7, and 9 have antibiofilm activity against *E. coli* as they resulted in negative biofilm formation. However, extracts 2, 4, 5, and 8 do not appear to have antibiofilm activity against *A. baumannii* when compared to the control. Also, extract number 10 showed antimicrobial activity against *E. coli*, but its antibiofilm activity could not be determined. The significance of plant extracts in combating antibiotic resistance is highlighted by the study's investigation into their antimicrobial and antibiofilm effects against *A. baumannii* and *E. coli* isolates.

Keywords: Antibiofilm, MIC, Natural substance

Introduction

The resistance to antibiotics is which poses a major threat to global public health today (Chopra, 2000). This resistance manifests itself in the form of pandemics of antibiotic resistance as well as epidemics (Chanda et al., 2010).

Communities of bacteria embedded in a self-producing matrix that grow on both living and nonliving solid surfaces are known as microbial biofilms (Vasudevan, 2014). Biofilm-associated cells can adhere irreversibly to a wide range of surfaces, including living tissues and indwelling medical devices like catheters, valves, prostheses, and so on (Parsek and Singh, 2003). Many factors contribute to biofilm resistance, including type IV secretion systems, limited antibiotic penetration into the biofilm matrix, expression of multidrug efflux pumps, reduced permeability, and the activity of enzymes that alter antibiotics (Alekshun and Levy, 2007). The necessity for innovative control measures is heightened by the growing resistance of biofilms to traditional therapies. The pharmacological development of these medicines is currently being thoroughly researched, as biofilm inhibition is regarded as a major therapeutic target for the treatment of many bacterial and fungal illnesses (Namasivayam et al.,2013). Because the mode of action of these innovative antibiofilm drugs is significantly less prone to the evolution of resistance, numerous green nonlethal techniques for biofilm control have been developed recently (Simoes et al., 2010).

Antibiotic resistance has led to a change in focus towards biologically active components extracted from plant species that are utilized in herbal medicine. These components have the potential to generate new and powerful sources of antibacterial and antifungal activity (Erfan and Marouf, 2019). The capacity of plants to produce several secondary metabolites with antibacterial activity from very complicated structures is linked to their antimicrobial qualities (Souza et al.,2005).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Material and Method

1. Extractions of the plants used in the study

For this study, we selected 10 plants based on preliminary research in the literature. The plants were purchased in a dry and ground state from the herbalist. To extract the compounds, we weighed 10 g of each plant and added 100 ml of methanol. The plant extracts were mixed with a shaker for 48 hours at room temperature. After the waiting period, each extract was filtered using filter paper (Akar, 2021). Finally, to determine the concentration, the solvents were evaporated and the concentration of each plant extract was determined (Table 1).

2. Determination of minimum inhibition concentrations of extracts

The minimum inhibitory concentration (MIC) of ten different plant extracts was determined by the broth microdilution method. Experiments of extracts prepared at different concentrations (Table 1) were performed in triplicate in a 96-well plate. *E. coli DH5α* was used as a control.

Table 1. Plants used in the study and their concentrations

Sample No	Sample Name	Starting concentration (mg/mL)
1	Biberiye	30
2	Kuşburnu	75
3	Ebegümeci	52
4	Yeşil Çay	50
5	Kantaron	99
6	Uduhindi	69
7	Zencefil	21
8	Zerdeçal	28
9	Nane	46
10	Isırgan otu	70

3. Investigation of antibiofilm properties of extracts

To investigate the antibiofilm activity of the extracts, the MIC values were used as reference values. Antibiotic-resistant clinical isolates of *A. baumannii* and *E. coli*, whose biofilm-forming abilities had been previously determined, were used to test the antibiofilm properties of ten plant extracts. Antibiofilm experiments were performed in triplicate using 1/2 MIC values and 96-well plates. Following overnight incubation, the bacterial suspension in the wells was poured out and the plate was washed three times with distilled water at 30-second intervals. Next, 200 µL of 1% crystal violet dye was added to each well and left at room temperature for 20 minutes.

The dye was then removed, and the plate was washed again with distilled water before being dried at room temperature for 15 minutes. 200 µL of 95% ethanol was added to each well. The optical absorbance (A) value was measured at 620 nm on the spectrometer (Çimen and Düzgün, 2020).

Results and Discussion

In the study, the MIC and antibiofilm effects of 10 different plant extracts on antibiotic-resistant clinical *A. baumannii* and *E. coli* isolates were investigated (Table 2). According to the MIC results of the extracts; It was observed that plant extracts numbered 1, 3, 6, 7, 9 and 10 did not inhibit *A. baumannii*, and plant extracts numbered 3, 4, 6 and 8 did not inhibit *E. coli* strain. The MIC values of extracts number 2 and number 5 were determined as 9.37 mg/ml and 12.5 mg/ml for both strains. The MIC values of extract number 1, 7, 9, and 10 against *E. coli* were determined to be 3.75 mg/ml, 10.5 mg/ml, 11.5 mg/ml, and 17.5 mg/ml, respectively. The MIC values of the extracts for *A. baumanni* were 0.39 mg/ml for extract number 4 and 0.21 mg/ml for extract number 8. The results indicate that extracts 3 and 6 did not inhibit either strain. However, extracts 1, 7, 9, and 10 inhibited *E. coli* but not *A. baumannii*.

Furthermore, although strains 4 and 8 were found to inhibit the growth of *A. baumannin*, they were found to have no effect on the *E. coli* isolate. Extracts numbered 8 (0.21 mg/ml) and 4 (0.39 mg/ml) exhibited the highest activity against the *A. baumanni* isolate with the lowest MIC values.

Table 2. MIC Values of Extracts

Extract numbers (mg/ml)	***A. baumanni***	***E. coli***
1	-	3.75
2	9.37	9.37
3	-	-
4	0.39	-
5	12.5	12.5
6	-	-
7	-	10.5
8	0.21	-
9	-	11.5
10	-	17.5

After determining the MIC values of 10 different extracts against *E. coli* and *A. baumannii* isolates, the antibiofilm activities of the extracts were evaluated using half MIC values. *E. coli*

Dh5@ isolate was used as a control. All evaluations were made based on the OD value (Ac: 0.1767) of the biofilm forming capacity of the control isolate.

Evaluation 1. If the OD values (A) of the samples are less than or the same as the OD (Ac) of the control: negative. 2. If the OD value of the samples is higher than the OD value of the control but less than 2 times the OD value of the control: weak. 3. If the OD value of the samples is higher than 2 times the OD value of the control but less than 4 times the OD value of the control: medium. 4. If the OD value of the samples is higher than 4 times the OD value of the control, it can be said that it has strong biofilm formation capacity.

Comparing the effect of extract number 1 on the biofilm formation capacity of *E. coli* with the control group, it was observed that *E. coli* formed a moderate biofilm. Therefore, it can be concluded that extract number 1 has a limited effect on the biofilm formation capacity of *E. coli*. It can be concluded that extracts 5, 7, and 9 have antibiofilm activity against *E. coli* as they resulted in negative biofilm formation capacity. It does not appear that extracts 2, 4, 5 and 8 have antibiofilm activity against *A. baumannii* when compared to the control. The results showed that *A. baumannii* treated with extract number 2 had a weak biofilm formation capacity. While extract number 10 exhibited antimicrobial activity against *E. coli*, its antibiofilm activity could not be determined (Table 3).

Table 3. Effect of extracts on biofilm formation

Extract numbers	***A. baumannii***	***E. coli***
1	-	0.3417
2	0.3581	0.2517
3	-	-
4	0.2427	-
5	0.5293	0.1532
6	-	-
7	-	0.1281
8	0.4214	-
9	-	0.1551
10	-	Not determine

Conclusion

Options have been limited by the emergence of bacterial pathogens that are resistant to treatment. Plants have secondary metabolites that are potentially active against a wide range of bacteria and have traditionally played an important role in the treatment of disease. Plants may therefore be a resource in the search for alternative medicines to the antibiotics which are available today. The role of plants' antimicrobial activities in the fight against antibiotic-resistant bacteria is remarkable, and research is ongoing on the efficacy of plant-derived compounds against various MDR pathogens. The study investigated the effects of plant extracts on antibiotic-resistant clinical strains of *A. baumannii* and *E. coli*. The results showed that the plants used in the study were more effective against the *E. coli* strain.

References

Akar, Z. (2021). Chemical compositions by using LC–MS/MS and GC–MS andantioxidant activities of methanolic extracts from leaf and flower parts of Scabiosa columbaria subsp. Columbaria var. Columbaria L. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28, 6639–6644.

Alekshun, M. N. and Levy, S. B. (2007). Molecular mechanisms of antibacterial multidrug resistance, *Cell, vol*. 128(6): 1037– 1050.

Chanda, S.Y., Daravalia, M.K., Rakholiya, K. (2010). Fruit and vegetable peels – strong natural source of antimicrobics. *Curr. Res., Technol. Educat. Topic Appl. Microbiol. Microbial Biotech*, 444:450.

Chopra, I. *(*2000). Drugs for the superbugs. *Microbiol. Today*, 27:4–6.

Çimen, M. and Düzgün, A.Ö. (2020). Antibiotic induced bioflm formation of novel multidrug resistant Acinetobacter baumannii ST2121 clone. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*. 68: 80–86.

Erfan, A.M. and Marouf, S. (2019). Cinnamon oil downregulates virulence genes of poultry respiratory bacterial agents and revealed significant bacterial inhibition: An in vitro perspective. *Vet. World*, 12(11):1707–1715.

Namasivayam, S. K. R., Christo, B. B., Arasu, S. K., Kumar, K. A. M., Deepak, K. (2013). Anti biofilm effect of biogenic silver nanoparticles coated medical devices against biofilm of clinical isolate of Staphylococcus aureus. *Global Journal of Medical Research*, *13*(3), 1-7.

Parsek, M. R. and Singh, P. K. (2003). Bacterial biofilms: an emerging link to disease pathogenesis, *Annual Review of Microbiology*, 57:677–70.

Simões, M., Simões, L. C., Vieira, M. J. (2010). A review of current and emergent biofilm control strategies. LWT-Food Science and Technology, 43(4), 573-583.

Souza, E.L.D., Lima E.D.O., Freire K.L., Sousa C.D. (2005). Inhibitory action of some essential oils and phytochemicals on the growth of various moulds isolated from foods. *Brazil. Arch Biol. Tech*, 48(2):245–250.

Vasudevan, R. (2014). Biofilms: microbial cities of scientific significance. J Microbiol Exp, 1(3), 00014.

ALTERATIONS OF ANTIOXIDANT SYSTEM COMPONENTS IN DROSOPHILA LARVAE EXPOSED TO ZINC AND BIOTIN

Asst. Prof. Melike KARAMAN
Atatürk University, melike.yildiz@atauni.edu.tr - 0000-0002-0973-2561
Asst. Prof. Emine TORAMAN
Atatürk University, emine.toraman@atauni.edu.tr - 0000-0001-7732-6189

ABSTRACT

The element zinc (Zn), which plays an important role in many biological processes, is essential for living organisms. However, excessive exposure to Zn can cause negative effects and toxic damage. In this study, the effects of zinc and biotin on antioxidant system components in larvae of *Drosophila melanogaster* were investigated. SOD, CAT, GPx and AChE activities were determined in larvae exposed to zinc (1 mM), biotin (50 mg/mL) and both for 24 hours. In addition, GSH and MDA levels were measured in the larvae. Zn treatment caused a decrease in SOD, GPx and AChE activities, and GSH level in the larvae. In addition, Zn increased MDA level in the larvae. Biotin caused an increase SOD and GPx activities. Treatment of both did not affect other components except AChE activity. The results showed that co-treatment of biotin and Zn can be ameliorated zinc-induced changes in oxidative stress-related components in the larvae of *D. melanogaster*.

Keywords: Fruit flies, oxidative stress, vitamin B7, vitamin H

1. INTRODUCTION

Zinc (Zn) is an essential trace element required for the catalytic activity of various enzymes. It takes part in many biological processes such as the immune system, protein synthesis, metabolism, growth, development, tissue formation, reproductive function, wound healing, cell division and neurobehavioral developments. It is also an essential component of many proteins and metalloenzymes including carbonic anhydrase, alkaline phosphatase and proteases [1,2]. Although zinc is necessary for cellular activities, high levels of zinc are toxic and inhibit the absorption of iron and copper. Excess zinc causes negative effects such as diarrhea, headache, nausea and vomiting [3].

Biotin, also known as vitamin B7 or vitamin H, is a water-soluble vitamin first discovered in raw egg whites [4]. It participates in various enzyme catalysis reactions. Biotin also has pharmacological effects on hypertension, development, reproduction, immunity, glucose and lipid metabolism [5]. Biotin is involved in the regulation of gene expression by participating in the biotinylation of lysine residues in histones [6].

In this study, changes in the components of the antioxidant system in larvae exposed to zinc and biotin were investigated.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1. *Drosophila* culture and treatments

Larvae obtained from wild-type fruit flies (*Drosophila melanogaster*) were used in the study. The treatments were carried out on third stage larvae. Larvae were divided into four groups: Control group, Zn group (exposure to 1 mM zinc chloride), biotin group (exposure to 50 mg/mL biotin) and combined group (exposure to biotin and zinc). Larvae were transferred to 1.5 g of Formula 4-24® Instant *Drosophila* Medium soaked with 5 mL of treatment solution. After 24 hours, larvae were removed from the medium for biochemical analyses.

2.2. Biochemical analyses

Larvae were homogenized in 50 mM phosphate buffer (containing 1 mM EDTA and 1 mM DTT; pH: 7.4) using a TissueLyser LT (Qiagen) device and centrifuged at 10000 g for 30 min at 4 ºC [7]. The supernatants were used for analysis. The enzyme activities of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx) and acetylcholinesterase (AChE) were performed according to the method reported by Sun et al. 1988 [8], Aebi 1984 [9], Wendel 1981 [10], Ellman et al. 1961 [11], respectively. Reduced glutathione (GSH) level was determined using the method reported by Sedlak and Lindsay 1968 [12]. Malondialdehyde (MDA) level was estimated by the method of Ohkawa et al. 1979 [13].

2.3. Statistical Analysis

All data were expressed as mean ± SD. A comparison among groups were assessed by one-way ANOVA and Tukey's post-hoc test using GraphPad Prism 5.0. Statistical significance was considered at $p < 0.05$.

3. RESULTS

The oxidative stress-related enzyme activities in the larvae of D. melanogaster exposed to zinc and biotin are shown in Figures 1. Zinc treatment significantly inhibited SOD, GPx and AChE activities when compared with control. On the other hand, biotin treatment significantly increased SOD and GPx activities when compared to control. Co-treatment of biotin with zinc increased the zinc-induced decrease in the enzyme activities.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

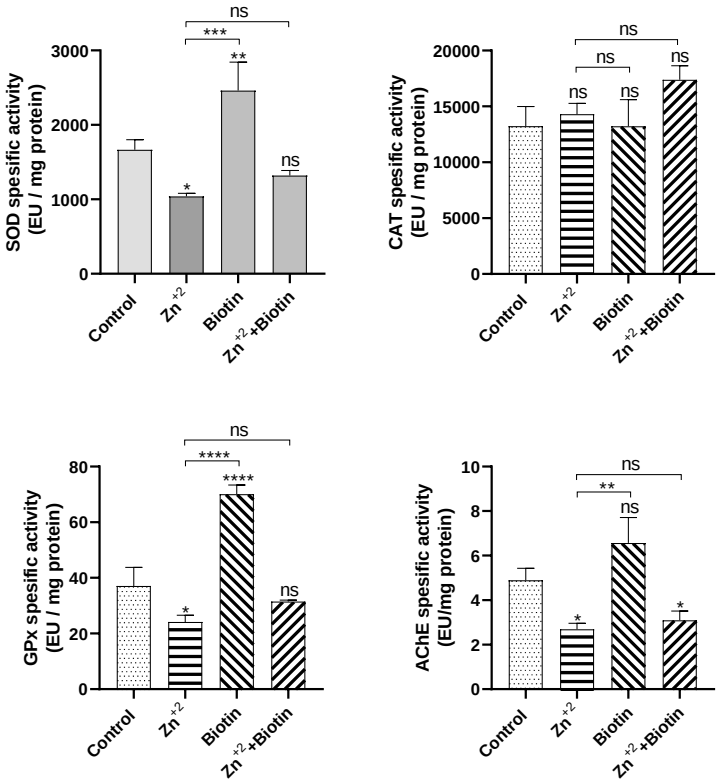


Figure 1. Effects of biotin and zinc on oxidative stress-related enzyme activities in the larvae of *D. melanogaster*.

The GSH and MDA levels in the larvae exposed to zinc and biotin are represented in Figures 2. The level of GSH in the larvae exposed to zinc significantly decreased as compared to the control. In contrast, exposure to zinc produced a significant increase of MDA level as compared to the control. Co-treatment of biotin with zinc ameliorated changes in GSH and MDA levels.

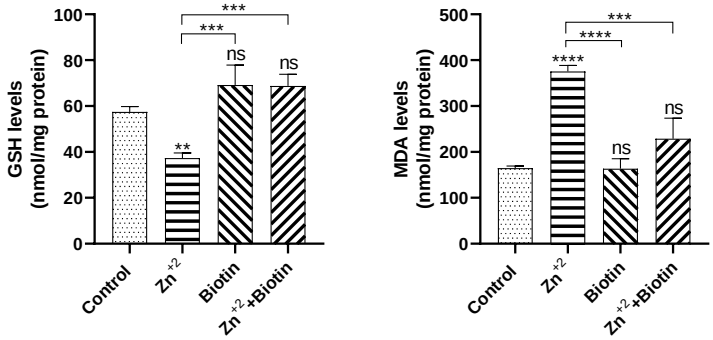


Figure 2. Effects of biotin and zinc on GSH and MDA levels in the larvae of *D. melanogaster*.

4. DISCUSSION

Zn is involved in many cellular metabolisms including enzyme activity, wound healing, cell division, immune function, DNA and protein synthesis. However, it has been reported that excessive Zn intake can cause developmental and behavioral responses in various animals [14,15]. In a study to evaluate Zn toxicity, Zn^{2+} treatment was found to significantly reduce the viability of PK-15 cells. It was also reported that Zn may cause oxidative damage in cells by causing changes in SOD, GPx, CAT and GR activities and MDA levels [16]. In another study, $CdCl_2$ and $ZnSO_4$ reduced antioxidant enzymes (SOD, CAT and GPx) and GSH concentration in both the digestive gland and kidney of the gastropod *Achatina fulica* [17]. In the present study, Zn was found to cause changes in SOD, GPx and AChE enzyme activities, and GSH and MDA levels.

The ameliorative effect of vitamins to prevent zinc toxicity is being investigated. Vitamin D3 exhibited antioxidative effect to inhibit Zn-induced lipid peroxidation [18]. Antioxidant enzyme activity in the liver of ZnO-treated rats showed a significant decrease. Vitamin administration (Vitamin A, E and C) can significantly modulate these changes [19]. Similarly, in this study, biotin (vitamin B7) ameliorated Zn-induced changes in antioxidant system components such as SOD, GPx, GSH and MDA.

In conclusion, Zn causes oxidative stress by affecting the activity and/or level of antioxidant system parameters. Vitamins may reduce oxidative stress by ameliorating Zn-induced changes in antioxidant system parameters

REFERENCES

[1]. Nriagu, J. (2011). Zinc Toxicity in Humans. In *Encyclopedia of Environmental Health* (pp. 801–807). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52272-6.00675-9

[2]. Agnew, U. M., & Slesinger, T. L. (2024). *Zinc Toxicity*.

[3]. Osredkar, J. (2011). Copper and Zinc, Biological Role and Significance of Copper/Zinc Imbalance. *Journal of Clinical Toxicology*, *s3*(01). https://doi.org/10.4172/2161-0495.S3-001

[4]. Anastassakis, K. (2022). Vit B7 (Vit H, Biotin, Coenzyme R). In *Androgenetic Alopecia From A to Z* (pp. 321–327). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08057-9_33

[5]. Riveron-Negrete, L., & Fernandez-Mejia, C. (2017). Pharmacological Effects of Biotin in Animals. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, *17*(6), 529–540. https://doi.org/10.2174/1389557516666160923132611

[6]. Penberthy, W. T., Sadri, M., & Zempleni, J. (2020). Biotin. In *Present Knowledge in Nutrition* (pp. 289–303). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-66162-1.00017-2

[7]. Genç, B., & Karaman, M. (2023). Effect of Ascorbic Acid on Oxidative Stress Parameters of Fruit Fly in the Presence of Fe (II). *Biological Trace Element Research*. https://doi.org/10.1007/s12011-023-03960-1

[8]. Sun, Y., Oberley, L. W., & Li, Y. (1988). A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clinical Chemistry*, *34*(3), 497–500. https://doi.org/10.1093/clinchem/34.3.497

[9]. Aebi, H. (1984). [13] Catalase in vitro. In *Methods in enzymology* (Vol. 105, pp. 121–126). https://doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05016-3

[10]. Wendel, A. (1981). *[44] Glutathione peroxidase* (pp. 325–333). https://doi.org/10.1016/S0076-6879(81)77046-0

[11]. Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres, V., & Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, *7*(2), 88–95. https://doi.org/10.1016/0006-2952(61)90145-9

[12]. Sedlak, J., & Lindsay, R. H. (1968). Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochemistry*, *25*, 192–205. https://doi.org/10.1016/0003-2697(68)90092-4

[13]. Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry*, *95*(2), 351–358. https://doi.org/10.1016/0003-2697(79)90738-3

[14]. Adedara, I. A., Adegbosin, A. N., Abiola, M. A., Odunewu, A. A., Owoeye, O., Owumi, S. E., & Farombi, E. O. (2020). Neurobehavioural and biochemical responses associated with exposure to binary waterborne mixtures of zinc and nickel in rats. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, *73*, 103294. https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.103294

[15]. Yang, Y., Yu, Y., Zhou, R., Yang, Y., & Bu, Y. (2021). The effect of combined exposure of zinc and nickel on the development of zebrafish. *Journal of Applied Toxicology*, *41*(11), 1765–1778. https://doi.org/10.1002/jat.4159

[16]. Yang, Q., Yang, J., Liu, X., Zhang, Y., Li, Y., Ao, D., Zhong, P., & Yong, K. (2023). Crosstalk Between the Mitochondrial Dynamics and Oxidative Stress in Zinc-induced Cytotoxicity. *Biological Trace Element Research*, *201*(9), 4419–4428. https://doi.org/10.1007/s12011-022-03504-z

[17]. Chandran, R., Sivakumar, A. A., Mohandass, S., & Aruchami, M. (2005). Effect of cadmium and zinc on antioxidant enzyme activity in the gastropod, Achatina fulica. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, *140*(3–4), 422–426. https://doi.org/10.1016/j.cca.2005.04.007

[18]. Lin, A. M. Y., Chen, K. B., & Chao, P. L. (2005). Antioxidative Effect of Vitamin D3 on Zinc-Induced Oxidative Stress in CNS. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1053*(1), 319–329. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2005.tb00040.x

[19]. Bayat, M., Daei, S., Ziamajidi, N., Abbasalipourkabir, R., & Nourian, A. (2023). The protective effects of vitamins A, C, and E on zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs)-induced liver oxidative stress in male Wistar rats. *Drug and Chemical Toxicology*, *46*(2), 209–218. https://doi.org/10.1080/01480545.2021.2016809

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

AKDAMAR BELDESİNDE BELİRLENEN BAZI YENEN MAKROFUNGUSLAR (VAN – GEVAŞ / TÜRKİYE)

Doç. Dr. Ali KELEŞ
VanYüzüncü Yıl University, alikeles61@yahoo.com – 0000000290870805
Uğur KILIÇ
VanYüzüncü Yıl University, ugurrkilic@gmail.com – 0000000290870805

ÖZET

Bu çalışma, Akdamar beldesi (Gevaş-Van) ilçe sınırları içinde kalan bölgeden toplanan yabani yenilebilir makromantar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örneklerin makro ve mikromorfolojilerine ilişkin gerekli incelemeler sonucunda, 4 ordo ve 11 familyaya ait 46 yenilebilir yabani makromantar türü belirlenmiştir. Bunlardan 10 tanesi Ascomycota bölümüne, 36 tanesi ise Basidiomycota bölümüne aittir. Belirlenen taksonlardan Agaricus altipes, A pampeanus, Pleurotus eryngii, ve P. ostreatus ve yerel halk tarafından toplanıp tüketilmektedir. Yörede ekonomik öneme haiz tek tür ise Pleurotus eryngii'dir.

Anahtar Kelimeler: Biyoçeşitlilik, yenilebilir mantarlar, Akdamar Beldesi, Van, Türkiye

ABSTRACT

This study was carried out on wild edible macrofungi samples, collected within the boundaries of Akdamar Town (Gevaş-Van) district. As a result of necessary investigations related to macro and micromorphologies of the samples, 46 wild edible macrofungi species belonging to 16 families and 4 orders were determined. 10 of them belong to the phylum Ascomycota while 36 to Basidiomycota. Among the determined taxa Agaricus altipes, A pampeanus, Pleurotus eryngii and P. ostreatus are collected and consumed by locals. Pleurotus eryngii is the only economically important macrofungi in the region.

Keywords: Biodiversity, edible mushrooms, Akdamar Town, Van, Turkey

1. GİRİŞ

Bu çalışma, 2018-2021 yılları arasında Akdamar (Van-Gevaş) Beldesi ve civarından toplanan makrofungus örnekleri üzerinde yapılmıştır. Türkiye, kendine özgü florası ve iklim koşulları nedeniyle doğal olarak yetişen makrofungal türler açısından oldukça zengin bir ülkedir (Dündar ve ark., 2016) ve halihazırda 2500'den fazla makrofungus içermektedir (Kaya ve Uzun, 2018). Mantarlar, yüksek protein, vitamin ve besin öğelerinin yanı sıra düşük kalorili olması nedeniyle de sağlık açısından oldukça önemlidir. Tüm yiyecekler arasında en iyi sebze ve hayvansal protein kaynakları içerisindedirler. Mantarlar doğa için önemli bir organizma grubudur ve organik maddenin geri dönüşümünde çok önemli bir role sahiptirler. Doğal olarak yetişen mantarlar insan beslenmesinin önemli bir parçası olarak geleneksel tüketiminin yanı sıra biyoaktif metabolitlerin kaynağı olarak da kullanılmaktadır (Acharya ve ark., 2018). Van meteorolojik verilerine göre Akdamar (Gevaş) beldesinin yıllık ortalama sıcaklığı 9,7°C ve yıllık ortalama yağış ise 451,38 mm. dir (Anonim, 2021). Yörede kavak, söğüt, huş, meşe ve arlıç ağaç formları bölgenin orman bitki örtüsünün ana bileşenleridir. Çalışma sonucunda Agaricomycetes ve Pezizomycetes sınıflarına ait 46 yenilebilir makrofungus taksonu belirlendi. Çalışmanın amacı, bölgede yenilebilir makrofungal çeşitliliğini ve yerel tüketimini belirlemek ve Türkiye mikobiyotasına katkı sağlamaktır.
Lokal bazı çalışmaların listesi; Acar ve ark., 2019; Efe, 2007; Demirel ve Öztürk, 1994; Demirel, 1996; Demirel ve Uzun, 1996; Demirel ve ark., 2015; Keleş ve Şelem, 2017; Keleş ve ark., 2018; Kesici, 2015; Kocak, 2014; Sadullahoğlu ve Demirel, 2018; Sesli ve ark. 2020; Şelem ve ark., 2019, 2021; Uzun ve ark., 2008.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma materyalini Gevaş (Van) Akdamar Beldesi sınırları içerisinde yer alan Akdamar Beldesi ve Civarında Yetişen 2018-2021 tarihleri arasında toplanan makromantar örnekleri oluşturmaktadır. Makromantar örneklerinin doğal habitatlarında fotoğraflarının çekiminde kullanılan dijital fotoğraf makinesi, coğrafi koordinatları belirleyen GPS cihazı, mantar örneklerinin spor boyutunun ve mikroskobik yapılarının incelenmesinde, fotoğraflanmasında kullanılan ışık mikroskobu, mikrometre takımı, lam-lamel ve ilgili literatürler oluşturmaktadır. Arazi çalışmasında toplanıp ve fungaryum laboratuvarında çalışmalar neticesinde elde edilen veriler ve makrofungus için çıkarılan deskripsiyonlar özellikle renkli baskılı ilgili literatür (Breitenbach ve Krânzlin, 1984, 1986, 1991, 1995, 2000; Bresinsky ve Besl, 1990; Buczacki, 1989, 2012; Ellis ve Ellis, 1990; Jordan, 1995; Krânzlin, 2005; Kuo ve Methven, 2014; Moser, 1983; Phillips, 1981, 2006; Phillips ve ark., 1991) kullanılarak örneklerin teşhisi yapılmıştır. Tespit edilen yenen makromantar örnekleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Mikoloji Araştırma Laboratuvarında (VANF) saklanmaktadır.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Görsel 1. Araştırma Alanı

Arazi çalışmasında toplanıp ve fungaryum laboratuvarında çalışmalar neticesinde elde edilen veriler ve makrofungus için çıkarılan deskripsiyonlar özellikle renkli baskılı ilgili literatür (Breitenbach ve Krânzlin, 1984, 1986, 1991, 1995, 2000; Bresinsky ve Besl, 1990; Buczacki, 1989, 2012; Dähncke, 2004; Ellis ve Ellis, 1990; Jordan, 1995; Krânzlin, 2005; Kuo ve Methven, 2014; Moser, 1983; Phillips, 1981, 2006; Phillips ve ark., 1991) kullanılarak örneklerin teşhisi yapılmıştır. Teşhisleri yapılmış olan makrofungus örneklerinin geçerli adları Index Fungorum (www.speciesfungorum.org; erişim (2023) ile Sesli ve ark., 2020)'ye göre verilmiş olup alfabetik bir sıralama ile düzenlenmiştir. Teşhisi yapılan örnekler Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Fungaryumu'n da bulunan dolaplara yerleştirilerek saydam plastik kutular içerisinde saklanmaktadır.

Ascomycota Whittaker
Pezizales J. Schröt
Helvellaceae Fr.

1. ***Helvella acetabulum*** (L.) Quêl.

Kavak ağaçları altı, Balaban girişi, 38°20′N-42°51′E, 1746m. 03.06.2018, Kılıç 4; Çam ağaçları altı, DSİ Kampı, 38°18′N-43°03′E, 1660m., 08.05.2020, Kılıç 292.

2. ***Helvella elastica*** Bull.

Kavak ağaçları altı, Balaban Karşısı, 38°23′N-42°54′E, 1785m., 03.06.2018, Kılıç 33.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

3. ***Helvella lacunosa*** Afzel.

Salix sp. ağaçları altı, Balaban Karşısı, 38°23′N-42°54′E, 1785m., 03.06.2018, Kılıç 31; Kavak ağaçları altı, Kuskunkıran tünel üst tarafı, 38°22′N-42°47′E, 1855m., 12.06.2018, Kılıç 120.

4. ***Helvella leucopus*** Pers.

Söğüt ağaçları altı, Kuskunkıran Tünel Civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m, 03.06.2018, Kılıç 12; Kavak ağaçları altı, Dilmetaş Mahallesi, 38°17′N-42°57′E, 1780m., 08.05.2020, Kılıç 340.

Morchellaceae Rchb.

5. ***Morchella elata*** Fr.

Kavak ağaçları altı, İşkirt Kamp Alanı, 38°20′N-42°57′E,1661m., 17.05.2019, Kılıç 253.

6. ***Morchella esculenta*** (L.) Pers.

Karışık ağaçlık alan, Dilmetaş Mahallesi, 38°23′N-42°57′E,1780m., 08.05.2020, Kılıç 346.

7. ***Morchella prava*** Devsbury, Moncalvo, J.D. Moore & M.Kuo

Alıç ağacı altı, Dilmetaş Mahallesi, 38°1′N-42°57′E,1780m., 08.05.2020, Kılıç 345.

8. ***Morchella semilibera*** DC.

Step alan, Dokuzağaç Mahallesi, 38°17′N-43°01′E, 1723m., 08.05.2020, Kılıç 33

9. ***Verpa bohemica*** (Krombh.) J. Schröt.

Kavak ağaçları altı, İşkirt Kamp Alanı, 38°20′N-42°57′E, K 38 20; D 42 57, 1661m., 17.05.2019, Kılıç 270.

Pezizaceae Dumort.

10. ***Peziza domiciliana*** Cooke

Step alanı yol kenarı, Güzelkonak Mahallesi, 38°18′N-42°59′E, 1672m., 08.05.2020, Kılıç 338.

Basidiomycota R.T. Moore
Agaricales
Agaricaceae Chevall

11. ***Agaricus altipes*** (F.H.Moller) F.H Moller

Meşe kütüğü üzeri, İnköy Mahallesi, 38°27′N-42°51′E, 1610m., 17.06.2018, Kılıç 156.

12. ***Agaricus pampeanus*** Speg.

Step alan, Dokuzağaç Akdamar Piknik Alanı, 38°18′N-43°501E, 1650m., 08.05.2020, Kılıç 334.

13. ***Coprinus comatus*** (O.F. Müll.) Pers.

Söğüt ağaçları açıklığı, Dokuzağaç Akdamar Piknik Alanı, 38°18′N-43°01′E,1650m., 08.05.2020, Kılıç 307; Çayırlık alan, Dokuzağaç Akdamar Piknik Alanı, 38°18′N-43°01′E, 1650m., 08.05.2020, Kılıç 332; Çam ağaçları altı, Güzelkonak Mahallesi, 38°18′N-42°59′E,1672m., 08.05.2020, Kılıç 339, Dilmetaş Mahallesi, 38°17′N-42°57′E, 1780m., 08.05.2020, Kılıç 352; Step arazi, Dilmetaş Mahallesi, 38°17′N-42°57′E, 1780m., 08.05.2020, Kılıç 350.

Lycoperdaceae Chevall.

14. Lycoperdon excipuliforme (Scop.) Pers.

Kavak ağacı altı, Kuskunkıran tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m., 16.05.2021, Kılıç 361.

15. Lycoperdon perlatum Pers.

Kavak ağaçları altı, Balaban Karşısı, 38°23′N-42°54′E, 1785m., 03.06.2018, Kılıç 28.

Amanitaceae R. Heim ex Pouzar

16. Amanita vaginata (Bull.) Lam.

Kavak ağaçları altı, Balaban Karşısı, 38°23′N-42°54′E, 785m., 03.06.2018, Kılıç 30.

Bolbitiaceae Singer

17. Bolbitius titubans (Bull.) Fr.

Söğüt kütüğü üzeri, Balaban Girişi, 38°20′N-42°51′E, 1746m., 03.06.2018, Kılıç 10; Kavak ağaçları altı, 12.06.2018, Kılıç 103.

18. Psilocybe coronilla (Bull.) Noordel.

Çayırlık alan Kuskunkıran tünel civarı, 38°23′N-42°47′E, 2052m., 03.06.2018, Kılıç 50.

Pleurotaceae Kühner

19. Pleurotus eryngii (DC.) Quêl.

Çakşır bitkisi dibi, Kuskunkıran tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m., 03.06.2018, Kılıç 42.

20. Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm.

Kavak kütüğü üzeri, Kuskunkıran tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m., 03.06.2018 Kılıç 48.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Pluteaceae Kotl. & Pouzar

21. Pluteus romelli (Britzelm.) Sacc

Kavak ağacı altı, Kuskunkıran tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m. 03.06.2018, Kılıç 66; Kavak kütüğü dibi, Balaban Merkez, 38°21′N-42°50′E, 1786m., 19.10.2018, Kılıç 186; Söğüt ağaçları açıklığı, Dokuzağaç Akdamar Piknik Alanı, 38°18′N-43°01′E,1650m., 08.05.2020, Kılıç 312.

22. Volvariella pusilla (Pers.) Singer

Erik ağaçları altı, Balaban Girişi, 38°20′N-42°51′E, 1746m., 03.06.2018, Kılıç 17.

23. Volvopluteus gloiocephalus (DC.) Vizzini, Contu & Justo

Çayırlık alan, Kuskunkıran Tünel Girişi, 38°22′N-42°47′E,1900m., 03.06.2018, Kılıç 63

Psathyrellaceae Vilgalys, Moncalvo & Redhead

24. Coprinellus disseminatus (Pers.) J.E. Lange

Odun kalıntısı üzeri, Kuskunkıran tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m., 03.06.2018, Kılıç 57; Su kenarı, kavaklık alan Balaban karşısı, 38°23′N-42°54′E, 1785m., 19.10.2018, Kılıç 194.

25. Coprinellus micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson

Kavak ağaçları altı, Balaban girişi, 38°20′N-42°51′E, 1746m., 03.06.2018, Kılıç 3; Kavak kütüğü üzeri, tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m., 03.06.2018, Kılıç 58; Akdamar Beldesi, 38°19′N-42°57′E,1698m., 17.06.2018, Kılıç 129; Kavak kütüğü çevresi, Dokuzağaç Akdamar Piknik Alanı, 38°18′N-43°01′E, 1650m., 08.05.2020, Kılıç 333.

26. Parasola kuehneri (Uljé & Bas) Redhead, Vilgalys &Hopple

Su arkı kenarı, Yuva Mahallesi, 38°19′N-42°54′E,1850m., 05.06.2021, Kılıç 373.

27. Psathyrella candolleana (Fr.) Maire

Ayva kütüğü çevresi, Balaban Merkez, 38°21′N-42°50′E,1786m., 03.06.2018, Kılıç 23.

Strophariaceae Singer & A.H. Sm.

28. Agrocybe dura (Bolton) Singer

Çayırlık alan, Kuskunkıran tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m. 03.06.2018, Kılıç 54; DSİ Kampı, 38°18′N-43°03′E, 1660m. 08.05.2020, Kılıç 287; Kavak ağaçları altı, Kuskunkıran tünel girişi, 38°22′N-42°47′E,1900m., 03.06.2018, Kılıç 94.

29. Agrocybe praecox (Pers.) Fayod

Söğüt ağacı altı, Kuskunkıran Tünel üst tarafı, 38°22′N-42°47′E, 1855m., 03.06.2018, Kılıç 76.

30. Pholiota populnea (Pers.) Kuyper&Tjall.-Beuk.

Kavak kütüğü üzeri, Yuva Mahallesi, 38°19′N-42°54′E,1850m., 16.05.2021. Kılıç,361.

Incertae Sedis

31. Lepista nuda (Bull.) Cooke
Kavak ağaçları altı, Balaban Karşısı, 38°23′N-42°54′E,1785m., 17.06.2018, Kılıç 28.

32. Lepista personata (Fr.) Cooke.
Çam ağaçları altı, Kuskunkıran Karayolları Bakımevi, 38°23′N-42°48′E, 2215m., 17.06.2018. Kılıç,130.

33. Lepista irina (Fr.) H.E. Bigelow.
Kavak ağaçları altı, Balaban Karşısı, 38°23′N-42°54′E, 1785m., 03.06.2018. Kılıç 39.

34. Melanoleuca brevipes (Bull.) Pat.
Elma bahçesi–çayırlık alan, Balaban Merkez, 38°21′N-42°50′E, 1786m., 03.06.2018, Kılıç 25.

35. Melanoleuca cognata (Fr.) Konrad & Maubl.
Çam ağaçları altı, DSİ Kampı, 38°18′N-43°03′E, 1660m., Kılıç,295; step alanı, Dokuzağaç Mahallesi, 38°17′N-43°01′E, 1723m., Kılıç, 327.

36. Melanoleuca subalpina (Britzelm.) Bresinsky&Stangl.
Çayırlık alan, DSİ Kampı, 38°18′N-43°03′E, 1660m., 08.05.2020. Kılıç, 291.

37. Tricholoma populinum J.E.Lange
Kuşburnu ve Kavak ağacı altı, Kuskunkıran Karayolları Bakımevi, 38°23′N-42°48′E, 2215m., 19.10.2018, Kılıç 162.

38. Tricholoma orirubens Quel.
Çayırlık alan, Kuskunkıran tünel civarı, 38°22′N-42°47′E, 2052m., 03.06.2018, Kılıç 51.

Tubariaceae Vizzini

39. Cyclocybe clindracea (DC.) Vizzini & Angelini
Söğüt kalıntısı üzeri–çayırlık alan, Balaban Merkez, 38°21′N-42°50′E, 1786m., 03.06.2018, Kılıç 26.

Boletales E. J. Gilbert
Boletaceae Chevall.

40. Leccinum aurantiacum (Bull.) Gray
Kavak ağaçları altı, Kuskunkıran Karayolları Bakımevi, 38°23′N-42°48′E, 19.10.2018, Kılıç 170; Kılıç 174

41. Leccinum scabrum (Bull.) Gray
Kavak ağacı altı, Kuskunkıran tüneli girişi, 38°22′N-42°47′E,1900m. 03.06.2018, Kılıç 71.

42. Xerocomellus porosporus (Imrelex Watling) Sutara

Kavak ağacı altı, Kuskunkıran tüneli üst tarafı, 38°22′N-42°47′E,1855m., 03.06.2018, Kılıç 69.

Suillaceae Best & Bresinky

43. Suillus luteus (L.) Roussel**.**
Çam ağaçları altı, Yuva Mahallesi, 38°19′N-42°54′E,1850m., 16.05.2021. Kılıç 362.

Gloeophyllales
Gloeophyllaceae Jlich

44. Neolentinus cyathiformis (Schaeff.) Della Maggiora & Trassinelli
Kavak kütüğü üzeri, Kuskunkıran tüneli civarı,38°22′N-42°47′E, 2052m., 03.06.2018, Kılıç 60.

Polyporales **Gäum.**
Polyporaceae Fr. ex Corda

45. Cerioporus squamosus (Huds.) Quêl.
Kavak kütüğü üzeri, Balaban karşısı, 38°23′N-42°54′E, 1785m., 03.06.2018, Kılıç 38; Yuva Mahallesi, 38°19′N-42°54′E, 1850m., 17.05.2019, Kılıç 279; Söğüt kütüğü üzeri, Dokuzağaç Akdamar Piknik Alanı, 38°18′N-43°01′E, 1650m., 08.05.2020, Kılıç 308.

Lentinus Fr.

46. Lentinus tigrinus (Bull.) Fr.
Kavak kütüğü üzeri, Kuskunkıran tüneli sağ tarafı, 38°22′N-42°′E, K 38 22; D 42 47, 1982m., 03.06.2018, Kılıç 62.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma alanı olarak seçilen Akdamar (Gevaş-Van) Beldesi ve civarında yetişen, 2018-2021 yılları arasında toplanan toplam 374 makromantar örneği üzerinde yapılan bu çalışma sonucunda; 2 sınıf, 5 takım, 16 familya ve 29 cins içerisinde dağılım gösteren toplam 46 yenen makromantar türünün teşhisi yapılmıştır. Bunlardan 10 tür Ascomycota bölümüne ait 1 takıma bağlı 2 familya içinde, 36 tür ise Basidiomycota bölümünde 4 takıma bağlı 14 familya içinde dağılım gösterir.

Tespit edilen makrofungusların %21,7'i Ascomycota, %78,3'i ise Basidiomycota bölümü içerisinde yer alır.

Araştırma alanında teşhisi yapılan yenen türlerin yarısından fazla (28 tür) Agaricales takımında yer almaktadır. Bu durum, Agaricales takımının yeryüzünde bulunan

makrofungusların büyük bir çoğunluğunun yer aldığı Agaricomycetes sınıfının en kalabalık takımı olması, araştırma yöresinin iklimsel özelliklerinden ve ekolojik yapısından da kaynaklanmaktadır. Agaricales (28 tür) takımından sonra en çok üye ile temsil edilen takımlar ise sırasıyla; Pezizales (9 tür), Boletales (4 tür), Polyporales (2 tür) ve Gloephyllales (2 tür) takımlarıdır. Dağılımın bu şekilde olması araştırma alanındaki yenen makromantar gelişimini ve çeşitliliğini etkileyen iklimi ve bitki örtüsünden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Teşhisi yapılan türlerin familyalara göre dağılımı incelendiğinde en çok tür ile temsil edilen familyaların Basidiomycota bölümünde yer aldığı ve sırasıyla; Incertae (8), Psathyrellaceae (4), Agarcaceae (3), Strophariaceae (3), Polyporaceae (2), Hymenogastraceae (4 tür), Agaricaceae (3 tür), Bolbitiaceae (2), Pluteaceae (2), Boletaceae (3), Pleurotaceae (2 tür), Tubariaceae (1 tür), Lycoperdaceae (2), Amanitaceae (1 tür), Suillacaee (1), Gloeophyllaceae (1), olduğu görülmektedir. Ascomycota bölümünde ise 4 familyanın bulunduğu ve içerdikleri tür sayıları sırasıyla; Helvellaceae (4), Morchellaceae (5) ve Pezizaceae (1) familyalarıdır. Araştırma alanında tespit edilen familyalardan (5 familya) tek türü temsil etmektedir. Türlerin familyalara göre dağılımının araştırma alanının iklim özelliklerinden ve bitki örtüsünden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yenen türlerden; *Pleurotus eryngii* yöre halkı tarafından dağ mantarı, *Pleurotus ostreatus* istiridye, kavak mantarı olarak bilinmekte ve her iki mantarda toplanıp hem yenmekte hem de satılmaktadır. Ayrıca çayır mantarı olarak bilinen Agaricus türleri ise bölge halkı tarafından herhangi bir isim verilmeksizin toplanıp yemeklik olarak tüketilmektedir. Bilindiği üzere Morchella (Kuzu Göbeği) mantarı çok lezzetli ve pahalı bir mantar olup yurt dışına ihracatı yapılan bir mantar çeşididir. Bu mantar yörede bulunmasına rağmen halk tarafından bilinmemektedir. Arazi çalışmaları esnasında bu mantarın önemi yöre halkına anlatılmış ve tanıtılmıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü bölgede en fazla yenen makrofungus örneği mayıs ve haziran aylarında toplanmıştır.

Sonbahar yağışlarının çok geç gelmesi, havaların ani soğuması ve akabinde kar yağmasıyla makromantarların gelişimi az olmuştur. Aynı şekilde ilkbahar yağışlarının az olması ve havaların ani ısınması sonucunda yine makromantar gelişiminin az olduğu gözlenmiştir. Bu nedenlerden dolayı arazi çalışmalarımızı düzenli yapmamıza rağmen tür sayısında istenilen düzeye gelinememiştir.

Teşekkür: Projeyi desteklediği için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Araştırma Fonu'na teşekkür ederz (FYL-2020-8879).

KAYNAKÇA

Acar, İ., Uzun, Y., Keleş, A., Dizkırıcı, A., Tekpınar, A., 2019. *Suillellus amygdalinus*, a new species record for Turkey from Hakkari province. *Anatolian Journal of Botany, 3* (1): 25-27.

Anonim, (2021). Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı. Gevaş İlçe Analizi, (https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/assets/upload/dosyalar/gevas.pdf) Mart,2016 sf.9 Erişim tarihi: 12.02.2021

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1984. *Fungi of Switzerland.* Vol.1, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1986. *Fungi of Switzerland*. Vol.2, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1991. *Fungi of Switzerland*. Vol.3, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1995. *Fungi of Switzerland*. Vol.4, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 2000. *Fungi of Switzerland.* Vol.5, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Bresinsky, A. and Besl, H. (1990). *A colour atlas of poisonous fungi.* Stuttgart: Wolfe Publishing Ltd. 295s.

Buczacki, S. (1989). Fungi of Britain and Euro. UK: William Collins Sons andamp Co Ltd. Glasgow 320s.

Buczacki, S. (2012). Collins fungi guide: The most complete field guide to the mushrooms and toadstools of Britain & Ireland. Birleşik Krallık: *Collins*

Demirel, K., Öztürk, A. 1994. Van yöresinin bazı yenen ve zehirli mantarları. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Edirne, 6-8 July 1994. Pp. 151–156, Trakya Üniversitesi, Edirne.

Demirel, K., 1996. Van yöresi makrofungusları. Turkish Journal of Botany, 20 (2):165–169.

Demirel, K., Uzun, Y., 1996. Van gölü çevresinde belirlenen bazı odun tahripçisi makrofunguslar. Ekoloji ve Çevre Dergisi, 21: 32–36.

Demirel, K., Uzun, Y., Akçay, M. E., Keleş, A., Acar, İ. ve Efe, V., (2015). Van yöresi makromantarlarına katkılar. *Mantar Dergisi,6*(2): 13-23.

Demirel, K., Koçak, Z., (2016). Zilan Vadisi'nin (Erciş-VAN) makrofungal çeşitliliği. *Mantar Dergisi, 7* (2): 122-134.

Dündar Ö, Demircioğlu H, Özkaya O, Dündar B (2016). Kültür mantarlarının muhafazası ve kalite özellikleri üzerine yapılan araştırmalar. Turkish Journal of Agriculture: Food Science And Technology 4(3): 150-154.

Efe, V. (2007). Çatak ve Bahçesaray (Van) ilçelerinde Yetişen Makrofunguslar Üzerinde Taksonomik Bir Araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van.*

Ellis, M. B. and Ellis, J. B. (1990). Fungi without gills (Hymenomycetes and Gasteromycetes). London: Chapman & Hall, Pp: 266.

Index Fungorum (2021). http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp. Accessed 15.05.2021.

Jordan, M. (1995). The encyclopedia of fungi of great Britain and Europe. UK: David and Charles Book Co. 384s.

Kaya A, Uzun Y (2018). New Contributions to the Turkish Ascomycota. Turk J Bot 42: 644-652.

Keleş, A., Şelem, E. (2017). Türkiye mikobiyotası için yeni bir kayıt (*Trichophaea pseudo gregaria* (Rick) Boud.*). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22*(2), 142-145.

Keleş, A., Şelem, E., Akçay, M.E., Kesici, S., (2018). A new edible macrofungus record for Turkish mycobiota. *Yyü Tar Bil Derg, 28*(özel sayı): 224-227.

Kesici, S. 2015. Adaklı köyü ve çevresinde (Yüksekova/Hakkâri) yetişen makromantarlar üzerinde taksonomik bir araştırma. (Yüksek lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Van

Koçak, M. Z. 2014. Zilan Vadisi (Erciş-VAN)'nde yetişen makrofunguslar üzerinde taksonomik bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Kuo, M. ve Methven, S.A. (2014). *Mushrooms of the midwest*.USA: University of Illinois Press.

Moser, M.(1983). Keys to agarics and boleti. Stuttgart, Almanya: *Gustav Fiscer Verlag*, 535.

Phillips, R. (1981). *Mushrooms and other fungi of great Britain and Europe.* London, UK: Pan Books Ltd.,287s.

Phillips, R., Foy, N. and Kibby, G. (1991). *Mushrooms of north America*. USA: Published by Little Brown and Co.

Phillips, R., (2006). *Mushrooms*. Londra, Birleşik Krallık: Macmillan.

Sadullahoğlu, C., Demirel K., (2018). *Flammulina fennae* Bas, a new record from Karz Mountain (Bitlis). *Anatolian Journal of Botany, 2* (1): 19-21.

Sesli E, Asan A, and Selçuk F. (eds) Abacı Günyar Ö, Akata I, Akgül H, Aktaş S, Alkan S, Allı H, Aydoğdu H, Berikten D, Demirel K, Demirel R, Doğan HH, Erdoğdu M, Ergül CC, Eroğlu G, Giray G, Haliki Uztan A, Kabaktepe Ş, Kadaifçiler D, Kalyoncu F, Karaltı İ, Kaşık G, Kaya A, Keleş A, Kırbağ S, Kıvanç M, Ocak İ, Ökten S, Özkale E, Öztürk C, Sevindil M, Şen B, Şen İ, Türkekul İ, Ulukapı M, Uzun Ya, Uzun Yu, Yoltaş A. 2020. Türkiye Mantarları Listesi (The Checklist of Fungi of Turkey). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul. P. 1177.

Şelem, E., Keleş, A., Acar, İ. ve Demirel, K., (2019). Edible macrofungi determined in Gürpınar (Van) district. *Anatolian Journal of Botany 3*(1): 7-12.

Şelem, E., Keleş, A., İşler, S. (2021). Macrofungal biodiversity of Gürpınar (Van) district. *Anatolian Journal of Botany,5*(1):23-28.

Uzun, Y., Demirel, K., Kaya, A. ve Keleş, A. 2008. Yüksekova (Hakkari)

Uzun Y., Acar İ., Akata I., Akçay M.E. 2013. Three new records for Turkish

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

İKİZDERE (RİZE) İLÇESİ SINIRLARI İÇERİSİNDE YETİŞEN BAZI ZEHİRLİ MAKROMANTARLAR

Doç. Dr. Ali KELEŞ

VanYüzüncü Yıl University, alikeles61@yahoo.com – 0000000290870805

ÖZET

Bu çalışma, 2020-2023 yılları arasında İkizdere (RİZE) ilçe sınırları içerisinde toplanan makromantarların zehirli olanları üzerinde yapılmıştır. Arazi çalışmaları esnasında toplanan örneklerin doğal habitatlarında renkli resimleri çekilerek gerekli morfolojik ve ekolojik özellikleri ile yöre halkının zehirli makromantarlar hakkındaki bilgileri kayedilmiştir. Saha ve laboratuar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler kullanılarak örnekler adlandırılarak 35 zehirli makromantar türü tespit edilmiştir. Bunlar Basidiomycetes sınıflarına ait 2 ordo ve 10 familya içinde dağılım göstermektedir. Türler habitat ve lokaliteleri ile alfabetik sıraya göre verilmiştir..

Anahtar Kelimeler: Biyoçeşitlilik, Zehirli Makromantar, İkizdere, Rize, Türkiye

ABSTRACT

This study was conducted on the poisonous macrofungi collected within the borders of İkizdere (RIZE) district between 2020-2023. Color pictures of the samples collected during the field studies were taken in their natural habitats, and the necessary morphological and ecological characteristics and the knowledge of the local people about poisonous macrofungi were recorded. Using the data obtained as a result of field and laboratory studies, 35 poisonous macrofungi species were identified by naming the samples. These are distributed in 2 orders and 10 families belonging to the Basidiomycetes classes. Species are given in alphabetical order with their habitats and localities.

Keywords: Biodiversity, Poisonous Macrofungi, İkizdere, Rize, Turkey.

1. GİRİŞ

Mantarlar klorofil içermeyen genellikle hif olarak bilinen somatik yapılara sahip, hücre duvarı ile çevrelenmiş eşeyli ve eşeysiz üreyebilen; ormanlarda, çayırlarda, saprofit, parazit veya simbiyotik yaşam süren organizmalardır (Kırış, 2011). Çalışmamıza konu olan makromantarlar genellikle ormanlık alanlarda, çayırlıklarda, meralarda, gübrelik alanlarda, toprakta ve bitki üzerinde şemsiye, yumurta, disk, fincan, tabak, yıldız, bal peteği, eyer, toynak gibi birçok şekilde karşımıza çıkmaktadır (Kaşık, 2010). Mantarlar Alemi, yaklaşık 1,5 milyondan fazla türle temsil edilen ikinci canlı grubunu oluşturmaktadır (Hawksworth ve ark., 1995). Bunlar saprofit, parazit ve simbiyotik olarak dünyanın hemen her yerinde bulmamız mümkün.

Ülkemizde her yıl çok sayıda makromantar zehirlenmesi meydana gelmekte ve çoğu ölümle sonuçlanmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar makrofungusların ağır metalleri, radyoaktivite ve çevresel zehirleri biriktirdiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle otoyol kenarlarında ya da fabrikaların yakınlarında yetişen makrofungusların yenmemesi tavsiye edilmiştir (Mat, 2000).

Zehirli mantarlar türlerine göre ibotenik asit, muscimol, alfa amanitin, beta amanitin, muskarin, koprin gibi çeşitli toksik maddeleri içerirler. Bu toksinler türlerine göre sinir, solunum, boşaltım ve gastrointestinal sistemler üzerinde zararlı etkiye sahiptirler. Bu zehirlerin latent dönemleri mantarın ve toksinin türüne göre değişir. Bazı mantarlarda on beş dakika olan latent dönemi, bazı mantar türlerinde bir-iki aya kadar çıkabilir. Latent dönemlerinde yenen mantarın miktarı ve yiyen kişinin vücut direnci de belirleyici rol oynamaktadır (Soylu, 2012).

Çamlık ve Cimil derelerinin birleştiği noktada kurulan İkizdere, adını bu derelerden almıştır. İlçe toprakları dağlık alanlardan oluşur. Rize-Erzurum karayolu üzerinde dik yamaçlar ve doğal güzellikler arasında yer almaktadır. Meşhur Anzer balının üretildiği Anzer Yaylası da bu ilçe sınırları içerisindedir. İlçe tipik Karadeniz iklimine sahiptir ve her mevsim yağışlıdır. Bitki örtüsü ormanlarla kaplı olup, yüksek kesimlerde ibreli ağaçlar, kızılağaç, meşe, kestane, köknar, çam, gürgen ve ladin ağaçlarından oluşan ormanlar bulunmaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık: 11,04°C, yıllık en yüksek ortalama: 17,00°C, yıllık en düşük ortalama: 8,6°C, yıllık ortalama yağış: 1102 mm, yıllık ortalama bağıl nem: %74,05 (Vikipedi, İkizdere). Türkiye'nin makrofungal biyoçeşitliliğine ilişkin çalışmalar 19. yüzyılın ilk çeyreğinde başlamış, birçok araştırmacı tarafından pek çok çalışma yapılmış ve artarak da devam etmektedir. Yöresel çalışmaların bazıları (Sesli 1993, Keleş ve ark., 2014; Oruç ve ark., 2021; Uzun ve Kaya, 2022; Keleş, 2019a; Keleş, 2019b, 2020; Sesli, 2021, 2022, 2023; Keleş ve ark., 2022; Yeşilyurt ve ark., 2023; Keleş ve Kaya, 2023) tarafından yapılmıştır. Çalışmanın amacı, makromantar çeşitliliği belirlemek, yöredeki zehirli makromantarları tespit edip halkı bilinçlendirmek, bölge ve ülkemizin mikobiyotasına katkı sağlamaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2020-2023 yılları arasında İkizdere (Rize) ilçesi sınırları içerisinde periyodik gezilerle toplanan Maromantar örneklerinden zehirli türlerin tespiti yapılmıştır. Saha çalışmaları

sırasında mevcut istasyonlar gidilerek, örnekler tespit edildikten sonra makromorfoloji ve ekoloji ile ilgili gerekli veriler not edilmiş ve doğal habitatlarında fotoğraflanmıştır. Daha sonra bir kısmı toplanıp kağıt kutular içerisinde fungaryuma nakledildi. Orada kurutulduktan sonra fungaryum malzemesi olarak kilitli polietilen poşetlere konuldu. Kuru örneklerden ışık mikroskobu altında yapılan incelemeler sonucunda mikromorfolojik veriler elde edildi. Mikromorfolojik yapıların ortalama boyutunu elde etmek için on ila 15 ölçüm yapıldı. Daha sonra toplanan veriler ilgili literatürle karşılaştırılarak örnekler belirlendi (Phillips, 1981; Moser M.1983; Breitenbach ve Krânzlin, 1984-2000; Bresinsky ve Besl, 1990; Jordan, 1995; Bessette ve Bessette, 2006; Kuo M, Methven SA (2014); Sesli ve ark., 2020).

Görsel 1. Makrofungus toplama alan harıtası (İkizdere)

Basidiomycota R.T. Moore
Agaricales
Agaricaceae Chevall

1-Lepiota clypeolaria (Bull.) P. Kumm. 272 6031 Agaricaceae Chevall.
Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E,1417m., 30.10.2020, AK 6031.

Amanitaceae E.-J. Gilbert

2- ***Amanita excelsa*** (Fr.) Bertill.
Karışık ağaçlar altı, Ballıköy, 40°37′N-40°32′E, 1965m., 09.09.2021, AK 6175.

3- **Amanita gemmata (Fr.) Bertill.**
Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 15.07.2020, AK 5896; 26.08.2020, AK 5993; 30.10.2020, AK 6196.

4- ***Amanita muscaria*** (L.) Lam.

Ladin ormanı, Ballıköy, 40°37′N-40°32′E, 965m., 09.08.2021, AK 6143, 6147; Çam ağaçları altı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 30.10.2020, AK 6008,6882.

5- ***Amanita pantherina*** (DC) Krombh.
Ladin ormanı, Ballıköy, 40°37′N-40°32′E, 1965m., 09.08.2021, AK 6146.

6- ***Amanita phalloides*** (Vaill. ex Fr.) Link
Karışık ağaçlar altı, Ridos Otel cıvarı, 40°37′N-40°32′E, 1965m., 16.10.2022, AK 6432.

Entolomataceae Kotl. & Pouzar

7- ***Entoloma caesiocinctum*** (Kühner) Noordel.
Ladin ormanı, Dereköy, 40°37′N-40°32′E,1965m., 16.10.2022, AK 6443.

8- ***Entoloma conferendum*** (Britzelm.) Noordel.
Çayırlık, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1377m., 05.07.2023, AK 6635.

9- ***Entoloma sericeum*** Quél.
Yol kenarı, Yeşilyurt mahallesi, 40°46′N-40°33′E, 763m., 18.12.2022, AK 6621.

Inocybaceae Jülich

10- ***Inocybe geophylla P. Kumm.***
Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 12.08.2021, AK 6085; Karışık ağaçlar altı, Cimil-Orta köy, 40°44′N-40°45′E, 1979m., 23.07.2023, AK 6676.

11- ***Inocybe hirtella*** Bres.
Bitki kalıntıları arası, Yenice Köyü, 40°37′N-40°30′E, 1689m., 09.08.2022, AK 6235.

12- ***Inocybe margaritispora*** (Berk.) Sacc.
Karışık orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 16.10.2022, AK 6511.

13- ***Inocybe mixtilis*** (Britzelm.) Sacc.
Karışık orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 16.10.2022, AK 6504.

14- ***Inocybe napipes*** J.E. Lange
Ladin orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 23.07.2023, AK 6664.

15- ***Inocybe praetervisa*** Quél. 791 zeh.
Ladin orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 23.07.2023, AK 6665.

16- ***Inocybe sindonia*** (Fr.) P. Karst.
Konifer ağaç altı, İkizdere Devlet Hastahanesi bahçesi, 40°46′N-40°33′E, 520m., 14.10.2022, AK 6319.

17- ***Inocybe whitei*** (Berk. & Broome) Sacc.

Karışık orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 16.10.2022, AK 6502.

18- ***Pseudosperma rimosum*** (Bull.) Matheny & Esteve-Rav.
Karışık orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 12.09.2023, AK 6713.

Mycenaceae Roze

19- ***Mycena pelianthina*** (Fr.) Quél.
Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 08.08.2021, AK 6128.

20- ***Mycena pura*** (Pers.) P. Kumm.
Ladin ormanı, yosun üzeri, Yenice Köyü, 40°37′N-40°30′E, 1689m., 09.08.2022, AK 6238.

21- ***Mycena rosea*** Gramberg
Ladin orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 16.10.2022, AK 6482.
Strophariaceae Singer & AH Sm.

22- ***Hypholoma fasciculare*** (Huds.) P. Kumm.
Kütük üzeri, Dereköy, 40°43′N-40°35′E, 1249m., 16.10.2022, AK 6424; Karışık orman, Ilıca Köyü mesire alanı, 40°46′N-40°40′E, 1334m., 23.07.2023, AK 6662.

Psathyrellaceae Locq.

23- ***Coprinopsis atramentaria*** (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo
Çayırlık, Yukarı Ilıca Köyü, 40°46′N-40°38′E, 1074m., 16.10.2022, AK 6390.

24- ***Panaeolus acuminatus*** (P. Kumm.) Quél.
Karışık orman, Yerelma Köyü, 40°42′N-40°35′E, 1164m., 16.10.2022, AK 6448.

25- ***Panaeolus caliginosus*** (Jungh.) Gillet
Ladin orman, Kaman Dibi, 40°39′N-40°34′E, 1328m., 14.10.2022, AK 6385.

26- ***Panaeolus fimicola (***Pers.) Gillet
Orman kenarı, ikizdere Halk Eğitim Merkezi cıvarı, 40°36′N-40°33′E, 511m., 18.12.2022, AK 6617.

27- ***Panaeolus olivaceus*** F.H. Møller 580 zeh,
Çayırlık, Cimil Orta Köy, 40°44′N-40°45′E, 1949m., 16.10.2022, AK 6455.

28- ***Panaeolus papilionaceus*** (Bull.) Quél.
Çayırlık, hayvan gübresi üzeri, Cimil Baş(yukarı) Köy, 40°43′N-40°46′E, 1967m., 23.07.2023, AK 6684.

Incertae sedis

29- ***Clitocybe phyllophila*** (Pers.) P. Kumm.

Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 26.08.2020, AK 5934.

30- ***Clitocybe rivulosa*** (Pers.) P. Kumm.
Mısır tarlası, Güneyce Çarşı Mahallesi, 40°48′N-40°28′E, 741m., 19.08.2022, AK 6245.

Boletales E. J. Gilbert
Boletacease Chevall

31- ***Caloboletus calopus*** (Pers.) Vizzini
Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 08.08.2021, AK 6124.

32- ***Tylopilus felleus*** (Bull.) P. Karst.
Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 26.08.2020, AK 5930.

33- ***Suillellus luridus*** (Schaeff.) Murrill
Ladin ormanı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 30.10.2020, AK 6052.

Paxillaceae Lotsy

34- ***Paxillus involutus*** (Batsch) Fr.
Kızılağaç altı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 08.08.2021, AK 6131.

35- ***Paxillus rubicundulus*** P.D. Orton 135, 538, 525
Kızılağaç altı, Çamlık mevkii, 40°42′N-40°38′E, 1417m., 08.08.2021, AK 6133.

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma yöresi olan İkizdere (RİZE) İlçe Sınırları İçerisinde Yetişen, 2020-2023 yılları içerisinde yapılan bu çalışma sonucunda toplanan 839 makrofungus örneğinden zehirli olanları tespit edilerek; 1 sınıf, 2 takım, 10 familya ve 15 cins içerisinde dağılım gösteren toplam 35 zehirli makromantar türünün teşhisi yapılmıştır. Bunların tümü Basidiomycota bölümüne aittir. Araştırma alanından toplanan türlerin hemen hemen tamamı (30 tür) Agaricales takımında yer almaktadır. Bu durum, Agaricales takımının doğada var olan zehirli makromantarların çoğunluğunun yer aldığı Basidiomycetes sınıfının en büyük takımı olmasıyla ile, araştırma alanının iklimsel yapısından ve ekolojik özelliklerinden de kaynaklanmaktadır. Agaricales takımından sonra en çok tür ile temsil edilen takımı ise Boletales (5 tür)' tır. Bu durumun araştırma yöresindeki zehirli makromantar gelişimini ve çeşitliliğine etki eden iklim özelliklerinden ve bitki örtüsünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Teşhisi yapılan türlerin familyalara göre dağılımına bakıldığında en çok tür ile temsil edilen familyaların tümü Basidiomycota bölümüne ait olup sırasıyla; Inocybaceae (9 tür), Psathyrellaceae (6 tür), Mycenaceae, Entolomataceae ve Boletaceae (3'er tür) olduğu görülmektedir Araştırma alanında tespit edilen familyaların 3'ü tek tür ile temsil edilmektedir. Bunlar; Agaricaceae, Amanitaceae ve Strophariaceae'tır. Bu durum bitki örtüsü ve iklimsel şartlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucunda, İkizdere (Rize) İlçe sınırları içerisinde yetişen zehirli makrofungus türleri ile bu türlerin habitat ve substrat istekleri, mevsimsel yayılışları belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, önemli ekolojik özelliklere sahip olan çalışma alanı, makromantar çeşitliliğinin belirlenmesi ile önem arz etmektedir. Yörenin yüksek kesimleri ve yaylalardaki halk makakromantar toplayıp yemekte olup diğer kesimlerde ise pek tüketilmemektedir. Yenen mantar çeşidi de 3-5 türü geçmemektedir. Bu yüzden de zehirlenme vakalarına pek rastlanmaz. Bölgede yenilebilir makromantarların dışındaki tüm mantarlar zehirli olarak kabul edilmektedir.
Belirlenen taksonlar alfabetik sıraya göre listelenmiştir. Türün mevcut isimleri Index Fungorum (2023) ile uyumludur.

Teşekkür: Projeyi desteklediği için Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Araştırma Fonu'na teşekkür ederim (FBA-2022-10167).

KAYNAKÇA

Anonymus (2018). Wikipedia İkizdere. https://tr.wikipedia.org › wiki › İkizdere

Antonín V, Noordeloos ME (2010). A Monograph of marasmioid and collybioid fungi in Europe. IHW-Verlag.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1986. Fungi of Switzerland. Vol.2, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1991. Fungi of Switzerland. Vol.3, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 1995. Fungi of Switzerland. Vol.4, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Breitenbach, J., Kränzlin, F., 2000. Fungi of Switzerland. Vol.5, Verlag Mykologia Lucerne, Switzerland.

Bresinsky, A. and Besl, H.,(1990). A colour atlas of poisonous fungi. Stuttgart: Wolfe Publishing Ltd. 295s.

The Fungi. Academic Press, London, pp. 373-409s.

Hawksworth DL, Kirk PM, Sutton BC, Pegler DN 1995. Ainsworth and Biby's dictionary of the fungi (8th Ed.). Wallingford: CAB International.

Index Fungorum. (2023). http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp / [25 July 2023].

Jordan, M., 2004. The Encyclopedia of fungi of Britain and Europe. Frances Lincoln Publishers, P. 51. UK.

Kaşık, G.,2010. Mantar bilimi, 1. baskı. Konya: Marifet Matbaa ve Kâğıtçılık, Türkiye. 430.

Keleş A., 2019a. Mycena ustalis, a new record for the mycobiota of Turkey. Anatolian Journal of Botany 3(1): 18-20.

Keleş A., 2019b. New records of macrofungi from Trabzon province (Turkey). Applied Ecology and Environmental Research 17(1): 1061-1069.

Keleş A, Demirel K, Uzun Y, Kaya A., 2014. Macrofungi of Ayder (Rize/Turkey) high plateau. Biological Diversity and Conservation 7(3): 177-183.

Keleş A., 2020. Türkiye mikotası için yeni bir cins (Gerronema Singer) kaydı. Mantar Dergisi 11(2): 168-171.

Keleş, A., Kaya, A. 2023.Macromycetes determined in Çamlı (Of-Trabzon) village and its environs. Turkish Journal of Botany, 7(2): 146-153.

Kırış, Z., 2011. Akdağmadeni (Yozgat) ve Gemerek (Sivas) makromantarları. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı: Yükseklisans tezi.

Mat, A., 1998-2000. Türkiye'de Mantar Zehirlenmeleri ve Zehirli Mantarlar.

Moser, M.,(1983). Keys to agarics and boleti.Stuttgart, Almanya: Gustav Fiscer Verlag, 535.

Phillips, R.,(1981). Mushrooms and other fungi of great Britain and Europe. London,UK: Pan Books Ltd.,287s.

Oruç Y, Keleş A, Uzun Y, Kaya A., 2021. Macromycetes determined in Çamburnu Nature Park and close environs (Trabzon). The Journal of Fungus 12(1): 78-86.

Sesli E., 2021. Rhodocybe cistetorum (Basidiomycota, Entolomataceae), a new species from the Colchic ecoregion of Turkey.

Nordic Journal of Botany 39(4): 1-9.

Sesli E., 2022. Gymnopus impudicus (Fr.) Antonín, Halling & Noordel.: A new record for the Turkish mycota. Biological Diversity and Conservation 15(1): 103-106.

Sesli E., 2023. Hebeloma limbatum: Türkiye mikotası için yeni bir kayıt. Mantar Dergisi 14(1): 51-54.

Sesli E, Asan A, Selçuk F. (edlr.) Abacı Günyar Ö, Akata I, Akgül H, Aktaş S, Alkan S, Allı H, Aydoğdu H, Berikten D, Demirel K, Demirel R, Doğan HH, Erdoğdu M, Ergül CC, Eroğlu G, Giray G, Halikî Uztan A, Kabaktepe Ş, Kadaifçiler D, Kalyoncu F, Karaltı İ, Kaşık G, Kaya A, Keleş A, Kırbağ S, Kıvanç M, Ocak İ, Ökten S, Özkale E, Öztürk C, Sevindik M, Şen B, Şen İ, Türkekul İ, Ulukapı M, Uzun Ya, Uzun Yu, Yoltaş A 2020. Türkiye Mantarları Listesi. Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.

Sesli E.,1993. Trabzon ili Maçka yöresi makrofungusları. Turkish Journal of Botany 17: 179-182.

Soylu, Ç. N., 2012. Bazı zehirli mantarlarda toksik madde ve metal tayini / Analysis of toxic substance and metal in some poisonous mushrooms, İnönü Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Kimya Anabilim Dalı: Malatya.

Uzun, Y, Kaya A., 2022. Macromycetes determined in Tonya (Trabzon) district. Kahramanmaraş Sütçü Imam University Journal of Agriculture and Nature 25(1): 66-77.

Yeşilyurt F, Uzun Y, Kaya A., 2023. Pseudoboletus parasiticus (Bull.) Šutara, a New Record for Turkish Mycobiota. Biological Diversity and Conservation 16(1): 70-74.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

FABACEAE VE ROSACEAE AİLELERİNE AİT ÇİÇEK POLENLERİNİN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ, TOPLAM FENOLİK İÇERİK VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ÇALIŞMASI

Dr. Öğr. Üyesi, Gül Esma AKDOĞAN KARADAĞ*
Kafkas Üniversitesi, gulesmaakdogan@kafkas.edu.tr - https://orcid.org/0000-0001-7959-2130
Dr. Öğr. Üyesi, Salih AKPINAR
Kafkas Üniversitesi, slh_akpinar@hotmail.com - https://orcid.org/0000-0003-2435-7373
Dr. Öğr. Üyesi, Neslihan MUTLU
Kafkas Üniversitesi, n.mutlu@kafkas.edu.tr - https://orcid.org/0000-0002-1339-3267

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Fabaceae ve Rosaceae familyalarından elde edilen polen ekstraktlarının toplam fenolik içeriğini (TPC), antioksidan kapasitesini ve antimikrobiyal aktivitesini karşılaştırmaktır. Polen örnekleri Kars ilindeki arıcılardan toplanmış ve solvent olarak etanol kullanılarak ultrasonik ekstraksiyona tabi tutulmuştur. TPC, Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenirken, antioksidan kapasitesi 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca polen ekstraktlarının Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitesini değerlendirmek için disk difüzyon analizleri yapılmıştır. Sonuçlar, Fabaceae polen ekstraktının TPC'sinin (12,40 ± 0,21 mg GAE/g), Rosaceae polen ekstraktına (9,90 ± 0,10 mg GAE/g) kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca Fabaceae polen ekstraktı, Rosaceae polen ekstraktı (50,41 µg/ml) ile karşılaştırıldığında daha düşük IC50 değeriyle (37,22 µg/ml) daha güçlü antioksidan kapasite sergilemiştir. Disk difüzyon analizleri, polen ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesinin seçici olduğunu, inhibitör etkilerinin yalnızca Gram-pozitif bakterilere karşı gözlemlendiğini göstermiştir. Gram-negatif bakterilere karşı anlamlı bir antimikrobiyal aktivite gözlenmemiştir. Bu çalışma, Fabaceae ve Rosaceae familyalarından elde edilen polen ekstraktlarının, özellikle antioksidan kapasiteleri ve Gram-pozitif bakterilere karşı seçici antimikrobiyal aktivitelerinin potansiyel sağlık yararlarını vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arı poleni, Fabaceae, Rosaceae, DPPH, TPC, Antibakteriyal aktivite

1. GİRİŞ

Arı poleni, bal arılarının çiçekli bitkilerden topladığı doğal bir üründür. Fenolik içerik, flavonoidler ve antioksidanlar dahil olmak üzere biyoaktif bileşikler açısından zengindir ve bu da onu değerli bir besin takviyesi yapmaktadır (Morais ve ark., 2011). Araştırmalar arı poleninin antimikrobiyal, antioksidan ve potansiyel farmakolojik uygulamalarına odaklanmış ve çeşitli biyoaktif özelliklerini vurgulamıştır (Denisow ve Denisow-Pietrzyk, 2016). Arı poleni, gıda takviyesi ve potansiyel farmakolojik uygulamalar da dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmış olup, çeşitli faydalara sahip doğal bir ürün olarak önemini korumaktadır (Bridi ve ark., 2019). Arı poleninin bileşimi bitki kökenine, iklim koşullarına, toprak tipine ve arıcılık faaliyetlerine bağlı olarak değişebilmektedir (Milojković-Opsenica ve ark., 2023).

Fabaceae ve Rosaceae familyaları, farklı özelliklere ve uygulamalara sahip çok çeşitli bitki türlerini kapsayan, önemli botanik ve ekonomik öneme sahip bitki familyalarıdır. Baklagil ailesi olarak da bilinen Fabaceae familyası, nitrojen sabitleme özellikleri, yem üretimi ve besin kaynakları açısından değer verilen çok sayıda türü içerir. Fabaceae'nin, geleneksel bilgi ve bitki koruma üzerine yapılan bir çalışmada bilgi verenler tarafından en fazla alıntı yapılan familya olduğu rapor edilmiştir, bu da onun kültürel ve ekolojik önemini göstermektedir (Kathambi ve ark., 2020). Ayrıca, tarihi botanik raporları Fabaceae familyası içindeki türlerin zenginliğini ve ekonomik ilgiyi vurgulamaktadır (Silva ve ark., 2022). Bu bilgiler Fabaceae familyasının insanlık tarihi ve kültürü açısından önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Rosaceae familyası ise çilek, elma, kiraz gibi meyveler de dahil olmak üzere geniş bir ekonomik öneme sahip bahçe bitkilerinden oluşmaktadır. Rosaceae türleri arasındaki genetik özellikleri ve evrimsel ilişkileri anlamak için genomik çalışmalar yürütülmekte olup, genomik ve bitki ıslahının ilerlemesine katkıda bulunulmaktadır (Shulaev ve ark., 2008). Ayrıca etnobotanik çalışmalarda familyanın ekonomik önemi vurgulanmakta ve bu da Rosaceae bitkilerinin yerel topluluklar arasındaki pratik ve kültürel önemine işaret etmektedir (Ali, 2023). Her iki bitki familyası da tarımda, bahçecilikte ve geleneksel bilgi sistemlerinde önemli roller oynamakta ve bu da onları kapsamlı araştırma ve koruma çabalarının konusu haline getirmektedir. Fabaceae ve Rosaceae'nin çeşitli uygulamaları ve ekolojik önemi, bunların botanik, tarımsal ve kültürel bağlamlardaki öneminin altını çizmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Fabaceae ve Rosaceae familyalarına ait çiçek polenlerinin antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerini karşılaştırarak, her iki familyanın polenlerinin sağlık yararlarını ve potansiyel uygulamalarını değerlendirmek; bu değerlendirmenin, polenlerin gıda takviyesi olarak önerilmesine katkı sağlamak amacıyla daha geniş bir perspektif sunmasını sağlamaktır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Polen Örnekleri

Fabaceae ve Rosaceae familyalarına ait polenler, Kars'ta bulunan arıcılardan temin edilen, polifloral polen içerisinden seçilerek çalışılmıştır.

2.2. Polen Ekstraktı

Ultrasonik ekstraksiyon işlemi, bazı değişikliklerle Zhou ve ark.'nın (2015) yönteminden uyarlanmıştır. BP numuneleri ilk önce ev tipi bir öğütücü kullanılarak toz haline getirilmiştir. Daha sonra numunenin 1,5 g'ı tartılmış ve 100 mL %95 etanol (Sigma-Aldrich, ABD) içerisinde ultrasonik banyo (Bandelin Sonorex) kullanılarak 40°C'de 60 dakika süreyle çözülmüştür. 3500 rpm'de 30 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatant toplanmış, ekstraksiyon işlemi üç kez tekrarlanmıştır. Toplanan süpernatant, 0,22 µm'lik membran filtreden süzülmüş ve stok çözelti olarak -20°C'de saklanmıştır.

2.3. Toplam Fenolik İçerik (TPC) tayini

Örneklerin TPC'leri Çapanoğlu ve ark.'nın (2013) Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 100 µL ekstrakt, 900 µL deiyonize su ve 5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (0,2 N) bir tüpte karıştırılmış ve 8 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 5 mL sodyum karbonat ilave edilmiş ve 30 saniye boyunca vortekslenmiştir. Bu karışım oda sıcaklığında karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra, UV-vis spektrofotometre ile 765 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Sonuçlar, standart olarak farklı gallik asit çözeltileri ile oluşturulan ve numunelerin gramı başına mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilen bir kalibrasyon eğrisinden hesaplanmıştır.

2.4. Antioksidan Kapasite Tayini

DPPH çözeltisi etanol içerisinde 0.1 mM olacak şekilde hazırlanmıştır. Çözelti (3 ml), farklı konsantrasyonlarda (0,5, 1,0 ve 2,0 mg/ml) BP'nin 1 ml etanolik ekstraktına ilave edildi. Karışım kuvvetlice çalkalanarak oda sıcaklığında ve karanlıkta 30 dakika bekletildikten sonra UV-VIS spektrofotometresi kullanılarak karışımın 517 nm dalga boyunda absorbansları ölçülmüştür (Ozcelik ve ark., 2003). Askorbik asit ve troloks, güçlü indirgeme güçleri ve zayıf metal şelatlama özelliklerinden dolayı 0,050, 0,100, 0,150 ve 0,200 mg/ml gibi farklı konsantrasyonlarda standart olarak kullanılmıştır. Numunenin konsantrasyonu olan IC50 değeri DPPH serbest radikalinin %50'sini inhibe etmek için gereken numune, inhibisyon eğrisi kullanılarak hesaplanmıştır. Reaksiyon karışımının daha düşük absorbansı, daha yüksek serbest radikal aktivitesine sahip olduğu anlamına gelmektedir.

2.5. Antimikrobiyal Aktivite

Bakteri suşları Tryptic Soy Agar'a (Oxoid, UK) inoküle edilerek 18 saat boyunca 37 °C'de inkübe edildi. İnkübasyon süresi sonrasında %0,9 steril salin tamponunda bulanıklığı McFarland Standard 0,5'e (1-1,5 x 10^8 CFU/mL) ayarlandı. BP'nin stok çözeltisinin sıvı kısmı buharlaştırıldı. 0,02 g polen örneğinin kurutulmuş kalıntısı tartıldı ve antimikrobiyal aktivite testleri için 1 mL dimetil sülfoksit (DMSO) içerisinde çözüldü.

BP örneğinin antibakteriyel etkisini belirlemek için disk difüzyon yöntemi uygulandı. 6 mm çapındaki boş disklere, 20 µL 20 mg/mL BP test solüsyonu emdirildi. Negatif kontrol ve standart antibiyotik olarak sırasıyla DMSO ve siprofloksasin (10 µg/disk) kullanıldı. İnhibisyon bölgelerinin boyutları, 37°C'de 18-24 saat inkübasyonun ardından ölçüldü. Yöntem üç tekrarlı çalışıldı.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

3.1. Toplam Fenolik İçerik (TPC)

Bu çalışmada Fabaceae familyasına ait arı poleni ekstraktının TPC değeri 12,40 ± 0,21 mg GAE/g, Rosaceae familyasınna ait arı poleni ekstraktının TPC değeri 9.90±0.10 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir.

Fabaceae familyasının TPC değeri çok sayıda çalışmaya konu olmuştur. Literatür taramasında Fabaceae familyasındaki bitkilerin TPC büyük ölçüde değişiklik göstermekte olduğu ve farklı analitik yöntemler kullanılarak belirlendiği görülmektedir.

Peršurić ve Pavelić (2021), en düşük TPC değeri Fabaceae arı polenine ait olmak üzere gram polen başına 5,60 ila 30,24 mg GAE arasında değişen TPC değerleri bildirmiştir. Yine, Zhang ve ark. (2011), siyah soya fasulyesinin farklı kısımlarındaki fenolik dağılımı karşılaştırmış ve tohum kabuklarında yaklaşık 70 mg GAE/g TPC ölçmüştür. Ayrıca Chung ve ark. (2008), belirli soya fasulyesi çeşitlerinde 3,53 ile 3,89 mg GEA/g TPC değerlerini belirleyerek Virginia soya fasulyesinin antioksidan özelliklerini tanımlamıştır. Bu çalışmalar, soya fasulyesinin TPC'sine ilişkin bilgiler sağlamakta ve farklı soya fasulyesi türleri ve işleme yöntemleri arasındaki TPC değerlerindeki değişkenliği vurgulamaktadır. Özetle mevcut literatürde farklı Fabaceae üyeleri arasında farklı TPC değerleri farklı analitik yöntemlerle tespit edilmektedir.

Hameed ve ark. (2022) Rosaceae familyasından bazı cinsleri karşılaştırmalı olarak çalıştıkları araştırmada, TPC değerlerinin 0,62 ± 0,01 ile 0,29 ± 0,05 mg GAE/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Rosaceae familyasının TPC değerleri çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır. Örneğin Ogah ve ark. (2014), Rosaceae familyasındaki yaygın fenolikleri tartışmış ve fenolik bileşikler de dahil olmak üzere çeşitli bitkisel besinlerdeki doğal zenginliklerini vurgulamıştır. Ayrıca Kähkönen ve ark. (2001), Rosaceae familyası içindeki farklı meyve cinsleri arasında fenolik içerik bakımından önemli farklılıklar tespit etmiş ve Rosaceae meyvelerinde bulunan fenolik bileşiklerin çeşitliliğini vurgulamıştır. Sytar ve ark. (2022), Rosaceae familyasının çoğu

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

cinsinin yapraklarında, toplam fenolik asit içeriğinin %30'undan fazlasını temsil eden drakonik asit içeriğini bildirmiştir.

Rosaceae familyası için spesifik TPC değerleri mevcut referanslarda doğrudan ele alınmazken, daha çok Rosaceae meyve ve bitkilerinde spesifik fenolik bileşikler çalışılmıştır. Bu çalışmalar, Rosaceae familyasının fenolik bileşimi hakkında, Rosaceae meyve ve bitkilerinde bulunan çeşitli fenolik bileşik çeşitleri hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır.

3.2. Antioksidan Kapasite

Çizelge 1. Fabaceae ve Rosaceae Polenlerinin DPPH Yöntemiyle Belirlenen Antioksidan Kapasiteleri

Örnek	**Sonuç**	**Birim**
Fabaceae Poleni	37,22	IC50 (µg/ml)
Rosaceae Poleni	50,41	IC50 (µg/ml)
Trolox	10,60	IC50 (µg/ml)
Askorbik Asit	13,90	IC50 (µg/ml)

IC50, serbest radikallerin %50'sini inhibe etmek için gerekli olan malzemenin konsantrasyonudur. Yapılan çalışmadan DPPH sonuçları, yüksek TPC'ye sahip Fabaceae poleninin daha güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğunu doğrulamaktadır. Bu durum, yüksek fenolik içeriğin, DPPH serbest radikallerini etkisiz hale getirmede daha etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen değerler daha önce yapılmış arı poleni çalışmalarındaki (Alzahrani ve ark., 2012; Erturk ve ark., 2014) değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Ancak buradaki farklılıkların yalnızca coğrafi bölge farklılıkları dışında arıcılık faaliyetleri ve iklimsel koşullar gibi farktörlerden de etkilendiğini unutmamak gerekir.

3.3. Antimikrobiyal Aktivite

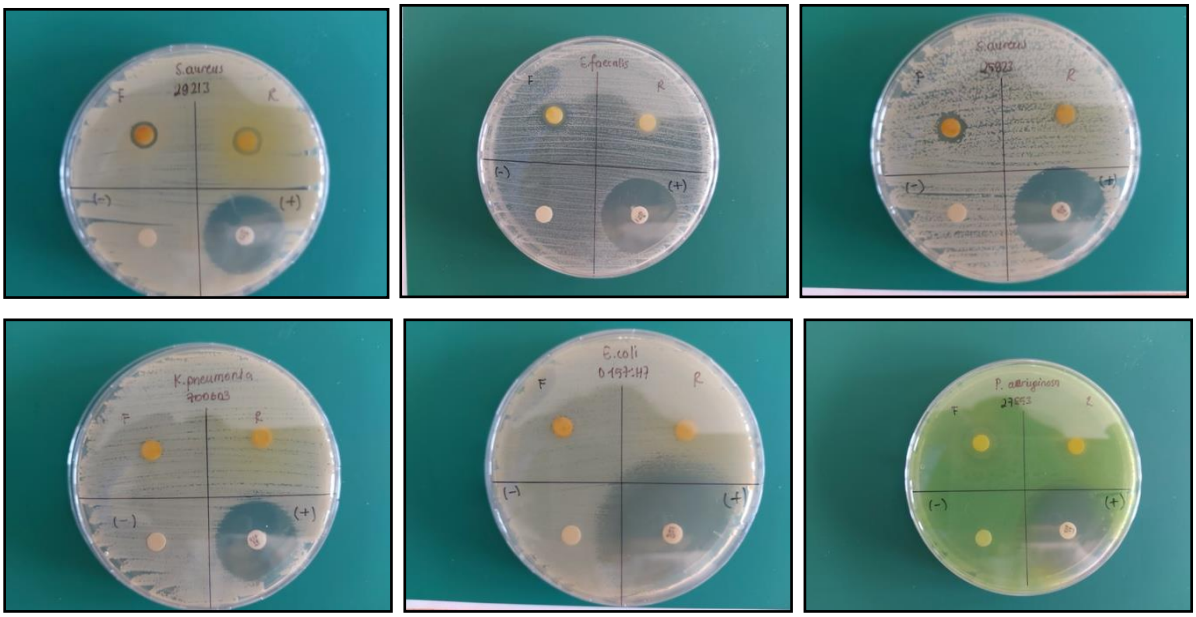
Çizelge 2. Polen ekstraktlarının (20mg/mL) İnhibisyon zonları (mm)

	Mikroorganizmalar	Fabaceae polen ekstraktının inhibisyon zonları (400µg/disc)	Rosaceae polen ekstraktının inhibisyon zonları (400µg/disc)	Siprofloksasin (10µg/disc) Inhibisyon zonu
Gram-pozitifler	*Staphylococcus aureus* ATCC 25923	9,0 ± 1.5	7,5 ± 1.0	28,0 ± 2,0
	Staphylococcus aureus ATCC 29213	7,8 ± 1.2	7,5 ± 1.8	27,3 ± 1,5
	Enterococcus faecalis ATCC 29219	9,0 ± 0.5	-	26,0 ± 1,0

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Gram-negatifler	*Klebsiella pneumonia* ATCC 700603	-	-	25,0 ± 1,0
	Escherichia coli ATCC 35218	-	-	29,3 ± 2,0
	Escherichia coli ATCC 25922	-	-	28,6 ± 1,5
	Escherichia coli O:157 H:7 RSKK 09007	-	-	27,0 ± 1,0
	Pseudomonas auriginosa ATCC 27853	-	-	28,0 ± 2,0

Antibakteriyel etkilerin değerlendirilmesi için yapılan disk diffüzyon deneylerinde, Rosaceae ve Fabaceae familyalarına ait polen örneklerinin sadece Gram-pozitif bakteriler üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. *S. aureus* ve *E. faecalis* gibi Gram-pozitif bakteri suşları, polen ekstraktlarının antibakteriyel aktivitesine karşı hassaslık göstermiştir. Ancak, *E. coli, K. pneumoniae* ve *P. aeruginosa* gibi Gram-negatif bakteri suşları üzerinde belirgin bir antibakteriyel etki gözlenmemiştir. Bu sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalarla (Nader ve ark., 2021; Morais ve ark., 2011; Sawicki ve ark., 2022) uyumlu olup, gram negatif bakterilere karşı daha güçlü bir inhibe edici etkinin olduğunu doğrulamaktadır. Bu bulgu, polen ekstraktlarının potansiyel antibakteriyel ajanlar olarak kullanılması durumunda, özellikle Gram-pozitif patojenlerle mücadelede etkili olabileceğini göstermektedir.



Görsel 1. Disk diffüzyon testine ait bazı sonuçlar

Bu çalışma, Fabaceae ve Rosaceae familyalarına ait polen ekstraktlarının TPC, antioksidan kapasite ve antimikrobiyal aktivitesini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, Fabaceae polen ekstraktlarının Rosaceae polen ekstraktıyla karşılaştırıldığında yüksek TPC ve güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, polen ekstraktlarının sadece Gram-pozitif bakteriler üzerinde inhibe edici etkiye sahip olduğu gözlenmiştir, bu da potansiyel antibakteriyel etkilerinin seçici olduğunu göstermektedir. Rosaceae polen ekstraktlarının ise daha düşük TPC ve antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma, Fabaceae ve Rosaceae familyalarına ait polenlerin sağlık üzerindeki potansiyel etkilerini belirlemek için önemli bir adımdır. Bu polenlerin etkilerinin altında yatan mekanizmaları, biyoaktif bileşiklerini ve terapotik uygulamalarını daha iyi anlamak için daha detaylı çalışmalar gereklidir.

KAYNAKÇA

Denisow, B. and Denisow-Pietrzyk, M. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 96(13), 4303-4309.

Morais, M., Moreira, L., Feás, X., & Estevinho, L. (2011). Honeybee-collected pollen from five portuguese natural parks: palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and antimicrobial activity. Food and Chemical Toxicology, 49(5), 1096-1101.

Bridi, R., Atala, E., Pizarro, P. N., & Montenegro, G. (2019). Honeybee pollen load: phenolic composition and antimicrobial activity and antioxidant capacity. Journal of Natural Products, 82(3), 559-565.

Milojković-Opsenica, D., Mosić, M. D., Trifković, J., & Ristivojević, P. (2023). Quality assessment of bee pollen-honey mixtures using thin-layer chromatography in combination with chemometrics. Chemistry &Amp; Biodiversity, 20(3).

Kathambi, V., Mutie, F. M., Rono, P. C., Wei, N., Munyao, J. N., Kamau, P., … & Wang, Q. (2020). Traditional knowledge, use and conservation of plants by the communities of tharaka-nithi county, kenya. Plant Diversity, 42(6), 479-487.

Silva, R. C. C. d., Bezerra, J. J. L., & Medeiros, M. F. T. (2022). Analysis of historical botanical reports of species of fabaceae in historia naturalis brasiliae (1648). Rodriguésia, 73.

Shulaev, V., Korban, S. S., Sosinski, B., Abbott, A. G., Aldwinckle, H. S., Folta, K. M., … & Veilleux, R. E. (2008). Multiple models for rosaceae genomics. Plant Physiology, 147(3), 985-1003.

Ali, S. (2023). A study on different plant species of the rosaceae family and their ethnobotanical uses among the local communities at swat district, pakistan. Ethnobotany Research and Applications, 25.

Capanoglu, E., De Vos, R. C., Hall, R. D., Boyacioglu, D., & Beekwilder, J. (2013). Changes in polyphenol content during production of grape juice concentrate. Food Chemistry, 139(1-4), 521-526.

Ozcelik, B., Lee, J. H., & Min, D. B. (2003). Effects of light, oxygen, and pH on the absorbance of 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. Journal of Food Science, 68(2), 487-490.

Peršurić, Ž. and Pavelić, S. K. (2021). Bioactives from bee products and accompanying extracellular vesicles as novel bioactive components for wound healing. Molecules, 26(12), 3770.

Zhang, R., Zhang, F., Zhang, M., Wei, Z., Yang, C., Yan, Z., … & Wei, J. (2011). Phenolic composition and antioxidant activity in seed coats of 60 chinese black soybean (glycine max l. merr.) varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(11), 5935-5944.

Chung, H., Hogan, S., Zhang, L., Rainey, K. M., & Zhou, K. (2008). Characterization and comparison of antioxidant properties and bioactive components of virginia soybeans. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(23), 11515-11519.

Hameed, A., Liu, Z., Wu, H., Zhong, B., Ciborowski, M., & Suleria, H. A. R. (2022). A Comparative and Comprehensive Characterization of Polyphenols of Selected Fruits from the Rosaceae Family. Metabolites, 12(3), 271.

Ogah, O., Watkins, C., Ubi, B. E., & Oraguzie, N. (2014). Phenolic compounds in rosaceae fruit and nut crops. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62(39), 9369-9386.

Kähkönen, M., Hopia, A., & Heinonen, M. (2001). Berry phenolics and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(8), 4076-4082.

Sytar, O., Živčák, M., Konaté, K., & Brestič, M. (2022). Phenolic acid patterns in different plant species of families asteraceae and lamiaceae: possible phylogenetic relationships and potential molecular markers. Journal of Chemistry, 2022, 1-10.

Alzahrani, H. A., Boukraâ, L., Bellik, Y., Abdellah, F., Bakhotmah, B. A., Kolaylı, S., … & Şahin, H. (2012). Evaluation of the antioxidant activity of three varieties of honey from different botanical and geographical origins. Global Journal of Health Science, 4(6).

Erturk, O., Sahin, H., Kolayli, S., & Çol Ayvaz, M. (2014). Antioxidant and antimicrobial activity of east black sea region honeys. Turkish Journal of Biochemistry, 39(1), 99–106.

Nader, R. A., Mackieh, R., Wehbe, R., Obeid, D., Sabatier, J., & Fajloun, Z. (2021). Beehive products as antibacterial agents: a review. Antibiotics, 10(6), 717.

Sawicki, T., Starowicz, M., Kłębukowska, L., & Hanus, P. (2022). The profile of polyphenolic compounds, contents of total phenolics and flavonoids, and antioxidant and antimicrobial properties of bee products. Molecules, 27(4), 1301.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

YAPAY ZEKA İLE MÜŞTERİ DENEYİMİNİ GELİŞTİRMEK : PAZARLAMA STRATEJİLERİNDE XGBOOST VE AÇIKLANABİLİRLİK ÇALIŞMALARI

Tekin ALTUN
Turkcell Global Bilgiler ,Software & Artificial Intelligence Development and Infrastructure Unit Manager
Tekin.altun@globalbilgi.com
ORCID: 0009-0000-3965-7942

Cem ÖZKURT
Sakarya University of Applied Science, Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, Esentepe Campus
Sakarya University of Applied Science, Artificial Intelligence Research and Application Center (YAZEM), Esentepe Campus
cemozkurt@subu.edu.tr
ORCID: 0000-0002-1251-7715

ÖZET

Günümüzde, müşteri şikayetleri online platformlarda iletilme eğilimindedir ve bu durum yaygın bir yöntem haline gelmiştir. Müşterilerin olumsuz alışveriş deneyimleri veya haksız muameleye uğradıkları hissiyatını çevrimiçi olarak paylaşmaları, çözüm sürecinde erteleme ve hız açısından büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca, farklı müşteriler tarafından dile getirilen benzer şikayetler, sorunların etkili bir şekilde çözülmesine katkı sağlamaktadır. Bu durum, işletmeler açısından önemli avantajlar sunar. İşletmeler, müşteri şikayetlerine verdiği tepki ile işletme imajını koruyabilir, iç kontrol sistemini daha etkili hale getirebilir ve özellikle çalışan kaynaklı ve gözden kaçırılan problemleri belirleyebilir. Online mecralarda yapılan bu şikayetler, neredeyse bütün sektörlerde değerli bir geri bildirim kaynağıdır.

Bu çalışma, Maven Marketing'in 2.240 müşterisinin pazarlama kampanyası verilerini içeren geniş kapsamlı bir veri setine odaklanmaktadır. Müşteri profilleri, ürün tercihleri, kampanya başarıları/başarısızlıkları ve kanal performansı gibi çeşitli faktörler analiz edilerek, alışveriş sonrası şikayet durumu arasındaki ilişkilerin anlaşılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamlı veri seti, XGBoost algoritması ile bir makine öğrenmesi modeli oluşturmak ve daha sonra SHAP ve LIME gibi XAI yöntemleriyle modelin tahminlerini açıklamak için kullanılacaktır. Çalışmanın sonuçları, pazarlama kampanyalarının müşteri şikayetleri üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza ve stratejik kararlar almak için değerli bir perspektif sunmamıza katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler : Müşteri Memnuniyet Analizi, Yapay Zeka (AI), Makine Öğrenmesi (ML) , Açıklanabilir Yapay Zeka(XAI)

1. GİRİŞ

Bu çalışma, Maven Marketing'in 2,240 müşterisinin pazarlama kampanyası veri setine odaklanarak, müşteri memnuniyetini artırmayı hedeflemektedir. XGBoost algoritması kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışma, müşteri profilleri, ürün tercihleri, kampanya başarıları ve kanal performansı gibi çeşitli önemli faktörleri göz önünde bulundurarak, pazarlama stratejilerini optimize etmeye yönelik değerli öngörüler sunmayı amaçlamaktadır.

XGBoost'un sunduğu güçlü modelleme yetenekleri, karmaşık ilişkileri daha derinlemesine anlama konusundaki etkinliğiyle bu araştırmayı ayırt eder. Analitik bir yaklaşımla, müşteri davranışları ve kampanya etkileşimleri arasındaki kompleks bağlantıları ortaya çıkararak, pazarlama stratejilerinin daha etkili ve hedefe yönelik bir şekilde geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Bununla birlikte, bu çalışma sadece tahminlerle sınırlı kalmayacak; aynı zamanda açıklanabilir yapay zeka (XAI) algoritmaları, kullanılarak bu tahminlerin arkasındaki kararları anlamaya odaklanacaktır. Bu teknikler, modelin müşteri tercihleri, kampanya etkileşimleri ve diğer önemli faktörlere olan duyarlılığını inceleyerek, modelin karar süreçlerini şeffaflaştırmak ve güvenilirliğini artırmak için güçlü bir araç seti sunmaktadır.

2. YÖNTEM

2.1. Veri Kümesi

Bu çalışmada Maven Marketing tarafından sağlanan , 28 parametresi ve 2240 gözlemi bulunan veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti, veri ön işlene aşamasında veri temizleme işlevleriyle kullanılacak en anlamlı veri seti haline getirildi. Son olarak veri setimiz 2216 gözlemi ve 18 parametresi olan bir veri seti haline geldi. Model eğitimi ve test aşamasında kullanılan veri setinin parametresi ve açıklamaları Çizelge 1'verilmiştir.

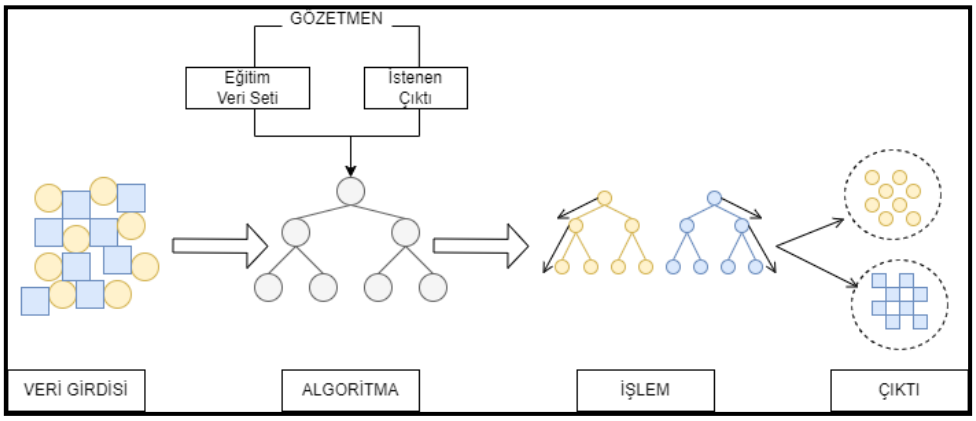
Çizelge 1. Veri Seti Parametreler ve Açıklamaları

Parametre	Açıklaması
ID	Müşterinin benzersiz kimliği
Education	Müşterilerin eğitim düzeyi
Martial_Status	Müşterinin medeni durumu
Income	Müşterilerin geliri
Receny	Müşterinin son satın alımından beri geçen gün sayısı
Mnt	Son 2 yılda alışverişe harcanan miktar
Purchases	Satın alma sayısı
Campaign	Son 6 kampanyadaki cevaplarının toplamı
Child	Müşterinin çocuk sayısı
Complain	Müşteri son 2 yılda şikayette bulunması durumu

2.2. Makine Öğrenmesi Algoritması

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Makine öğrenimi algoritmaları, bilgisayarların verilere dayalı tahminler yapmasını sağlayan hesaplamalı modellerdir. Denetimli makine öğrenimi, etiketli veri kümesini kullanarak algoritmaları eğitmeyi içerir. Bu tür öğrenme, giriş verilerinden çıkış etiketlerine bir eşleme öğrenerek, görünmeyen veriler üzerinde tahminler veya sınıflandırmalar yapabilme yeteneği kazandırır **[1]** .



Görsel 1. Denetimli Makine Öğrenmesi Algortiması Yapısı

2.2.1. XGBoost (Extreme Gradient Boosting) Algoritması

XGBoost, temel olarak ağaç tabanlı bir makine öğrenimi algoritmasıdır. XGBoost, bir dizi öğrenilmiş karar ağacını birleştirerek birleşik bir model oluşturur**[2]**. Bu ağaçlar, birbirini tamamlayacak ve hataları azaltacak şekilde bir araya getirilir. XGBoost algoritmasının matematiksel denklemi şu şekildedir:

$$F(x) = L(\theta) + \Omega(\theta)$$

$$L(\theta) = \sum_{i=2}^{n} \left(-(y_i \log(\hat{y}_i) + (1 - y_i)\log(1 - \hat{y}_i))\right)^2$$

$$\Omega(\theta) = \gamma T + \frac{\lambda}{2}\sum_{j=1}^{T} (w_j)^2$$

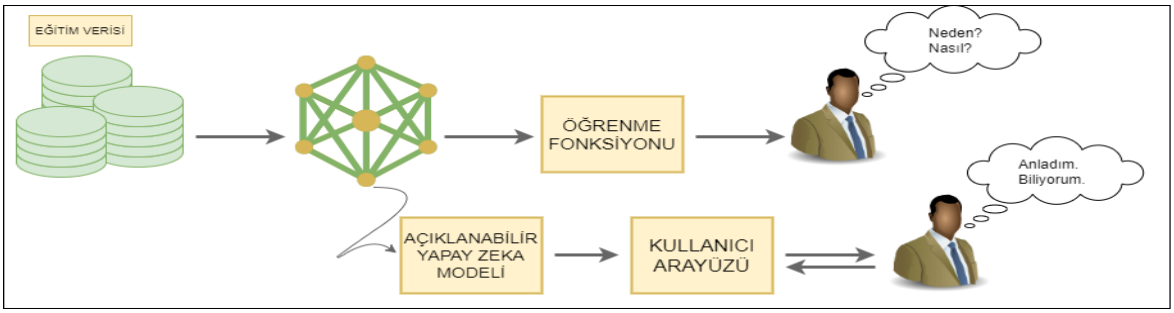
Bu denklemde ,$L(\theta)$ kayıp fonksiyonunu temsil eder ve modelin tahminlerinin gerçek değerlerden ne kadar saptığını ölçer. Bu genellikle regresyon için ortalama kare hatasını veya sınıflandırma için, çeşitli kayıp fonksiyonlarını içerebilir.

Denklemin diğer terimi, $\Omega(\theta)$düzenlileştirme terimini temsil eder ve ağaçların karmaşıklığını kontrol etmek için kullanılır. Bu terim ağaçların büyüklüğünü ve sayısını sınırlamaya yönelik cezalar getirmektedir. Bu aşırı uyumdan korur.

Denklemin üçüncü terimi, θ modelin parametrelerini temsil eder. Bu parametreler, her ağacın düğümlerindeki karar kurallarını, ağırlıkları ve diğer özellikleri içerir.

2.3. Açıklanabilir Yapay Zeka

Açıklanabilir yapay zeka, makine öğrenimi modellerinin kararlarını net bir şekilde izah etmeyi amaçlayan bir dizi süreç ve yöntemi ifade eder**[3][4].** Bu yapı, şeffaflık ve anlaşılabilirlik sağlamak için üç ana unsuru barındırır: makine öğrenimi algoritması, açıklama algoritması ve kullanıcı arayüzü. Bu unsurlar bir araya gelerek, modelin kararlarını kullanıcı için anlaşılır bir şekilde açıklamak ve anlamak için bir arayüz sağlar.



Görsel 2. Açıklanabilir Yapay Zeka Algoritması Yapısı

2.3.1. LIME (Yerel Yorumlanabilir Model-Agnostik Açıklamalar)

LIME algoritması, model tahminlerindeki önemli faktörleri açıklamak için kullanılan bir yapay zeka yöntemidir. Bu metodoloji, genellikle sayısal değişkenlerin sınıflandırılması, veri setinin benzer dağılımına sahip yeni gözlemlerin üretilmesi ve bu veri seti temelinde açıklanabilir bir model geliştirilerek değişkenlerin gözlemler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi aşamalarını takip eder **[5]**.

LIME algoritmasının genel matematiksel ifadesi ;

$$e(x) = \underset{g \in \varsigma}{\operatorname{argmin}} (f, g, \pi_x) + \Omega(g)$$

formülü ile açıklanır. Burada x açıklanan örnektir. x 'in açıklaması ,(f, g, π_x) aslına uygunluk terimini $\Omega(g)$ karmaşıklığıyla maksimumlaştırılmasının sonucudur. f , bir açıklayıcı tarafından açıklanan ve g ile temsil edilen bir kara kutu modelini temsil eder.

2.4.Başarı Metrikleri

Model başarı metrikleri, bir makine öğrenimi modelinin performansını değerlendirmek için kullanılan ölçümlerdir. Bu metrikler, modelin etkinliğini değerlendirmek, çeşitli modeller arasında karşılaştırma yapmak veya modelin parametrelerini ayarlamak için kullanılır.

2.4.1. Karmaşıklık Matrisi

Kurulan bir sınıflandırma modelinin sonuçlarını yorumlayabilmek ve gerçek ile tahmin edilen değerler arasındaki ilişkideki hataları çapraz olarak inceleyebilmek için karmaşıklık matrisi kullanılır.

		GERÇEK SONUÇLAR	
		Pozitif (1)	Negatif (0)
TAHMİN EDİLEN SONUÇ	Pozitif (1)	TP [1,1]	FP [1,0]
	Negatif (0)	FN [0,1]	TN [0,0]

Görsel 3. Karmaşıklık Matrisi

2.4.2. Doğruluk Hassasiyet, Geri Çağırma, F1-Skoru

Doğruluk, anlaşılması ve yorumlanması en basit ölçütlerden birisidir. Makine öğrenmesi sınıflandırma algoritmalarının testlerinde sıklıkla kullanılır. Doğruluk skoru,

$$Doğruluk = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

formülü ile hesaplanır. Doğruluk skoru 0 ve 1 arasında olup 1'e yaklaşan skorlarda model başarılı kabul edilir.

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

$$Geri\,Çağırma = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$F1 - Skoru = \frac{2 \cdot Hassasiyet \cdot Geri\,Çağırma}{Hassasiyet + Geri\,Çağırma}$$

Bu metrikler, karmaşıklık matrisindeki değerleri kullanıp model başarısını daha net gösterir.

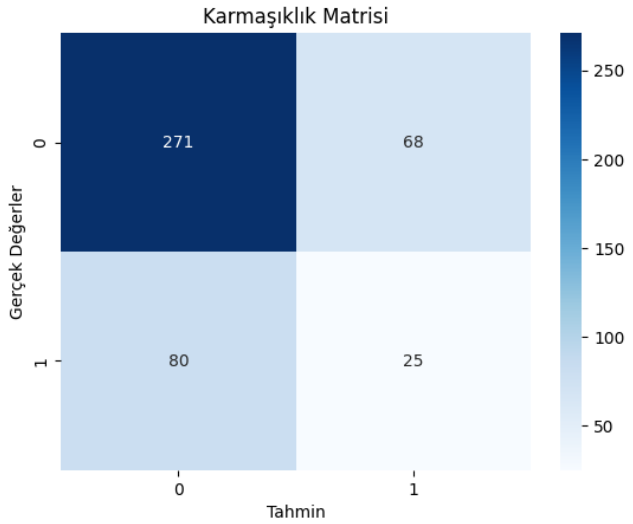
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Veri setimizi veri ön işlemeden geçirdikten sonra "Complain" değişkenini hedef değişken olarak belirleyip 20% test ve 80% eğitim veri seti olacak şekilde iki bölüme ayırdık. XGBoost (Extreme Gradient Boosting) algoritmasıyla eğitim veri seti üzerinden model eğitimimizi yaptık. Model başarışını performans metriklerimizle ölçtük. Aldığımız sonuçlar Çizelge 2'de bulunmaktadır.

Çizelge 2. XGBoost Modeli Performans Skorları

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

PERFORMAN METRİĞİ	SKORU (%)
Doğruluk	66,67
Hassasiyet	26,88
Geri Çağırma	23,81
F1-Skoru	25,25

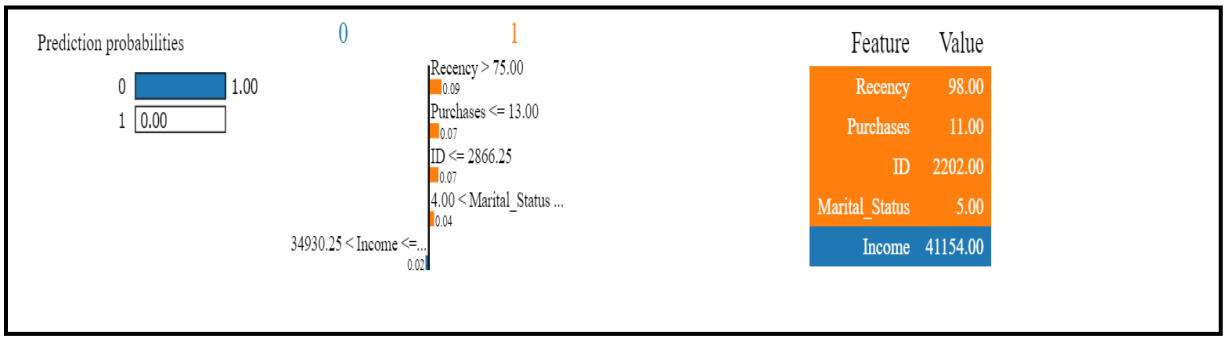


Görsel 4. Karmaşıklık Matrisi

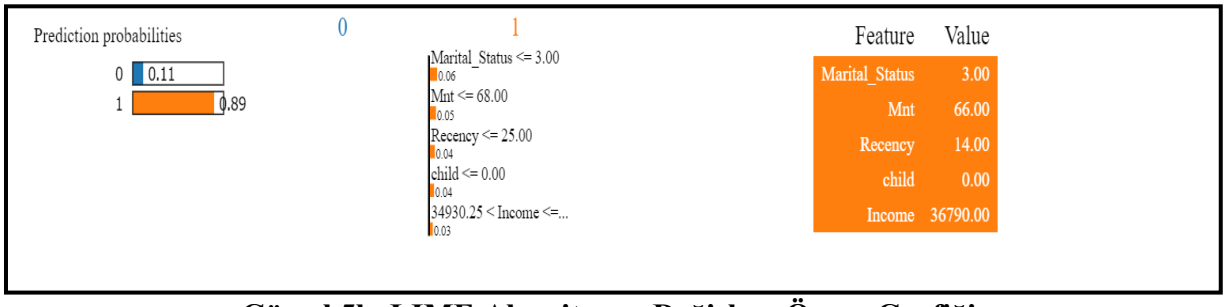
Alınan sonuçlar kullanılan veri setinin gözlem sayısının azlığı ve hedef değişkenimizdeki benzersiz değerlerin kötü dağılımından etkilenmektedir.

Bu aşamadan sonra modelimizin verdiği sonuçları Açıklanabilir Yapay Zeka algoritmalarından LIME (Yerel Yorumlanabilir Model-Agnostik Açıklamalar) algoritmasını kullanılarak açıkladık.

LIME algoritması, sunduğu arayüz ile bir gözlemin hangi sınıfa ait olduğunu yüzde kaç doğrulukla belirleyebileceğimizi gösterir. Ayrıca, bu duruma neden olan parametrelerin durumunu ve ilgili gözlemin gerçek değerlerini gözlemleme imkanı sağlar.



Görsel 5a. LIME Algoritması Değişken Önem Grafiği



Görsel 5b. LIME Algoritması Değişken Önem Grafiği

LIME algoritmasının bizlere sunduğu arayüzden Görsel 5a'da gözlemimiz mağazanızı 100% olasılıkla sizden şikayet etmeyecektir ve durumun oluşmasında da en güçlü etken "Income" parametresidir.

Bir diğer gözlemimizde ise (Görsel 5b) kişi 89% olasılıkla sizden şikayetçi olacaktır ve durumun oluşmasına "Martial_Status" , "Mnt" , "Recency", "child" , "Income" parametreleri etkili olmuştur.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma, Maven Marketing'in müşteri veri seti üzerinde XGBoost algoritması kullanılarak gerçekleştirilen bir makine öğrenmesi modeli ile müşteri memnuniyetini artırmayı hedeflemektedir. Çalışma, müşteri profilleri, ürün tercihleri, kampanya başarıları ve kanal performansı gibi çeşitli faktörleri analiz ederek, pazarlama stratejilerini optimize etmeye yönelik değerli öngörüler sunmayı amaçlamaktadır.

Çalışma sonuçlarına göre, elde edilen performans metrikleri şu şekildedir: doğruluk %66,67, hassasiyet %26,88, geri çağırma %23,81 ve F1-skoru %25,25. Ancak, bu metriklerin düşük olması, kullanılan veri setinin gözlem sayısının azlığı ve hedef değişkenin kötü dağılımından kaynaklanır. Bu nedenle, modelin genel performansını daha iyi değerlendirmek için daha büyük ve dengeli bir veri setinin kullanılması önerilir..

Ayrıca, açıklanabilir yapay zeka (XAI) algoritmalarından LIME kullanılarak modelin tahminlerinin açıklanması yapılmıştır. LIME algoritması, müşteri şikayet durumlarını etkileyen önemli parametreleri belirlemekte ve bu parametrelerin etkilerini açıklamaktadır. Örneğin, "Income" parametresinin şikayet olasılığını belirlemede önemli bir etken olduğu ortaya çıkmıştır.

Genel olarak, bu çalışma, müşteri memnuniyetini artırmak için pazarlama stratejilerini geliştirmek amacıyla yapay zeka tekniklerinin kullanımını değerlendirmektedir. Ancak, modelin performansını artırmak için daha fazla veri ve geliştirilmiş özellik setleri kullanılması önerilmektedir. Ayrıca, açıklanabilir yapay zeka teknikleriyle elde edilen bilgilerin, işletmelerin stratejik karar alma süreçlerine değerli bir perspektif sağlayabileceği vurgulanmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Atalay, M., & Çelik, E. (2017). Büyük veri analizinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamalari-artificial intelligence and machine learning applications in big data analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *9*(22), 155-172.

[2] ALTAN, G., & DEMİRCİ, S. (2022). Makine öğrenmesi ile nakit akış tablosu üzerinden kredi skorlaması: XGBoost yaklaşımı. *Journal of Economic Policy Researches*, *9*(2), 397-424.

[3] Alpkoçak, A. Sağlıkta açıklanabilir yapay zekâ.

[4] PEHLİVANLI, A. Ç., & DELİLOĞLU, R. A. S. (2021). Hibrit Açıklanabilir Yapay Zeka Tasarımı ve LIME Uygulaması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (27), 228-236.

[5] Garreau, D., & von Luxburg, U. (2020). Looking Deeper into Tabular LIME. http://arxiv.org/abs/2008.11092

DURAK FRENİ SİSTEMİNİN LF12 ARACINA UYGULANMASI

Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Mehmet Kuş

Ulaşım İç ve Dış Ticaret A.Ş., mehmet.kus@ulasim-as.com , 0009-0009-9174-792X

Ar-Ge Elektrik Yazılım Mühendisi, Muhammet Sefa Odabaşı

Ulaşım İç ve Dış Ticaret A.Ş., sefa.odabasi@ulasim-as.com , 0000-0002-8834-8196

ÖZET

Ekonomik, sosyal ve kültürel gelişmeler yıllar içinde kendini göstermiş ve toplumun bu gelişmeler çerçevesinde temel olarak etkilendiği konuların başında ulaşım gelmektedir. Ulaşım toplumların mutlak ihtiyaçları arasında yer almaktadır. A noktasından B noktasına daha hızlı ve güvenli bir ulaşım devletlerinde merkezine aldığı konular arasında yer almaktadır. Bunun sonucunda devletler ulaşım konusunda birçok yeniliğe imza atmaktadır. Şehrin ihtiyaçlarına cevap verebilmek adına yapılan bu yeniliklerden birisi de tabii olarak yolcu güvenliğidir. Ulaşım esnasında araç içi yolcu ve sürücü güvenliği konusunda birçok çalışma yapılmış olsa da araç dışı güvenliği konusunda da yapılan birtakım uygulamalar mevcuttur. Araç dışı güvenliği denilince akla ilk gelen kısım otobüs duraklarıdır. Otobüs duraklarının seçiminde sürücünün otobüsü rahat bir şekilde duraklatabildiği ve kolay bir şekilde harekete geçebileceği konumlar ön plana çıkmaktadır. Bu bildiride otobüs duraklarında yolcu güvenliğinin sağlanması adına LF12 aracındaki durak freni uygulaması anlatılmaktadır. Araç durakta durduğunda kapıları açtığı anda otomatik olarak devreye girmekte olan bu sistem aracın o anki vites durumu ve gaz pedalı konumu ne olursa olsun hareketine izin verilmeyerek, yolcuların otobüse inme ve binme esnasında oluşabilecek kazaların önüne geçmektedir. Araç kapıları kapandığı anda otomatik olarak durak freni devre dışı kalmakta ve araç hareket edilebilir hale gelmektedir. Bu uygulamanın temel amacı yolcu güvenliğinin sağlanması ve sürücü ya da otobüs kaynaklı oluşabilecek herhangi bir olumsuz durumun önüne geçmektir.

Anahtar kelimeler: Durak freni, LF12, Yolcu güvenliği, CAN Bus sinyalleri,

1. GİRİŞ

Günümüzde otobüs insanların sıklıkla tercih ettiği bir ulaşım aracıdır. Otobüslerin güvenliği halkın önemli bir endişesi haline geldi.(Zhang, n.d.) Toplu taşımacılığın büyümesi ve sürdürülebilirliği bir gereklilik olmaya devam etmekte, ancak çoğu zaman kullanıcı güvenliğini artırma konusunda yeterli endişe duyulmamaktadır(Kooi, 2015). Otobüs duraklarında güvenli ve sürdürülebilir bir altyapıya ulaşmak için otobüs duraklarının güvenlik düzeyinin değerlendirilmesi ve güvenliği artırıcı önlemlerin önerilmesi gerekmektedir(Cheranchery et al., 2019).Bu bağlamda duraklarda araçlara uygulanabilir sistemlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir. LF12 aracına uygulanan Durak Freni Sistemi, güvenlik konusunda faydalı bir

model olarak karşımıza çıkmaktadır. Sistemin amacı şehir içi otobüslerin yolcu almak için duraklara geldiği anda yolcuların güvenle araca biniş ve inişlerini sağlamaktır.

Araç güvenliğinin temelinde araç fren sistemi yer almaktadır. Bu sistemin amacı kapılar açıldığı anda araca otomatik fren yaptırarak, kapılar kapanıncaya kadar aracı ve yolcuları güvende tutmaktır. Normal frenleme de araç maksimum 1000 kPa basınç ile araca fren yaptırmaktadır. Durak freni sistemi devreye girdiğinde, sistemin lastiklere uyguladığı fren basıncı 300 kPa seviyesindedir. Bu basınç seviyesi aracı bulunduğu konumda tutmaya yeterlidir. O esnada sürücü gaza bastığında araç hareket etmeyecektir. Araç ana kontrol ünitesi bu durumu kontrol etmektedir.

LF12 Aracına uygulanan durak freni sistemindeki amaç yolcu güvenliğini arttırmaktır. Duraklarda yolcu indirilip bindirildiği anda kapıların açık olma durumuna bakılarak aracın otomatik fren yapması sağlanmıştır. Kapıların açık olma durumuna bağlı olarak araçta gaz kesme işlemi uygulanıp daha güvenli bir sistem amaçlanmıştır. Kapılar kapandığı anda otomatik frenleme devreden çıkar ve araç hareket ettirilebilir hale gelir. Araç hareket halinde iken kapıların açılması engellenmektedir, bu koşuldan dolayı araç hareket halinde iken otomatik frenleme devreye girmemektedir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE UYGULAMALAR

Bu bildiride, durak freninin uygulamasından ve bu uygulamanın yararlarından bahsedilmektedir. Durak Freni uygulamasının araç üzerindeki etkileri incelendiğinde yolcu güvenliğini sağlamak için uygulanmış bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. Durak Freninin hangi koşullarda devre girip girmeyeceği ve devreye girdiğinde araç üzerindeki etkisi incelenmektedir. Ek olarak durak freni sistemi devreye girmesi gerektiği koşullarda devreye girmez ise sistemi devreye almak için gereken fonksiyonların uygulanmasıyla ilgili yöntem mevcuttur.

LF12 Araçta bulunan toplam 3 adet kapı mevcuttur. Aracın ana kontrol ünitesi kapıların açık olduğu bilgisini alarak araca otomatik fren yaptırmaktadır. Kapılar kapalı ise herhangi bir frenleme devreye girmemektedir. Fren sisteminde ya da iletilen sinyallerde oluşabilecek olumsuzluklardan dolayı durak freninin devreye girmemesine karşın durak frenini devreye almak için sürücü panelinde bir tuş bulunmaktadır. Bu tuşa basılarak sinyal fren kontrol ünitesine gönderilerek durak freni aktif hale getirilebilir.

2.1.Durak Freninin Manuel Aktif ve Manuel Pasif edilmesi

Durak freni sisteminin uygulanması donanımsal olarak basit bir yapıya sahip olsa da yazılımsal olarak daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Durak freni iptal ve aktif butonu haricinde ek olarak donanımsal bir parça kullanılmamıştır. Durak freni iptal butonu görsel 1'de görüldüğü gibidir. Araçta, hız kesici (retarder) iptal butonun yanında bulunur. Üstündeki koruma plastiği kaldırılarak buton aktif veya pasif hale getirilebilir.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Görsel 1: Durak Freni İptal Anahtarı

Durak Freninin Manuel aktif etmek için kullanılan buton sürücü kontrol panelinin üzerinde sürücünün kolay erişebileceği bir konumda bulunmaktadır.

Görsel 2: Durak Freni Manuel Aktif Butonu

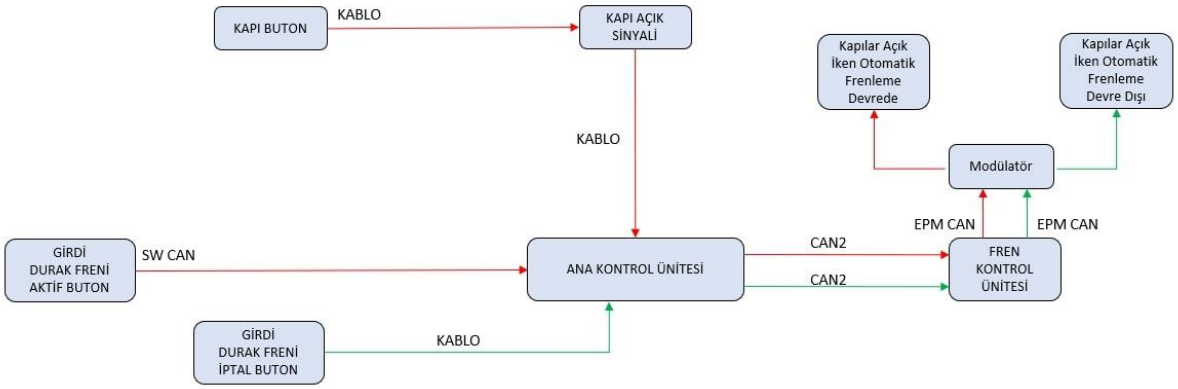
Görsel 2'de işaretlenmiş buton durak frenini manuel olarak aktif etmektedir.

2.2.Durak Freni Sistem Mimarisi

Durak freni sistem mimarisi görsel 3'te gösterildiği gibidir. Kapılardan gelen kapı açık veya kapalı sinyaline göre araç kontrol ünitesi oluşturulan algoritmalara göre karar verici olarak

davranıp CAN hattı aracılığıyla fren kontrol ünitesine kapı açık veye kapalı sinyali gönderilir. Fren kontrol ünitesinin aldığı bu bilgi ile araç tekerleklerine fren yaptırılır.

Durak frenini devreden çıkarmak için görsel 3'te görüldüğü üzere durak freni iptal anahtarından çıkan kablo giriş/çıkış modülüne sinyal gönderir. giriş/çıkış modülü bu sinyali can hattı aracılığıyla araç kontrol ünitesine gönderir. araç kontrol ünitesi oluşturulan algoritmalara göre karar verici olarak davranıp can hattı aracılığıyla fren kontrol ünitesine durak freni devre dışı bilgisini gönderir.



Görsel 3: LF12 Durak Freni Sistemi Araç İçi Haberleşme Mimarisi

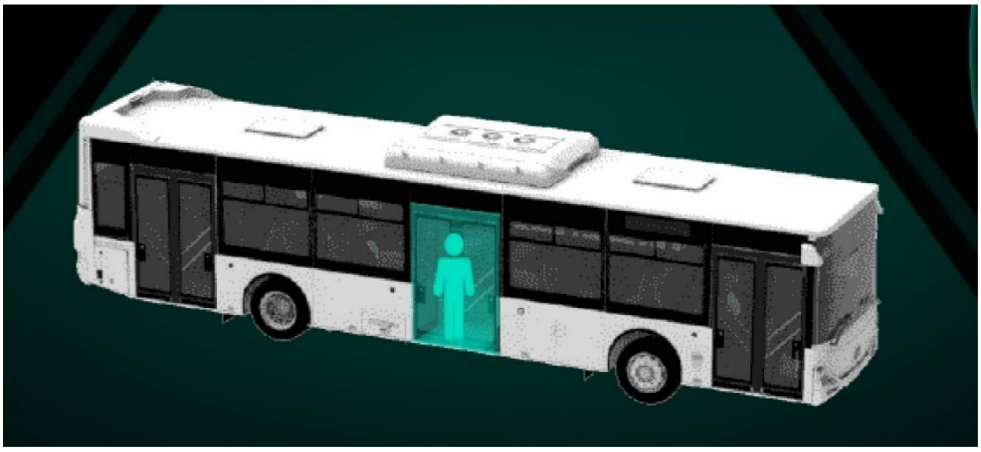
Ek olarak durak freni devreye girmediği anlarda ise podyum üzerinde bulunan anahtar yardımıyla durak freni devreye alınabilir .Bu işlemin, podyum üzerindeki anahtarın SW CAN arcılığıyla araç kontrol ünitesine sinyal göndermesiyle gerçekleşir.

2.3.Sürücü İkaz ve Göstergeler

Durak freni sisteminin ,sürücü için daha kolay ve anlaşılır olması için sürücü ekranında birtakım gösterge işaretleri yer almaktadır. Bunların başında Görsel 4'te görüldüğü üzere kapıların açık-kapalı durumlarını anlık olarak gösteren bir görsel mevcuttur.

Bu bilginin yanı sıra durak freninin aktif ve pasif durumuna göre ekranda ikaz işaretleri çıkmaktadır.Bu ikaz işaretleri araç ve yolcu güvenliği için sürücüyü bilgilendirme açısından önemli bir durumdur.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9



Görsel 4: Kapı Durum Bilgisi

Görsel 5: Durak Freni İptal Göstergesi

Görsel 6: Durak Freni Aktif Göstergesi

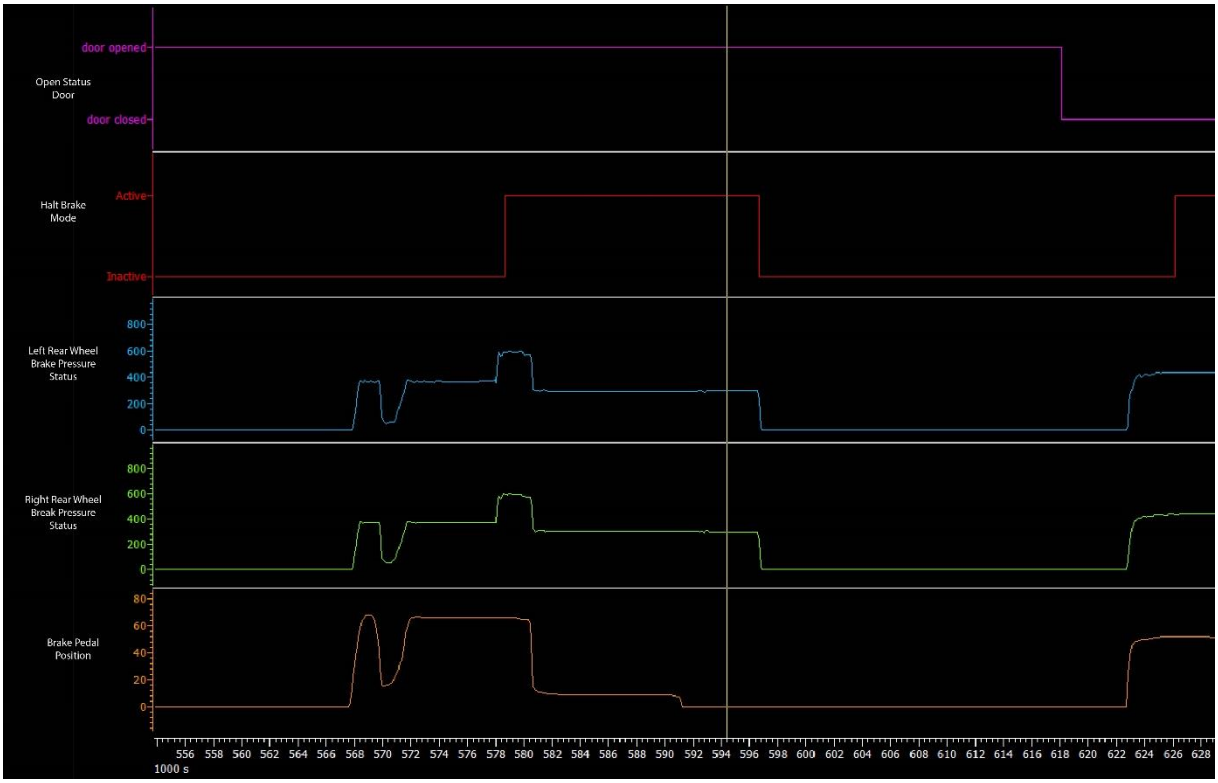
Sürücü sürüş esnasında durak freniyle alakalı Görsel 5 ve 6'daki uyarıları görmektedir. Bu uyarılar sürücünün araç başında daha güvenli bir sürüş gerçekleştirmesi için sürücü gösterge panelinde gösterilmektedir. Durak freni aktif olduğunda Görsel 6'da gösterildiği gibi bir ikaz işareti sürücü panelinde gösterilmektedir. Durak freni iptal edildiğinde Görsel 5'te gösterildiği gibi bir ikaz işareti karşımıza çıkmaktadır .Bu ikaz işaretleri sürücü için durak freninin mevcut durumunu izlemesi adına daha kolay bir yol sunmuştur.

3. TARTIŞMA

Fren sistemi bir otomobil güvenliğinin en önemli unsurudur. Aracı yavaşlatabilmeli, hızlı müdahale edebilmeli ve değişen koşullar altında güvenilir olmalıdır(Wibowo et al., 2016). LF12 aracında normal şartlarda tekerleklere 10 bar seviyesinde fren basıncı uygulanır. Durak freni devreye girdiği anda tekerleklere 295-305 kPa seviyesinde fren basıncı uygulanır. Buna ek olarak kapılar açık ve durak freni devrede olduğu anda araçta gaz kesme işlemi uygulanmıştır. Sürücü gaz pedalına bastığında motor bir tepki vermemektedir. Normal şartlarda sürücü kapıları kapattığından emin olduktan sonra harekete geçmelidir. Kapılarda oluşabilecek herhangi bir arızadan dolayı kapılar tam kapanmayabilir, dolayısıyla durak freni aktif olduğu için aracı harekete geçirmek zor olacaktır. Böyle bir durumda aracı harekete geçirmek için

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

durak freni iptal anahtarını devreye alarak, durak frenini devreden çıkartıp araç tekrar harekete geçirilebilir. Yaklaşık 40 dakikalık test sürüşü yapılarak CAN haberleşme hattı incelenmiş ve bu hattan iletilen ya da alınan mesajlar kayıt altına alınmıştır. Görsel 7'deki grafikte LF12 araçta kapılar açıldığı anda durak freninin devreye girdiği ve arka aksta bulunan sağ ve sol tekerleklere 300 kPa basınç uygulandığı görülmektedir. Bu esnada fren pedalına herhangi bir kuvvet uygulanmadığı da grafikte görülmektedir.



Görsel 7: Durak Freni Sisteminin Araç Durumuna Bağlı Çalışma Grafiği

Görsel 7'de Herhangi bir Kapı Açık iken Durak Freninin devrede olduğu ve Tekerleklere uygulanan fren basıncının 300 PSI olduğu gözlemlenmiştir. Fren basıncı 300 PSI olduğu aralıkta fren pedal konumunun % 0 da olduğu grafikte gözlemlenmektedir. Bu sonuçlar bize durak freninin devreye girdiğini göstermektedir.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bildiride durak freni sisteminin LF12 aracında uygulanması anlatılmaktadır. Durak freninin uygulanmasının başlıca nedeni yolcu güvenliğini sağlamaktır. Bu nedenle araç durakta durduğu zaman herhangi bir kapı açıldığı anda durak freni otomatik devreye girer ve arka aksta bulunan tekerleklere 295-305 PSI aralığında basınç uygulayarak, aracın hareket etmesini engellenmiştir. Bu durumda kapı kapalı olmadığında veya sürücü kapıların açık olduğunun farkına varmadığında sürücü aracı hareket ettirmek isteğinde bu hareketi gerçekleştiremeyecektir. Durak freni otomatik devreye girmediği anda sürücü gösterge paneli üzerinde bulunan durak freni aktif butonuna basarak durak freni devreye alınabilir. Yapılan test sürüşlerinde de kapıların açıldığında durak freninin devreye girdiği ve bu esnada sürücü gaza bassa dahi aracın gaz pedalını algılamadığı tespit edilmiştir. Durak freni ile alakalı sürücü podyumunda bulunan bütün butonların çalışma durumları da test sürüşlerinde denenmiş ve testi başarıyla geçmiştir.

KAYNAKÇA

Cheranchery, M. F., Bhattacharyya, K., Salih, M., & Maitra, B. (2019). A proactive approach to assess safety level of urban bus stops. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, *26*(3), 260–270. https://doi.org/10.1080/17457300.2019.1626442

Kooi, B. (2015). Security Concerns at Hot-Spot Bus Stop Locations. *Journal of Applied Security Research*, *10*(3), 277–307. https://doi.org/10.1080/19361610.2015.1038762

Wibowo, D. B., Haryanto, I., & Laksono, N. P. (2016). Indonesian commercial bus drum brake system temperature model. *AIP Conference Proceedings*, *1717*. https://doi.org/10.1063/1.4943478

Zhang, Q. (n.d.). *Bus Passenger Safety Protection System*. https://doi.org/10.25236/icess.2019.045

İNTERNET KAYNAKLARI

https://www.ulasim-as.com/ (E.T. 15.02.2024)

A NOVEL METHOD TO ASSESS THE STATE SAFETY PROGRAMME (SSP) IMPLEMENTATION LEVELS OF THE STATES: THE ICAO SSPIA MATURITY MODEL

Dr. ERDAL YEŞİLBAŞ
Qatar Civil Aviation Authority (QCAA), Aviation Safety Department,
erdalyesilbas@yahoo.com, Mobile: +97450289983, ORCID ID: 0000-0001-9510-2023
Prof. Dr. TUĞRUL OKTAY
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ, Faculty of Aeronautics and Astronautics,
tugruloktay52@gmail.com, Mobile: +905335186324, ORCID ID: 0000-0003-4860-2230

ABSTRACT

International Civil Aviation Organization (ICAO) Annex 19 on Aviation Safety Management mandates all its Member States to implement a State Safety Programme (SSP). An SSP is a structured and systematic way of managing aviation safety at the State level. It consists of a set of regulations, resources, and activities to increase the level of aviation safety performance in a State continuously and systematically. For the ICAO to determine the level of SSP implementation by its Member States, a surveillance mechanism under the ICAO Universal Safety Oversight Audit Programme (USOAP) Continuous Monitoring Approach (CMA) has been established. However, the time and experience have shown that the oversight of the SSP should be a bit different than the normal prescriptive audit protocols. In other words, an SSP is a more performance-based environment where progress is a continuous phenomenon. Therefore, it should be evaluated in terms of maturity levels rather than only giving satisfactory or non-satisfactory judgment marks. In this regard, ICAO has introduced a new audit mechanism under its USOAP CMA, focusing more on the effectiveness and continuous improvement of the SSP implementation. This new approach is named as ICAO State Safety Programme Implementation Assessment (SSPIA), and it is a surveillance mechanism by which the effectiveness of the SSPs of the ICAO Member States are being assessed via a new maturity model. This study aims to give a background of the ICAO SSP surveillance mechanisms and introduce the novel assessment model recently developed by ICAO to oversee the SSP implementation status of the ICAO Member States.

Keywords: Aviation Safety Management, State Safety Programme (SSP), ICAO, USOAP, SSPIA.

1. INTRODUCTION

When it comes to bringing people, cultures, and economies together, aviation is one of the key sectors of the global economy. Orville Wright made history on December 17, 1903, when he

accomplished the first successful flight at a height of 20 feet (about 6.1 meters) for 12 seconds at a distance of 120 feet (about 36.6 meters). Since then, the man's aviation endeavors have seen numerous stages and have now reached an astounding level [1].

Air travel has shown to be an essential means of transportation, exhibiting a doubling of volume every 15 years despite the ups and downs it has experienced. Put another way, a lot has happened in the civil aviation sector since the Wright brothers' historic first flight, both in terms of the distance traveled and the cargo carried. Without a doubt, this advancement is the outcome of a shared accomplishment that has lasted for more than a century and is always changing. Members of the civil aviation community, including stakeholders in the sector and regulatory organizations, have contributed to this collaborative accomplishment. To optimize the advantages of air travel and encourage sustainable growth of aviation, all domestic and international stakeholders must collaborate [2].

Every Member State of the International Civil Aviation Organization (ICAO) is required to establish a State Safety Programme (SSP) in accordance with Annex 19 on Aviation Safety Management. An SSP is a methodical and organized approach to state-level aviation safety management. It comprises of a collection of regulations, resources, and initiatives to consistently and methodically raise a State's aviation safety performance standards.

Under the Continuous Monitoring Approach (CMA) of the ICAO Universal Safety Oversight Audit Programme (USOAP), a surveillance mechanism has been devised to enable the ICAO to ascertain the extent of SSP implementation by its Member States. Time and experience, however, have demonstrated that the SSPs' monitoring has to depart slightly from the typical prescriptive audit procedures. Stated differently, a more performance-based setting where improvement is continuous can be found in an SSP.

Therefore, maturity levels should be taken into consideration when evaluating it rather than just assigning satisfactory or non-satisfactory judgment marks. Under its USOAP CMA, ICAO has implemented a new audit methodology that is more centered on the effectiveness and ongoing enhancement of the SSP implementation. The effectiveness of the SSPs of the ICAO Member States is evaluated by a new maturity model in a monitoring mechanism known as the ICAO State Safety Programme Implementation Assessment (SSPIA).

The purpose of this study is to provide background information on the ICAO SSP surveillance mechanisms and to provide the new evaluation model that the organization recently created to monitor the ICAO Member States' SSP implementation status.

2. REGULATORY BASIS

Only with an architecture of globally harmonized legislations can the rise of enhanced air transport connectivity and the sustainability of the increase in air traffic be conceivable. The International Convention on Civil Aviation (Chicago Convention), which was signed in 1944 and laid the groundwork for the creation of the International Civil Aviation Organization (ICAO) by outlining the fundamentals of international air travel, is the cornerstone of the current civil aviation system. The primary objective of the International Civil Aviation Organization (ICAO) since its establishment has been to furnish all Member States with the necessary support to attain optimal adherence to civil aviation regulations, guidelines, and protocols.

With the current 19 Annexes of the Chicago Convention, the International Civil Aviation Organization (ICAO), the global authority on civil aviation, oversees more than 12,000 global standards and recommended practices (SARPs). In addition to ensuring aviation security and safety, nations that adhere to these international norms and design their domestic legal frameworks in line with them also help to facilitate the smooth and successful operation of aviation [3].

Annex 19 - Safety Management, was adopted in 2013 and is the most recent Annex included in the International Civil Aviation Organization's (ICAO) system of international aviation standards related to the Chicago Convention. ICAO created this Annex in order to assist States in managing aviation safety risks in cooperation with their service providers.

Owing to the growing intricacy of the international aviation industry and the global air transportation system, it is imperative to guarantee the safe operation of aircraft through a range of regulations and guidelines. At this point, through a proactive approach, ICAO safety management regulations enable the ongoing evolution of aviation safety performance. This proactive approach is predicated on the implementation of a Safety Management System (SMS) by service providers in conjunction with the State, taking into account the State Safety Programme (SSP), which systematically controls aviation safety risks at the State level [4].

Each ICAO Member State has ultimate sovereignty over its airspace, which is a basic concept. However, the Chicago Convention also lays out all States' obligations with regard to civil aviation activity on their territory. The duty of Member States to oversee safety is emphasized by the Chicago Convention and its Annexes, which cover every facet of civil aviation operations and include a plethora of standards and best practices [5].

To maintain safe, efficient, and sustainable civil aviation operations, each State is required to control and oversee the civil aviation activities falling under their purview. Therefore, each State's Civil Aviation Authority (CAA) is responsible for overseeing and regulating the local civil aviation system at the national level, adhering to the worldwide standards established by the worldwide Civil Aviation Organization (ICAO). The national civil aviation authorities adapt the international standards to their particular civil aviation environment in order to build their own regulations.

The degree of adherence to ICAO standards and recommended practices, or SARPs, is a measure of the state of the aviation system in that nation as well as its overall performance. Therefore, each and every Member State of the ICAO, in other words, the signatory States of the Chicago Convention, are required to fully follow the standards and recommended practices set by the ICAO.

3. A SYNOPSIS OF SAFETY MANAGEMENT

The Definitions chapter of ICAO Annex 19 defines safety as "the state in which risks associated with aviation activities, related to, or in direct support of the operation of aircraft, are reduced and controlled to an acceptable level" when examining the meaning of the term in aviation terminology.

Put differently, safety refers to the state of "being sure" that all risks are brought to a manageable level and maintained under control by proactively identifying all potential hazards during

aviation operations, evaluating the risks associated with these hazards, and taking the required actions to lower the level of those risks. This method is shown in Figure 1.

Figure 1. *Safety Risk Management*

A reactive approach to safety is one that uses accident investigation to try and determine the causes of incidents and accidents. This method focuses on drawing lessons from past events and taking the required precautions to keep them from happening in the future. The accident and incident reports serve as the data source for the reactive strategy.

The proactive approach, on the other hand, focuses on identifying potential hazards through the gathering and examination of safety data acquired through diverse means prior to any accident or incident. This allows for the assessment of the risks associated with those hazards and the subsequent mitigation of risk factors before they result in an accident or incident. By analyzing ongoing activities, safety data are available in the proactive method.

A proactive safety management approach is required to provide more effective management of these risks because the quantity and types of risks are increasing due to the relative decline in resources added to the system today due to the growth in air traffic volume. Put another way, there is no luxury in managing safety in the present day like waiting for accidents to happen and then waiting to learn from them.

Air travel has emerged as the safest mode of transportation in the modern era, and aviation safety has achieved the highest levels in aviation history when the relevant statistics are examined [6]. In order to maintain operations without sacrificing safety standards and to assure the sustainable development of this growth, it is imperative that reactive thinking systems give way to proactive systems. Figure 2 shows this transition as well as the sources of safety information for proactive and reactive techniques.

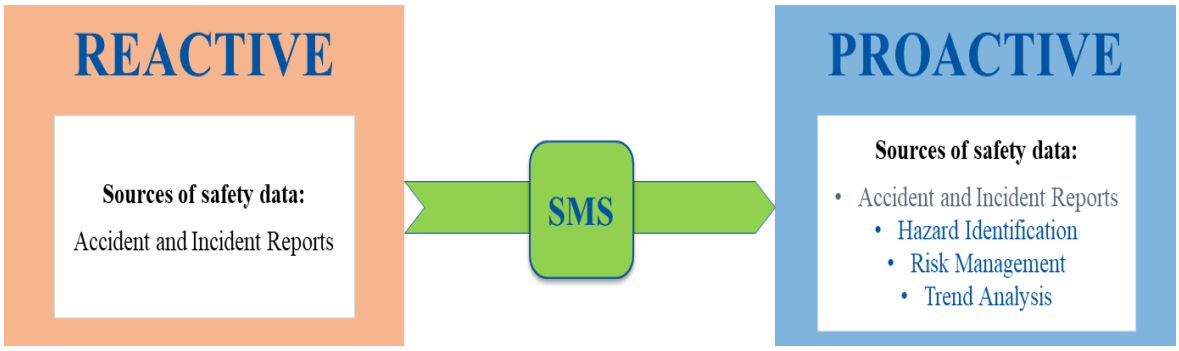


Figure 2. *The Transition from Reactive Systems to Proactive Systems*

The fact that proactive approaches in a healthy safety management environment are built on reactive ones is one of the crucial things to take into account in this context. The combination of two techniques yields a comprehensive safety management system that maximizes the benefits of both.

As is evident from all of the aforementioned arguments, aviation manifestly requires an efficient safety management system; it is not a choice. This requirement is further supported by the advantages that come from a comprehensive approach to safety management. Some advantages of safety management systems for organizations are enumerated in the list below [7]:

- an enhanced safety culture within the organization,
- a better understanding of the interfaces and relationships related to safety,
- enhanced early detection of safety hazards,
- decision-making based on safety data,
- enhanced safety communication,
- demonstrating that safety is a priority,
- lowering insurance costs in conjunction with increased safety,
- increasing productivity through clearly defined processes, and
- preventing expenses as a result of the decrease in accidents and incidents through effective risk management.

The aviation system is subject to a cultural phenomenon that influences people's decisions and behavior, much like any other system where humans are involved. This phenomenon, known as safety culture, is described as the attitudes and behaviors that people display in safety and risk management when no one is looking, according to the ICAO Safety Management Manual. An organization's safety culture provides information about how safety is perceived, appreciated, and prioritized by management and staff through:

- being aware of the hazards and risks related to the organization and its operations,
- behavior aimed at continuously preserving and enhancing safety,
- availability of the resources and tools required for safe operations,
- flexibility in responding to safety-related circumstances,
- enthusiasm for sharing and exchanging safety-related information, and
- regular evaluation of safety-related behavior throughout the organization.

The organization's safety culture has a direct impact on the effectiveness and performance of safety management systems. It is important to work toward fostering a positive safety culture inside the organization if the developed procedures are to produce the required outcomes effectively and efficiently.

4. MONITORING AND OVERSIGHT OF THE STATE SAFETY MANAGEMENT PROGRAMME (SSP) IMPLEMENTATION

The International Civil Aviation Organization's (ICAO) Strategic Objectives place safety as its top priority. The primary focus of this Strategic Objective is on a State's ability to effectively oversee safety and manage safety, with the ultimate goal of improving global civil aviation

safety. The goal is set in light of the increasing volume of goods and passenger movements as well as the requirement to address environmental sustainability and efficiency. States and their businesses benefit economically from a safe aviation system [8].

One factor preventing States from fully adhering to national and international standards for civil aviation safety has been identified as the absence or inadequacy of State safety oversight. In order to guarantee a level of safety that is either equal to or superior to that specified by the ICAO SARPs, safety supervision makes sure that the national aviation industry conforms with the applicable safety-related regulatory framework. Therefore, the cornerstone of safe international aviation operations is each State's obligation to oversee aviation safety. International civil aviation operations would be consequently at risk due to inadequate safety oversight in any single Member State.

The creation and upkeep of a State safety program (SSP) with the goal of integrated safety management is one of the standards and recommended practices pertaining to the State's safety management duties that are outlined in ICAO Annex 19 Part 3 [4].

There were two distinct sets of requirements that States had to follow when Annex 19 was initially issued. The first of these is the State Safety Program (SSP) framework, which came about with the modern safety management approach, and the other is the traditional State Safety Oversight (SSO) functions that the States have already carried out thus far, expressed with 8 critical elements (CEs) determined by ICAO.

In order to create and implement an effective safety oversight system, 8 critical elements must be considered. Critical elements are essentially the defensive tools of the safety oversight system and are necessary for the effective implementation of safety-related policy and related procedures. The critical elements in question cover the full spectrum of civil aviation activities, including areas such as airport, air traffic control, communications, personnel licensing, flight operations, aircraft airworthiness, accident/incident investigation and air transport of hazardous materials and goods.

The effective implementation of critical elements is an indicator of a State's capability in safety oversight and is continuously monitored by ICAO through the Universal Safety Oversight Audit Programme abbreviated as USOAP. These 8 critical elements are shown in Figure 3 below [9].

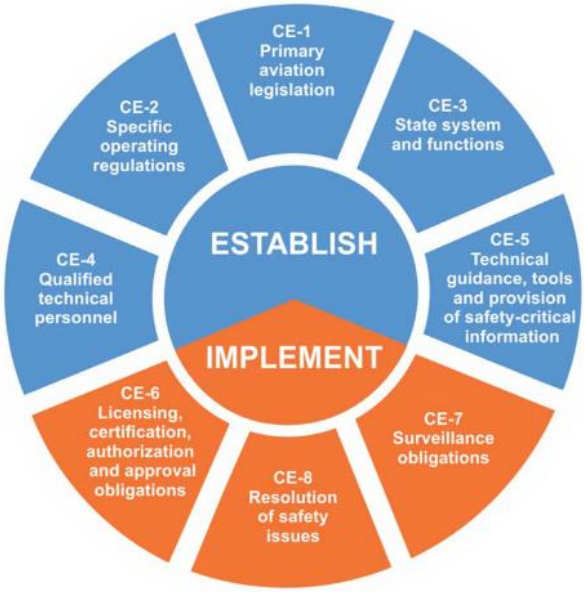


Figure 3. *The 8 Critical Elements (CEs) of a State Safety Oversight System*

By carrying out the safety oversight, States can ensure the efficient application of the safety-related ICAO SARPs and related procedures specified in the Annexes to the Convention on International Civil Aviation and related ICAO documents.

Furthermore, safety oversight guarantees that the country's aviation sector maintains a standard of safety that is at least as high as that mandated by the ICAO SARPs. The capability of the States in terms of overall safety oversight demonstrates how committed they are to aviation safety.

State safety oversight (SSO) reflects the inherent and traditional-prescriptive role of the state, which will ensure the effective implementation of ICAO SARPs by the aviation industry, while the SSP framework represents a proactive and performance-based systematic safety management approach with safety management principles.

The State's tasks and responsibilities in accomplishing aviation safety goals are addressed by the State Safety Programme (SSP) and the State Safety Oversight (SSO) system, which are interrelated. The first is required for safety oversight, and the second for safety performance and management. Certain aspects of safety management are readily apparent among the eight critical elements, indicating the shift in safety management toward a proactive approach. For example, surveillance obligations (CE-7) can be considered a safety assurance element. But when the SSP framework was first created, it also took into account specific operating regulations (CE-2) and primary aviation legislation (CE-1) as significant safety risk controls.

All these SSO and SSP responsibilities were combined and comprehensively reorganized as State safety management obligations in the 2nd Edition of ICAO Annex 19. Therefore, holistic standards and recommended practices (SARPs) addressing the State's safety management duties, encompassing both safety oversight and safety management, have produced an integrated approach to effective safety management. As a result, SSP is now defined as a program rather than a framework.

The USOAP Continuous Monitoring Approach (CMA) gives ICAO a way to gather and evaluate safety data and information from various stakeholders and Member States, with the

goal of determining which tasks should be prioritized for ICAO to carry out. The Program measures and tracks the safety oversight capacities of States and continuously works to enhance both their safety performance and international aviation safety through an evidence-based, risk-informed, and result-oriented methodology [10].

5. ICAO STATE SAFETY PROGRAMME IMPLEMENTATION ASSESSMENT (SSPIA) AS A NOVEL METHOD TO ASSESS THE MATURITY OF AN SSP

Under the umbrella of the Universal Safety Oversight Audit Programme (USOAP) Continuous Monitoring Approach (CMA), the State Safety Programme Implementation Assessment (SSPIA) is a novel performance-based activity. Through this new methodology, ICAO conducts an objective, methodical examination of the State's execution and upkeep of its State Safety Programme (SSP), thereby assessing the maturity level of SSPs of each ICAO Member State.

This new method comes after six years of constant work to modify the strategy to better fit the needs of SSP implementation. Since 2015, ICAO has been refining its methodology, procedures, and instruments for conducting SSPIAs as many States made headway in implementing SSPs [11].

Accordingly, under the ICAO USOAP CMA framework, ICAO began creating an updated set of SSP protocol questions (PQs) in 2018. These questions were more performance-based and did not require the use of a "satisfactory vs. non-satisfactory assessment" strategy, as was the case with traditional audit protocols.

Instead of the eight Critical Elements connected to the existing USOAP CMA activities, each new protocol question (PQ) in this new set has been connected to one of the four SSP components:

- SSP Component 1 - State Safety Policy and Objectives,
- SSP Component 2 - State Safety Risk Management,
- SSP Component 3 - State Safety Assurance, and
- SSP Component 4 - State Safety Promotion.

The "technical areas" for SSPIAs diverged from those associated with conventional USOAP activities. Along with the sector-specific areas (SSP.PEL, SSP.OPS, SSP.AIR, SSP.ANS, SSP.AGA, and SSP.AIG), two additional areas were included to the 2018 version of the SSP-related PQs: "General Aspects" (SSP.GEN) and "Safety Data Analysis" (SSP.SDA). Consequently, the LEG and ORG categories inherited from legacy USOAP protocols were deleted and the new SSP related PQs were structured under the following 8 technical areas:

1. SSP.GEN - General Aspects
2. SSP.SDA - Safety Data Analysis
3. SSP.PEL - Personnel Licensing and Training
4. SSP.OPS - Aircraft Operations
5. SSP.AIR - Airworthiness of Aircraft
6. SSP.ANS - Air Navigation Services
7. SSP.AGA - Aerodrome and Ground Aids
8. SSP.AIG - Aircraft Accident and Incident Investigations

In Figure 4 below a depiction of the mentioned 8 technical areas of the new SSP-related protocol questions (PQs) and their context overall is provided.

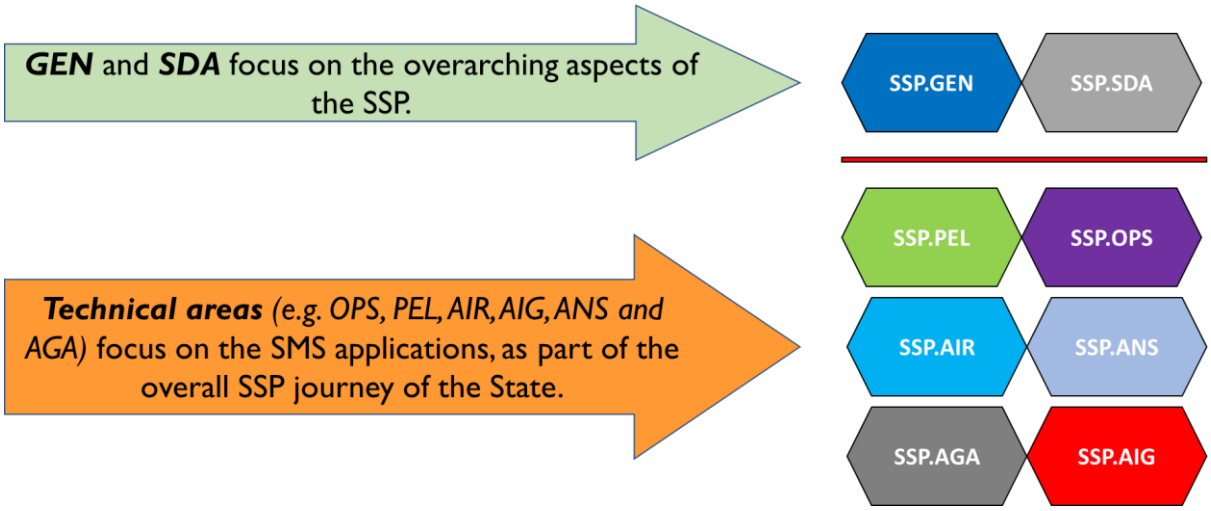


Figure 4. *The 8 Technical Areas of the SSP-related PQs*

ICAO developed the SSPIA Maturity Levels Assessment Tool with the assistance of ICAO Safety Management Panel (SMP), the ICAO Secretariat, and the members of the SSPIA Group of Experts. In December 2020, the SSPIA assessment tool was completed and published on the ICAO USOAP CMA Online Framework (OLF).

Five maturity levels were identified as part of the assessment methodology, and criteria were developed for the levels 2 and 3 for each PQ. The mentioned five maturity levels are as below:

- Level 0: Not present and not planned,
- Level 1: Not present but being worked on,
- Level 2: Present,
- Level 3: Present and effective, and
- Level 4: Present and effective for years and in continuous improvement.

Figure 5 below shows the mentioned maturity levels and depicts the sequencing of these levels in regard to the SSP implementation journey.

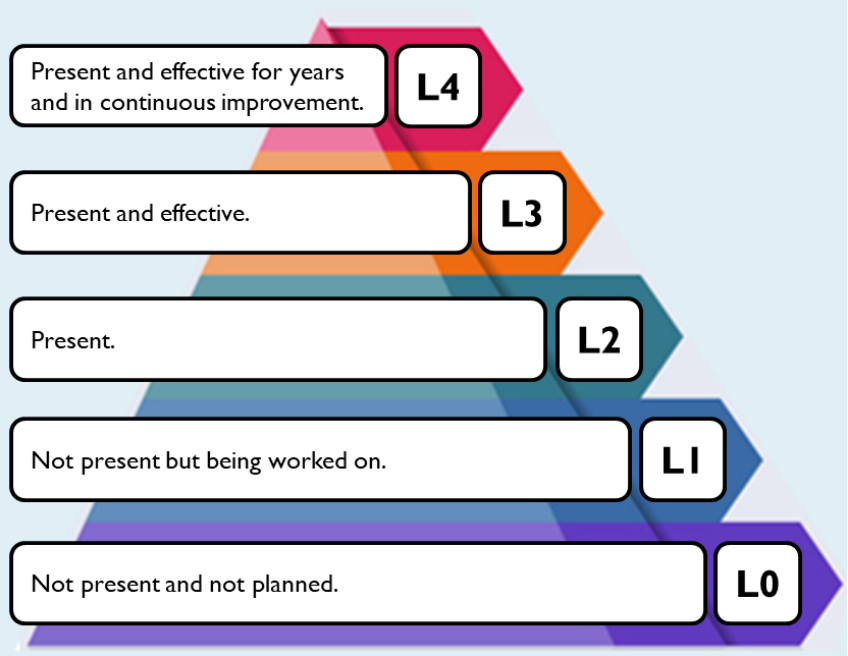


Figure 5. *The 5 Maturity Levels of the New SSPIA Methodology*

All ICAO Member States are subject to the SSPIA, which evaluates the degree of maturity attained by the State in the implementation and maintenance of its SSP. The goal of this well-structured evaluation is to determine whether or not the SSP's performance and compliance requirements are being adequately satisfied.

In order to achieve an effective safety management system in the State, SSPIA assists States in understanding the maturity of their SSPs, highlighting any gaps, and helping them determine the necessary steps to close such gaps. This assessment also helps to understand how well the SSP is operating and how effective it is at achieving its objectives.

In Figures 6, 7, and 8 below, three snapshots of the ICAO SSPIA PQs from the areas of *"SSP.GEN - General Aspects"*, *"SSP.SDA - Safety Data Analysis"*, and *"SSP.AIR - Airworthiness of Aircraft"* have been provided to show the features of the ICAO SSPIA Maturity Levels Matrix at a glance [12].

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

PQ No.	Protocol Question	References in ICAO Guidance Material	SSP Component	Maturity Levels — Guidance for Review			
				Not Present and Not Planned	Not Present but Being Worked On	Present	Present and Effective
SSP.GEN.01	How has the State formally designated the authority in charge of coordinating the implementation and maintenance of the State Safety Programme (SSP)?	SMM 8.3.6	State Safety Policy, Objectives and Resources	Based on current situation in State	Based on State's work in progress	1. The State authority in charge of coordinating the implementation and maintenance of the SSP is formally designated by an appropriate governing body. 2. The responsibilities, governance and documented roles of the State authority in charge of coordinating the implementation and maintenance of the SSP are defined.	1. The designated authority that is responsible for coordinating the implementation and maintenance of the SSP, including a department or person responsible for day-to-day SSP-related functions, is able to make progress in institutionalizing the SSP within the State. 2. The responsibilities entrusted to the State authority in charge of coordinating the implementation and maintenance of the SSP are clear to all entities involved in these activities, and there are no overlapping responsibilities and functions or gaps amongst these entities.

Figure 6. *Snapshot from the ICAO SSPIA Maturity Levels Matrix - SSP.GEN.01*

PQ No.	Protocol Question	References in ICAO Guidance Material	SSP Component	Maturity Levels — Guidance for Review			
				Not Present and Not Planned	Not Present but Being Worked On	Present	Present and Effective
SSP.SDA.01	What safety data collection and processing systems has the State established to support safety data analysis at the State level?	SMM Ch. 5	State Safety Risk Management	Based on current situation in State	Based on State's work in progress	1. There is a mechanism in place to ensure the collection, processing and analysis of safety data at the State level. 2. The sources for safety data and safety information include data and information derived from accident and incident investigations, mandatory occurrence reporting systems and other sources, including voluntary reporting. 3. There is a mechanism in place at the State level to ensure the categorization of safety data and an agreed upon taxonomy at the State level, with supporting definitions.	1. The safety data that are collected, processed and analyzed contain all relevant data that might be collected. 2. The safety data at the State level are categorized using an agreed upon taxonomy and supporting definitions, in a way that supports analysis of the safety data.

Figure 7. *Snapshot from the ICAO SSPIA Maturity Levels Matrix - SSP.SDA.01*

PQ No.	Protocol Question	References in ICAO Guidance Material	SSP Component	Maturity Levels — Guidance for Review			
				Not Present and Not Planned	Not Present but Being Worked On	Present	Present and Effective
SSP.AIR.01	What regulatory requirements have been promulgated by the State for approved maintenance organizations providing services to aircraft operators engaged in international commercial air transport (hereinafter referred to as AMOs) to implement a safety management system (SMS) acceptable to the State?	SMM 8.4.7	State Safety Risk Management	Based on current situation in State	Based on State's work in progress	1. The State has promulgated regulatory requirements to implement SMS acceptable to the State, in accordance with ICAO provisions.	1. The State has promulgated regulatory requirements that distinguish between complex and non-complex organizations, taking into account scalability factors (when applicable). 2. The regulatory requirements address the initial acceptance and the continuous monitoring of AMOs' SMS. 3. The State periodically reviews the regulatory requirements, to identify and address the challenges faced by the State's AMOs in implementing these requirements.

Figure 8. *Snapshot from the ICAO SSPIA Maturity Levels Matrix - SSP.AIR.01*

6. CONCLUSION

Implementing SSP effectively is a long process that takes time to fully mature. The complexity of the aviation industry and the level of development of the State's aviation safety oversight capabilities are two factors that influence the amount of time it takes to establish an SSP.

Periodic evaluations should be carried out soon after the SSP's essential parts and components are put into place to see how well it is functioning. It is important to make sure that the SSP is performing as planned and successfully accomplishing the State's safety goals and targets as the system develops. Maintaining or consistently raising the State's performance in terms of safety ought to be the goal.

Within an SSP, advancement is a constant and occurs in a more performance-based setting. As such, it ought to be assessed based on maturity levels instead of just receiving a passing or failing grade.

Regarding this, the ICAO has included a new auditing mechanism to its USOAP CMA that focuses more on the SSP implementation's efficacy and ongoing improvement.

In this novel approach, the effectiveness of the SSPs of the ICAO Member States is evaluated through the use of a new maturity model, which goes by the name of ICAO State Safety Programme Implementation Assessment (SSPIA).

7. REFERENCES

[1] "The Wright Brothers - First Flight, 1903." http://www.eyewitnesstohistory.com/wright.htm (accessed Feb. 2, 2024).
[2] Industry High-level Group, "Aviation Benefits Report," p. 76, 2019.
[3] "Standards and Recommended Practices." https://www.ifatca.org/about-ifatca/icao-activities/making-standards-and-recommended-practices-sarps/ (accessed Feb. 2, 2024).
[4] International Civil Aviation Organization (ICAO), Annex 19 - Safety Management. 2016.
[5] International Civil Aviation Organization (ICAO), Convention on International Civil Aviation. 2000.

[6] IATA, "IATA Releases 2021 Airline Safety Performance." 2022. https://www.iata.org/en/pressroom/2022-releases/2022-03-02-01/ (accessed Feb. 2, 2024).
[7] International Civil Aviation Organization (ICAO), Doc 9859, Safety Management Manual (SMM). 2018.
[8] International Civil Aviation Organization (ICAO), Doc 10004, Global Aviation Safety Plan (GASP). 2023.
[9] International Civil Aviation Organization (ICAO), Doc 9734 - Safety Oversight Manual Part A – The Establishment and Management of a State Safety Oversight System. 2017.
[10] International Civil Aviation Organization (ICAO), Doc 9735 - Universal Safety Oversight Audit Programme Continuous Monitoring Manual. 2023.
[11] "What are ICAO State Safety Programme Implementation Assessments?" https://unitingaviation.com/news/safety/what-are-icao-state-safety-programme-implementation-assessments/ (accessed Feb. 2, 2024).
[12] International Civil Aviation Organization (ICAO), State Safety Programme Implementation Assessment (SSPIA) Protocol Questions (PQs). 2022.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

STM32 VE ESP32 İLE MQTT KULLANILARAK FLUTTER TABANLI IOT SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI

Yiğit ALOĞLU
Öztaş Global Soğutma, aloglu14@gmail.com - 0009-0006-6014-6126
Ogün GÖNEN
Öztaş Global Soğutma, ogungonen@gmail.com - 0009-0006-0329-9898
Hayati MAMUR
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, hayati.mamur@cbu.edu.tr - 0000-0001-7555-5826

ÖZET

Bu çalışmada, STM32 mikrodenetleyici ve ESP32 WiFi modülü kullanılarak UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) üzerinden iletişim kurulup, 10 K NTC sıcaklık sensöründen elde edilen verilerin MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protokolü aracılığıyla Flutter uygulamasına aktarılması incelenmiştir. Çalışmasa, mikrodenetleyici ve WiFi modülünün birbirleriyle haberleşmesini sağlamak için UART protokolü kullanılmaktadır. STM32 ve ESP32 platformlarının konfigüre edilmesi, UART haberleşmesi için gerekli ayarların yapılması ve NTC sıcaklık sensörünün okuma işlemlerinin gerçekleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. MQTT protokolü ile elde edilen sıcaklık verileri Flutter uygulamasına iletilip, bu uygulama üzerinden kullanıcı arayüzünde gösterilmiştir. Ayrıca, çalışmada Flutter uygulamasının arkasındaki BLoC (Business Logic Component) mimarisi kullanılarak, verilerin işlenmesi ve kullanıcı arayüzünün güncellenmesi yapılmıştır. Sonuç olarak, STM32 ve ESP32 mikrodenetleyicileri ile Flutter uygulamasının entegre edilebileceği konusunda bir çalışma yapılmıştır. UART protokolü, MQTT iletişimi ve BLoC mimarisi üzerinde benzer projeleri gerçekleştirmek isteyen geliştiricilere kapsamlı bir kaynak sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: STM32, ESP32, IoT, MQTT Protokolü, Flutter SDK.

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte, akıllı ev sistemleri ve nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları [1], yaşamımıza konfor ve verimlilik katma potansiyeli taşımaktadır. STM32 [2] ve ESP32 [3] mikrodenetleyicileri, düşük güç tüketimi, yüksek performans ve geniş bağlantı seçenekleri gibi avantajlar sunan popüler platformlardır. Bu denetleyiciler birbiri ile UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) protokolünü kullanarak haberleşebilirler [4]. UART, düşük maliyetli ve hızlı veri iletimi sağlayan bir seri iletişim protokolüdür ve bu projede mikrodenetleyici ile WiFi modülü arasında veri transferini kolaylaştırmak için kullanılır.

IoT uygulamalarında veri iletişimini sağlamak için MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) protokolü kullanılmaktadır [6]. Mikrodenetleyiciler tarafından toplanan çeşitli veriler kolaylıkla bu protokol yardımı ile internet ortamına aktarılabilmektedir. İnternet verileri çeşitli uygulamalar ile görselleştirilmektedir.

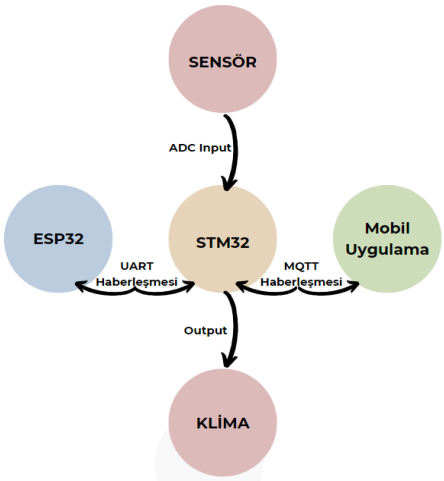
Flutter, Google tarafından geliştirilen açık kaynaklı bir kullanıcı arayüzü (UI) kitidir ve mobil, web ve masaüstü uygulamalar geliştirmek için kullanılır. BloC (Business Logic Component) Mimarisini kullanır [8]. Bu yazılımlar kullanılarak sistem verileri kolaylıkla görselleştirilebilmektedir.

Sıcaklık sensörleri kullanılarak birçok sistemin durumu hakkında bilgi toplamak mümkündür. Örneğin, sıcaklık değerlerine bağlı olarak klima kullanımı gibi pratik senaryolar üzerinde durmak, projenin günlük hayatta nasıl kullanılabileceğini göstermek açısından önemlidir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada odanın sıcaklık değerlerini ölçen sensör aracılığıyla, sıcaklığın belirli bir eşik değerin üzerine çıkması durumunda Flutter uygulaması üzerinden klima kontrolünün aktif hale getirilmesi senaryosu ele alınmıştır. Bu senaryo, projenin pratik uygulama alanlarını vurgulayarak, sadece teknik bir entegrasyon değil, aynı zamanda günlük hayatta işlevselliği nasıl artırabileceğinin düşünülmesini sağlar. Böylece bu çalışmanın sadece bir teknik uygulama olarak değil, aynı zamanda kullanıcı dostu ve işlevsel bir çözüm olarak da değerlendirmelerine imkân tanınmıştır. Bu çalışmada, 10 K NTC sıcaklık sensörü aracılığıyla elde edilen verilerin, mikrodenetleyici ve WiFi modülü arasında UART protokolü ile iletilerek, MQTT protokolü ile bir Flutter uygulamasına entegre edilmesini sağlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Gerçekleştirilen bu çalışmada kullanılan ana materyallerin başında STM32 ve ESP32, kullanılan haberleşme protokolleri UART ve MQTT, ön uç gösterimi için Flutter SDK ile ilgili blok diyagramı Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Sistemin Blok Diyagramı

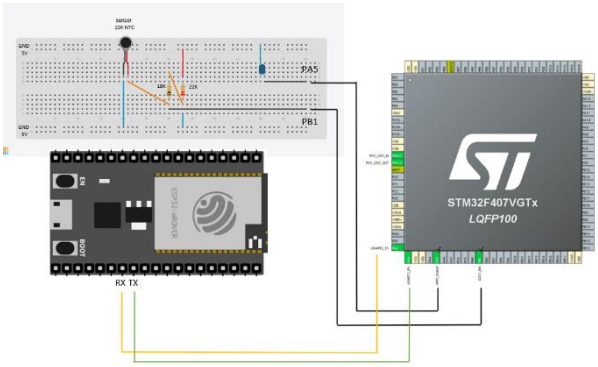
ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Bu sistemde STM32 mikrodenetleyicisi sensör verilerini okuyacak belirlenmiş aralığın dışarısına çıkması durumunda röleye çıkış verilmiştir. Bununla birlikte sensör verilerini ESP32'ye UART Protolokü üzerinden iletilmiştir. ESP32 Wifi-Ble modülü Wifi bağlantısı için kullanılmıştır. Bu bağlantı gerçekleştirildikten sonra MQTT Broker ile iletişim kurulmuştur. Ön uç gösterimi için mobil uygulama yapılmış bunun geliştirilmesi için Flutter SDK kullanılmıştır.

STM32F407 geliştirme kartı kullanılan bu sistemde STM32CUBEIDE ile projede gerekli olan çevre birimlerinin konfigürasyonu gerçekleştirilmiştir. Konfigürasyonu gerçekleştirilen çevre birimleri; HSE (High Speed Clock) Crystal/Ceramic Resonator, UART2, Röle için çıkış, ADC için giriş kullanılmıştır.

Clock yapılandırmasında 168 MHz olarak ayarlanmıştır. UART haberleşmesi için yapılan yapılandırmada 9600 Baud Rate ayarlanmıştır. Kelime uzunluğu 8 bit, stop bit 1 seçilmiştir, örnek aşımı ise 16 örnek olarak tanımlanmıştır. ADC kullanımında IN9 kanalı seçilmiştir.

ADC çevre birimi kullanılarak bir 10 K NTC sensör okunmuş ve bu okunan değere göre bir röle kontrolü gerçekleştirilmiştir, 10 K NTC okunması için bir gerilim bölücü devre tasarlanmıştır. Kullanılan gerilim bölücü devre şeması ve sistemin elektriksel bağlantıları Görsel 2'de gösterilmiştir.

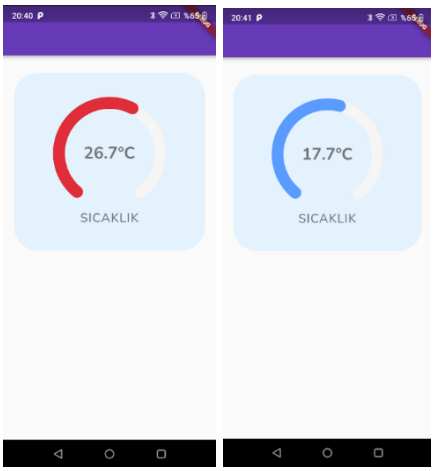


Görsel 2. STM32 ESP32 Sensör ve Denetleyici Bağlantısı

UART ile veri gönderilmesi gerçekleştirilmeden önce alınan sensör verisinin virgülden sonraki basamağının düzgün bir şekilde gönderilmesi için veri 10 ile çarpılmıştır. Bağlantılar yapılırken en çok dikkat edilen kısımlar ESP32 ile STM32'yi haberleştirirken kullanılan UART bağlantısındaki STM32'nin "RX" ucunun ESP32'nin "TX" ucuna, STM32'nin "TX" ucunun ESP32'nin "RX" ucuna bağlanması olmuştur. Ayrıca sistemin birlikte çalışabilmesi için iki mikrodenetleyicinin "GND" ucu birbirine bağlanmıştır. UART haberleşmesi gerçekleştikten sonra ESP32 ortamda bulunan Wifi ağına bağlanmıştır. Ardından Cloud MQTT Broker'ına da bağlantı gerçekleşmiştir. MQTT Broker'ın buradaki görevi sadece gelen veriyi mobil uygulama veya kurulacak olan başka platformlara yayın yapmaktır.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Mobil uygulamanın kodlaması Visual Studio Code geliştirme ortamıyla Flutter SDK kullanılarak BLoC Mimarisiyle yazılmıştır. BLoC, iş mantığı ve arayüz ayrımını sağlamak için kullanılan bir mimaridir. BLoC, uygulama durumunu yönetir ve kullanıcı arayüzü ile iş mantığı arasında bir köprü görevi görür. Bu mimarinin asıl kullanım amacı projenin ilerleyen süreçte farklı işlevlerle geliştirilmesine olanak sağlamak ve projenin global bir mimariyle yazılmış olması nedeniyle her geliştirici tarafından kolaylıkla anlaşılmasını sağlamaktadır. MQTT'den Mobil uygulamaya giden veri ekranda Görsel 3'de verilmiştir.



Görsel 3. Mobil Uygulama Ekranı

Görsel 3'de görüntülenen mobil uygulama ekranından da anlaşılacağı gibi 25°C değerinin üzerinde iken kırmızı olan bant 25°C altındayken mavi olduğu görüntülenmektedir, bu da klimanın ortam derecesi 25°C değerinin üzerindeyken çalıştığı, altındayken durduğu anlamına gelmektedir.

3. ÇIKTILAR VE YORUMLAR

Gerçekleştirilen sistemin değişkenlerini gösteren Mobil uygulama ekranının görüntüsü Görsel 3'te verilmiştir. Bu ekran üzerinde görünen giriş verileri sıcaklık sensör verisi olarak görüntülenmektedir. STM32 ve ESP32 mikrodenetleyicilerini UART ile başarıyla haberleştirilmiştir. Bu sayede, iki cihaz arasında güvenilir veri iletişimi sağlanmıştır. UART, düşük maliyetli ve etkili bir seri iletişim protokolüdür. Bu nedenle projenin temel iletişim bileşeni olarak seçilmiştir. STM32 ve ESP32 mikrodenetleyicilerinin birlikte kullanılmasının asıl amacı projenin daha sonradan geliştirilmesine imkan tanımaktır. Sadece ESP32 modülü bu projenin kontrolünü tek başına sağlayabilirdi. Ancak birden fazla haberleşme protokolü ve fonksiyon sisteme eklendiğinde kararlılıkla çalışan ve birçok konfigürasyon ve kontrole imkan sağlayan STM32F407 mikrodenetleyicisi bu tarz projeler için vazgeçilmez olacaktır.

STM32 mikrodenetleyici pininde bulunan 10 K NTC sıcaklık sensörü ile başarılı bir entegrasyon gerçekleştirilmiştir. Bu sensör, çevresel sıcaklık değişikliklerini hassas bir şekilde ölçeklenmiştir. Ölçülen sıcaklık değerleri, mikrodenetleyici tarafından işlenmiş ve ESP32 üzerinden MQTT protokolü ile iletilmiştir. ESP32, MQTT protokolünü kullanarak ölçülen

sıcaklık verilerini bir MQTT sunucusuna başarıyla göndermiştir. Bu, verilerin güvenli, hızlı ve yaygın olarak desteklenen bir protokol üzerinden iletilmesi sağlanmıştır. MQTT, düşük bant genişliği tüketimi ile IoT projeleri için ideal bir çözümdür.

Flutter kullanılarak geliştirilen uygulama, BLoC mimarisini benimsemiştir. Bu mimari, uygulamanın mantıksal katmanlarını ayrı tutar. Böylece kodun sürdürülebilirliği ve geliştirilebilirliği artmıştır. Sıcaklık verilerini almak için kullanılan BLoC uygulamanın arayüzü ile iş mantığı arasında etkili bir iletişim sağlamıştır. Uygulama, MQTT üzerinden alınan sıcaklık verilerini anlık olarak görselleştirmiştir. Kullanıcı dostu bir arayüz sağlanmış olup, sıcaklık değişiklikleri anında takip edilebilmiştir. Ayrıca, kullanıcıya bilgi aktarımı ve ilgili uygun geri bildirimler sağlanmıştır.

Çalışma başarıyla tamamlanmıştır. Ancak ilerleme kaydetmek adına düşünülebilecek birkaç geliştirme alanı bulunmaktadır. Bunlar 1) Güvenlik İyileştirmeleri. MQTT iletişimi güvenlik açısından gözden geçirilmeli ve gerekli şifreleme protokollerinin eklenmesi düşünülmelidir. 2) Uzaktan Yönetim: Uygulamaya uzaktan erişim ve kontrol eklenerek, kullanıcıların uzaktan cihazları yönetmeleri sağlanabilir. 3) Veri Görselleştirmesi: Uygulamaya grafiksel veri görselleştirmeleri eklenerek, kullanıcıya daha detaylı ve anlamlı bilgiler sunulabilir. 4) Bu geliştirmeler, projenin daha kapsamlı, güvenli ve kullanıcı dostu olmasına katkı sağlayacaktır. 5) Enerji Verimliliği İyileştirmeleri: Mikrodenetleyiciler ve uygulama arasındaki enerji tüketimini minimize etmek için enerji verimliliği odaklı çalışmalar yapılmalıdır.

4. SONUÇ

STM32 ve ESP32 mikrodenetleyicileri arasında kurulan UART iletişimi, istikrarlı ve hızlı bir şekilde çalıştırılmıştır. Bu, cihazlar arasındaki güvenilir veri transferini sağlanmıştır. 10 K NTC sıcaklık sensörü, çevresel değişikliklere hassas bir şekilde tepki vererek güvenilir sıcaklık verileri sağlanmıştır. Sensörün performansı projenin temel ölçüm unsurlarından biri olmuştur. ESP32 tarafından kullanılan MQTT protokolü, ölçülen sıcaklık verilerini güvenli bir şekilde bir MQTT sunucusuna iletmiştir. Bu, projenin IoT odaklı veri iletimi için etkili bir çözüm sunduğunu görülmüştür. Sonrasında Flutter ile geliştirilen uygulama, BLoC mimarisini benimseyerek mantık ve kullanıcı arayüzünü başarılı bir şekilde ayrılmıştır. Bu, uygulamanın modüler ve genişletilebilir bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulama, kullanıcı dostu bir arayüz ile anlık sıcaklık verilerini görselleştirmiş ve MQTT iletişimi veya hata durumlarına karşı kullanıcıya uygun geri bildirimler sağlamıştır.

KAYNAKÇA

[1] Haras, M., & Skotnicki, T. (2018). Thermoelectricity for IoT–A review. Nano Energy, 54, 461-476.
[2] Gay, W. (2018). Beginning STM32. Beginning STM32.

[3] Babiuch, M., Foltýnek, P., & Smutný, P. (2019, May). Using the ESP32 microcontroller for data processing. In 2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC) (pp. 1-6). IEEE.
[4] Mamur, H. (2023). STM32CubeIDE ile STM32F407 Programlama, Nobel Yayınevi.
[5] Auliah, M. I. F. I. F., Winarno, T., & Kamajaya, L. (2023). Modul Kontrol Kecepatan Empat Roda Robot dengan Kontrol PI Dilengkapi Interface UART. Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri, 10(2), 191-199.
[6] Singh, M., Rajan, M. A., Shivraj, V. L., & Balamuralidhar, P. (2015, April). Secure mqtt for internet of things (iot). In 2015 fifth international conference on communication systems and network technologies (pp. 746-751). IEEE.
[7] Wadullah Tareq, R., & Ahmed Khaleel, T. (2021). Implementation of MQTT Protocol in Health Care Based on IoT Systems: A Study. International journal of electrical and computer engineering systems, 12(4), 215-223.
[8] Sharma, P., & Gupta, D. (2023). KWIM Messenger Chat Application.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

ORANSAL SELENOİD VALFİN ÇİFT OLARAK DENGELİ KONTROLÜ VE ÇIKIŞ SİNYALİ ANALİZİ

Ergin ÖZKARA
E.C.A. Valfsel Armatür Sanayi A.Ş, erginozkara@valfsel.com.tr - 0009-0007-2471-754X
İlhan BAŞTÜRK
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, ilhan.basturk@cbu.edu.tr - 0000-0003-1869-6010
Hayati MAMUR
Manisa Celal Bayar Üniversitesi, hayati.mamur@cbu.edu.tr - 0000-0001-7555-5826

ÖZET
Bu çalışma, oransal selenoid valfin darbe genişlik modülasyonu (PWM) sinyali ile kontrolü ve oransal açılma durumuna bağlı olarak üretilen sinyalin detaylı bir analizini sunmaktadır. STM32F429L geliştirme kartı kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada, iki adet ışık yayan diyot (LED) ve bir potansiyometre kullanılmıştır. Bataryalarda kartuş benzeri bir yapı kullanılarak elde edilen analog veri, LED'lerde renk değişimine dönüştürülmüştür. Aynı hat üzerinden selenoid valfler, alan etkili transistör (MOSFET) üzerinden beslenerek selenoid valf üzerindeki dalgalanmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışma, oransal selenoid valf teknolojisinin PWM kontrollü sistemlerdeki uygulamalarına ve bu sistemlerin enerji dağılımları üzerine değerli bir öngörü sunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Oransal selenoid valf, PWM, STM32.

1. GİRİŞ

Su, tarihin başlangıcından bu yana, medeniyetlerin oluşum ve gelişiminde merkezi bir rol oynamıştır. Tarih boyunca, su kaynaklarının kuruması büyük göç dalgalarına neden olurken, su kaynaklarının kontrolü önemli çatışmalara ve savaşlara yol açmıştır. Bu bağlamda, suyun varlığı ve kullanımı, tüm toplumlar için yaşamsal önem taşımaktadır [1].

Suyun sınırlı bir kaynak olarak tüketilmesi ve idareli kullanımının gerekliliği hususları su yönetimini kritik bir hale getirmiştir. Günümüzde bu yönetim, musluk ve bataryalar gibi araçlar aracılığıyla sağlanmaktadır. Suyun girişi ve çıkışı su akışını düzenleyen kartuşlar gibi bileşenlerle kontrol edilir. Bu bileşenlerin her biri daha etkili bir su yönetimi sistemi için kritik önem taşır [2].

Çeşme ve musluklar, ev ve benzeri yapılar için tasarlanmıştır. Genellikle bronz ya da pirinçten yapılan bir gövde, iç bileşenler ve bir volandan oluşur. Gövde, suyu borudan alıp dışarı aktaran ana bileşendir. İç bileşenler, su akışını kontrol eden ve çeşitli yapıdaki salmastralardan oluşur. Volan veya tutma kolu, suyun debisini ve sıcaklığını ayarlamak için kullanılır [3].

Sanayi ve otomasyon sistemlerinde kritik bir rol oynayan selenoid valfler, akışkan kontrolünün temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Endüstriyel otomasyonun evrimi, yalnızca basit aç/kapat sistemleriyle sınırlı kalmayarak daha hassas işlemler ve ayarlanabilir ekipmanlar için çeşitli gelişmeleri beraberinde getirmiştir [4]. Bu evrim sürecinin başlangıcı olarak Pascal'ın sıvı akışkanların transferi ile ilgili yasayı ortaya koymasıyla başlar. Elektrohidrolik kontrollerin temel prensibi budur. Modern elektrohidrolik teknolojisinin başlangıcı ise I. Dünya Savaşı olarak ifade edilebilir. Ciddi bir ivme kazanan bu teknoloji savaş sonrasında endüstrinin geliştirilmesi, elektronik ve bilgisayar teknolojisinde gelişmelerle birlikte elektrohidrolik kontrol valfleri çok yönlü ve daha kontrol edilebilir şekilde çalıştırılmaya başlanmıştır. Endüstrinin her gelişiminde oransal selenoid valfler giderek geliştirilmiştir. Uzaktan kontrollerle beraber robotik teknolojisinde büyük önem arz etmeye devam etmiştir [5]. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle hızlı anahtarlama için PWM yaklaşımı benimsenmiştir. Kontrol için PWM sinyalinin genliği suyu geçirmek için valf kontağının açısını ayarlamaktadır [6].

Genel olarak kontrol amacıyla elektrohidrolik valfler sınıflandırıldığında, servo valfler ve selenoid valfler olarak iki ana gruba ayrılabilir. Servo valflerin yüksek torklu ve karmaşık yapıda sistemlerde kullanılmasının yanı sıra, selenoid valfler sıvı akışının debisini ve yönünü ayarlamasıyla beraber daha ekonomik olmasından dolayı tercih edilebilirler. 1970'li yılların ortalarından beri oransal selenoid valflerin gelişimi artmış pek çok çalışmalarda önemli rol oynamıştır. Günümüze kadar gelen süreçte basınç düşürme, basınç ayarı ve debi ayarları amacıyla çeşitli çalışmalarda kullanılmaya devam etmektedir [7].

Valflerin çalıştırılması üzerine uygulanan gerilimin frekansına düzenlenebilir. PWM sinyal valf ve motorları harekete geçirmek ve kontrol etmek için kullanılan bobinleri enerjilendirir. Analog giriş gerilimi belirli bir seviyenin üzerine çıktığında valfin çıkışlarının değiştirilmesiyle aç/kapa sürelerinde değişiklik meydana getirilir [8]. Uygulanan gerilim valf bobinleri üzerinde bir endüktif reaktans oluşturur ve uygulanan modülasyon sinyalinde gecikmeler ve sönümlenmeler meydana gelir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada geliştirme kartı olarak STM32F429I-DISC1 tercih edilmiştir. Yazılım olarak STM32CubeIDE programı kullanılmıştır. Bu yazılım ile kartın fonksiyonları başlangıçta tanımlanmıştır. Potansiyometrenin sinyali kartın analog girişine uygulanarak analog dijital çevrim (ADC) yapılmıştır.

Oransal selenoid valfler, belirli bir enerji seviyesiyle kontrol edilen ve akışkanların akış miktarını düzenleyen cihazlardır. Bu valfler, standart selenoid valflerden farklı olarak, açık ve kapalı durumları arasında değişken bir kontrol sunar. PWM sinyalinin frekans ve genlik değişimleri selenoid valfin bobininde indüklenen enerji miktarını değiştirerek sürgünün hareketi sonucu valfin akışkan geçiş miktarını ayarlamasına olanak tanır. Normalde açık veya

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

normalde kapalı imal edilebilmektedir. Bulundurduğu yayın konumuna göre değişkenlik gösterir. Yay eğer hareketli elemanın tersi yöndeyse normalde kapalı, hareketli elemanla aynı tarafta ise normalde açıktır. Böylece akışkanın geçişi enerji verilmediğinde gerçekleşir veya akışkanın geçişi için enerji verilmesi beklenir [9]. Geliştirme kartı ile genellikle farklı gerilimlerde çalışan selenoid valfler bobinlerinde ihtiyaç duyduğu gerilimler doğrultusunda ayrı şekilde besleme yapılır. Anahtarlama malzemesi olarak oransal selenoid valf olmasının yanı sıra düzenli olarak bobin uçlarında beslemeye ihtiyaç duyması sebebiyle MOSFET malzemelerle anahtarlama yapılmaktadır. Geliştirme kartı ile kontrol edilirken daha yüksek gerilimlerde çalışmalar yapabilmektedir.

Mikrodenetleyici tabanlı sistemlerde zamanlama kritik bir rol oynar ve bu ihtiyaç, genellikle gömülü zamanlayıcı birimleri (Timer) kullanılarak karşılanır. Tasarlanan sistemde zamanlayıcı birimleri, PWM sinyallerinin üretilmesi, sensör okumalarının periyodik olarak yapılması ve iletişim protokollerinin hassas zamanlaması için kullanılmıştır. Bu zamanlayıcı mikrodenetleyicinin harici osilatörü ile çalıştırılmıştır.

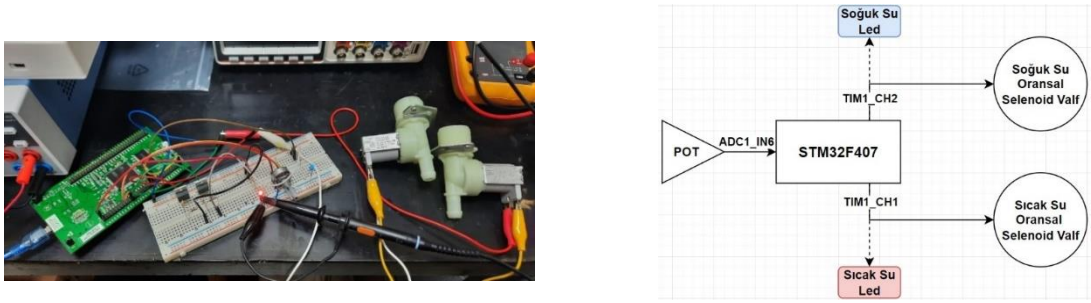
STM32CubeIDE geliştirme ortamı kullanıcı tarafından belirlenen donanım pin yapılandırmalarını temel alarak otomatik kod üretme yeteneğine sahiptir. Bu yetenek, projenin hızlı ve etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamıştır. Yazılımdaki HAL_ADC_Start fonksiyonu ile ADC çevriminin başlatılması sağlanmıştır. HAL_ADC_PollForConversion fonksiyonu kullanılarak ADC işleminin zaman aşımı sürecinde devam ettirilmiştir. Yine ADC çevrim değerinin alınması için HAL_ADC_GetValue fonksiyonundan yararlanılmıştır. Ayrıca HAL_TIM_SetCompare fonksiyonu ile Timer kanalı için karşılaştırma değeri belirlenmiş ve sinyalin modülasyonu sağlanmıştır.

Bu yazılım mimarisi, donanımın yazılım tarafından düzenlenmesi ve kontrol edilmesini esas alır. Yazılımın modüler yapısı, projenin gereksinimlerine uygun olarak özelleştirilmiş ve belirli donanım fonksiyonlarının entegrasyonuna imkân tanımıştır. Bu yaklaşım, gömülü sistemlerin geliştirilmesinde yazılım ve donanım arasındaki etkileşimin kritik önemini vurgular ve proje hedeflerine ulaşmada yazılımın rolünü ön plana çıkarır.

Algoritmanın çalışma prensibi, kullanıcı tarafından potansiyometre aracılığıyla sağlanan girdinin, iki ayrı kontrol değişkeninin ters orantılı ayarlanmasını sağlayacak şekilde işlenmesine dayandırılmıştır. Bu yaklaşımda kullanıcı girdisi, iki değişkenin zıt yönde orantılı olarak ayarlanmasını sağlayacak bir bölme işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sırasında, bir değişkenin değeri arttıkça, diğer değişkenin değeri maksimum sınır değerden çıkarılan ilk değişkenin değeri kadar azaltılmıştır. Bu yöntemle, bir değişkenin değeri artarken diğerinin azalması ve böylece iki değişken arasında doğrudan bir ters orantı oluşturulmuştur. Geliştirilen algoritma, özellikle kontrol sistemlerinde karşılaşılan çift yönlü ayar mekanizmalarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Bu yöntemle, kullanıcı girişlerinin doğrudan sistemin çıkış parametrelerine yansıtılması ve bu parametrelerin birbirleriyle koordineli bir şekilde ayarlanabilmesi mümkün kılınmıştır. Geliştirilen sistem Görsel 1a'da verilmiştir. Mikrodenetleyici kartı ile gerekli

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

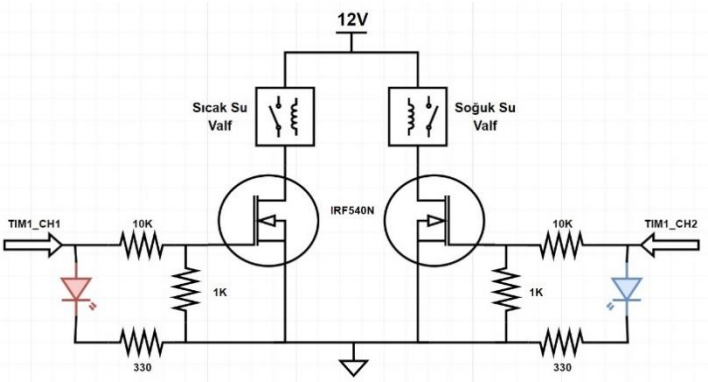
bağlantılar yapılarak selenoid valf 12 V DC ile beslenmiştir. Görsel 1b'de tasarlanan sistemin STM32407 ile blok diyagramı verilmiştir.



a) b)

Görsel 1. a) Sistemin Test Ortamı ve b) Blok Diyagramı

Kullanılan potansiyometre 10 KΩ değerindedir. Besleme gerilimi 3 V DC olarak belirlenmiştir. Bundan gönderilen veriler STM32F407 ile dijital sinyallere çevrilmiştir. Işık yayan diyorlar (LED) ve valf devre bağlantısı Görsel 2'de verilmiştir. Okunan analog değere bağlı olarak PWM sinyalleri TIM1_CH1 ve TIM1_CH2 üzerinden valflere ve LED'lere iletilmiştir.



Görsel 2. LED ve Valf Devre Bağlantıları

Valflere gönderilen PWM sinyalleri nedeniyle valf bobinlerinden bir gerilim indüklenir. Bu indüklenen gerilim aşağıdaki eşitlik ile ifade edilir:

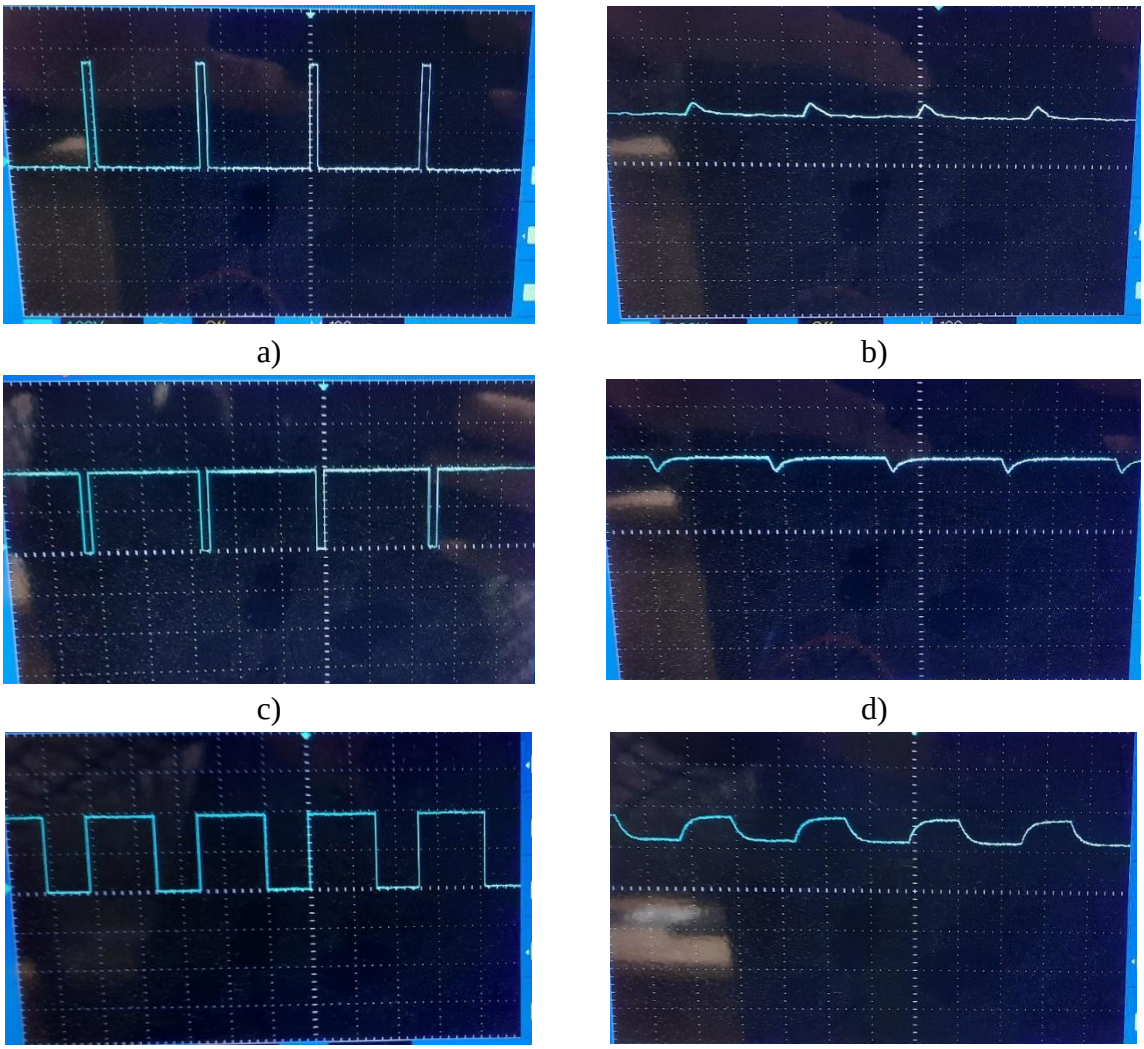
$$V(t) = L\frac{di(t)}{dt} + Ri(t) \tag{1}$$

Valf bobini PWM sinyallerine endüktif direnç gösterir. PWM sinyalinin bir periyodundaki t_{on} durumunda bobin enerjisi artarken t_{off} durumunda bobinin enerjisi azalmaya başlar. Bu durum bir sönümleme şeklinde davranır. Bu bobinin endüktans ile ilişkilidir.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

3. ÇIKTILAR VE YORUMLAR

STM32F407 mikrodenetleyicisinden elde edilen PWM sinyalleri soğuk ve sıcak su valflerine uygulandığı zaman PWM doluluk oranlarına bağlı olarak selonoid valflerin durumları değişmektedir. Bu PWM sinyallerine bağlı olarak selenoid bobinlerindeki gerilim sinyalleri Görsel 3'te verilmiştir.



Görsel 3. a) Soğuk Su Giriş Sinyali, b) Soğuk Su Valf Sinyali, c) Sıcak Su Giriş Sinyali, d) Sıcak Su Valf Sinyali, e) Dengeli STM Timer Çıkış Sinyali ve e) Dengeli Her İki Valf Sinyali

Selenoid valf kontrolünde N-kanallı MOSFET kullanımı tercih edilmiştir. Bu tercih, selenoid valflerin 12 V 1 A seviyesinde anahtarlanması gerekliliği ve bu akımı sağlayarak güvenilir anahtarlamayı gerçekleştirmek adına yapılmıştır. Test ölçümlerinde, Görsel 3c'de sıcak su giriş STM çıkış sinyali baz alınarak, time/div kademesinin 100 us ve yatay kare sayısının 2,6 olduğu hesaplandığında, frekans 385 Hz olarak bulunmuştur. STM32'nin Timer birimleri çıkış gerilimlerinin hesaplamalarına göre, Görsel 3a için dikeyde 2,6 kare ve 1 volt/div ile 2,6 V, yine Görsel 3c için dikeyde 2 kare ve 1 volt/div ile 2 V elde edilmiştir. Selenoid valflerin uçlarında elde edilen gerilimler, Görsel 3b'de PWM tepe noktasında 5 volt/div ile dikeyde 1,8 kare olarak 9 V ve sıfır noktasında 1,4 kare olarak 7 V ölçülmüştür. Görsel

3d'de ise PWM tepe noktasında 5 volt/div ile 2 kare olarak 10 V ve sıfır noktasında 1,6 kare olarak 8 V olarak gözlemlenmiştir. Her iki valf için eşit analog değer uygulandığında oluşan STM32 çıkış sinyali Görsel 3e'de, buna karşılık gelen her iki valf üzerinde okunan valf sinyali ise Görsel 3f'de sunulmuştur. Her iki valfe dengeli olarak eşit analog değerler verildiğinde STM çıkışında PWM gerilim 2 V oluştuğu gözlemlenmiş. Selenoid valflerin uçlarında ise, tepe noktasında 9 V ve sıfır noktasında 7 V değerleriyle sönümlenmiş bir PWM gerilim sinyali tespit edilmiştir.

Sinyallerdeki tepe noktalarının 12 V değerinden 2-3V gerilim daha az olması MOSFET'in kapı eşik gerilim düşümünden kaynaklı MOSFET'in tam olarak açık konuma gelmeden PWM sıfır konumuna gelmesi olarak açıklanabilmektedir. Ayrıca her iki valf sinyallerindeki tepe ve sıfır gerilimleri arasındaki gerilim farkının 2 V olması MOSFET Drain–Source uçları arasındaki gerilim düşümünün, kullanılan MOSFET malzemesinin karakteristik özelliğinden gelmektedir.

Gözlemlenen her iki valf sinyallerindeki sönümlenme, bobinin endüktif etkisinden kaynaklı gerilim indüklenmesi sonucu gerçekleşmektedir. PWM sinyali tepe noktasına ulaştığında bobin üzerindeki gerilim indüklenmesi yavaş bir şekilde gerçekleşeceğinden artan bir sönümlenme gözlemlenir, PWM sıfır noktasına ulaştığında bobin üzerindeki güç boşalması yavaş bir şekilde gerçekleşeceğinden sönümlenmiş bir gerilim düşümü gözlemlenmektedir.

4. SONUÇ

Gerçekleştirilen bu çalışma, kullanıcı etkileşimini elektronik komutlara dönüştürme ve bu komutları çeşitli aktüatörlerle senkronize etme yeteneği sağlamıştır. Sistem, potansiyometre girdisine dayalı olarak hassas kontrol ve ayarlama imkânı sunmuştur. Böylece kullanıcı tarafından belirlenen ayarların doğruluğu ve etkinliği artırılmıştır. Timer birimleri, LED'lerin ve selenoid valflerin zamanlamasını yöneterek hem görsel geri bildirim sağlamış hem de sıvı akışını düzenlemiştir. Bu yaklaşım, kullanıcı girdilerini gerçek zamanlı sistem yanıtlarına dönüştürmek için elektronik kontrol sistemlerinin gücünü ve esnekliğini göstermiştir. Sistemde kullanıcı girdisi olarak potansiyometre kullanılmış olsa da günümüz teknolojisinde kontrol malzemeleri çeşitliliği arttırılabilir. Görüntü işleme teknolojisi kullanılarak malzemenin boyut ölçüsü, radar teknolojisi kullanılarak nesnelerin mesafe değeri veya hareket hız verileri, kapasitif sensörler ile temassız kontrol mekanizmalar, ses, gürültü, hareketlilik gibi oldukça çeşitlendirilebilecek her türlü sensör analog bir girdi oluşturarak çıkışında bir PWM sinyali ile analog veya dijital çıkışlar elde edilerek uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir.

KAYNAKÇA

[9] Elginkan Vakfı, Tarihi Gelişim İçinde Musluklar. 1993.
[10] E.C.A. Suyun Sanatı Musluklar Sergisi Broşürü, E.C.A. Tarihi Musluk Koleksiyonu, Elginkan Topluluğu Yayınları, 2007.
[11] Akkaya, A. S. (2007). Musluk Tasarımının Tarihsel Süreç İçinde İncelenmesi ve Güncel Yansımaları (Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
[12] Özkaya, A. (2023). Solenoid valfler için adaptif PWM kontrol kartı tasarımı. Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı TOK 2023. 14-16 Eylül 2023, İstanbul, Türkiye.

[13] Xu, B., Shen, J., Liu, S., Su, Q., & Zhang, J. (2020). Research and development of electro-hydraulic control valves oriented to industry 4.0: a review. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 33(1), 1-20.

[14] Najjari, B., Barakati, S. M., Mohammadi, A., Futohi, M. J., & Bostanian, M. (2014). Position control of an electro-pneumatic system based on PWM technique and FLC. ISA Transactions, 53(2), 647-657.

[15] Yüksel, İ. (1993). Elektro hidrolik valflerin genel karakteristiklerinin incelenmesi ve karşılaştırılması'. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 4(1), 67-81.

[16] Akdağ, F. N. (2006). Pnömatik konum kontrolü (Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[17] Topçu, E. E., & Yüksel, İ. (2007). Elektropnömatik ve alternatif valflerin gelişimi ve karakteristiklerinin incelenmesi. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 12(2).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

ELEKTRİK KABLO TÜRLERİNİN KULLANIMI VE ÇEVRESEL ETKILERİ: GERİ DÖNÜŞÜM VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERSPEKTİFİ

Öğr. Gör. Büşra TUNÇ
Artvin Çoruh Üniversitesi, busratunc@artvin.edu.tr-ORCID ID: 0000-0002-0090-5227

Öğr. Gör. Havva KESKİN
Artvin Çoruh Üniversitesi, havva.keskin@artvin.edu.tr-ORCID ID:0000-0002-4816-8342

ÖZET

Bu çalışma, elektrik kablo türlerinin geniş kullanım alanlarına ve çevresel etkilerine odaklanmaktadır. Elektrik kabloları, endüstriyel tesislerden konutlara kadar yaygın olarak kullanılmakta ve bu kullanımın çevresel etkileri göz ardı edilmeyecek kadar önemlidir. Özellikle, bakır ve alüminyum gibi yaygın iletken malzemelerin madencilik ve işlenme süreçleri, doğal kaynakların tükenmesine ve çevresel kirliliğine neden olabilir. Ayrıca, kablo üretimi ve imalatı sırasında ortaya çıkan atıklar ve emisyonlar da çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Ancak, elektrik kablo tesislerinde geri dönüşüm süreçlerinin uygulanması, hammaddenin yeniden kullanılmasını sağlayarak doğal kaynakların korunmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olabilir. Kablo tasarımında ve üretiminde çevre dostu malzemelerin tercih edilmesi, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından kritik önem taşır. Yapılan çalışma, elektrik kablo türlerinin kullanımı ve çevresel etkileri hakkında daha fazla farkındalık yaratmayı ve sektördeki paydaşların çevre dostu uygulamalara geçişini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Sonuç olarak, elektrik kablo tesislerinde çevresel etkilerin azaltılması ve sürdürülebilir bir geleceğin inşası için önemli bir adımdır. Elektrik sektöründeki paydaşların çevresel etkiler konusunda daha duyarlı olmalarını teşvik etmek ve çevre dostu uygulamaların benimsenmesini sağlamak için bu çalışmanın sonuçlarına dikkat çekilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik kablo türleri, Enerji verimliliği, Atıklar ve emisyonlar

1. GİRİŞ

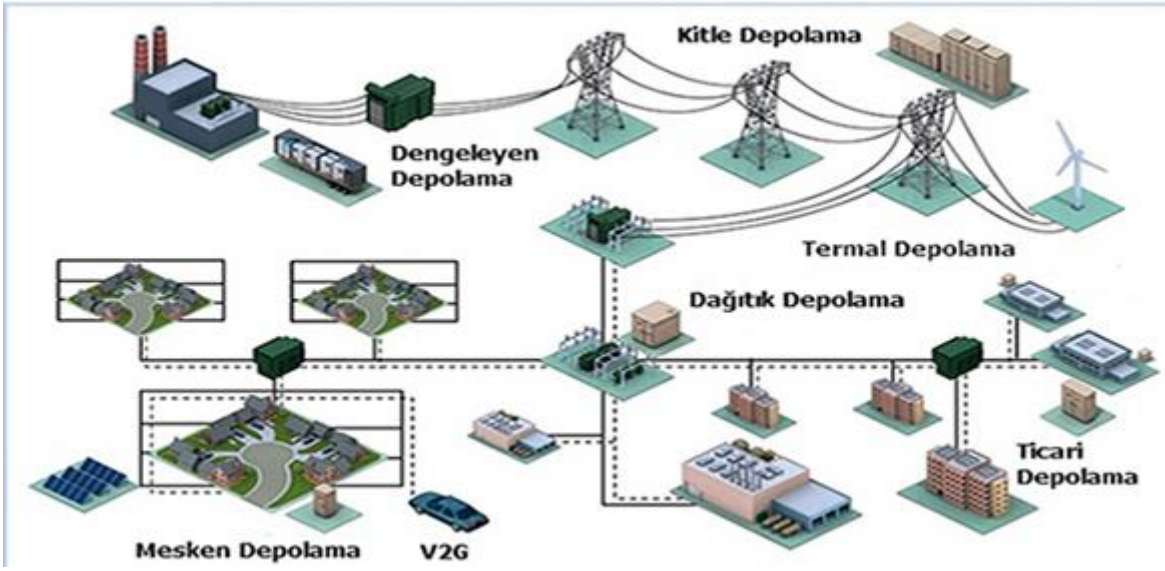
Elektrik kablo türlerinin geniş kullanım alanlarına ve çevresel etkilerine odaklanan bu çalışmanın temel amacı, elektrik kablolarının yaygın kullanımının çevresel etkilerini vurgulamak ve bu etkileri azaltmak için çözüm önerileri sunmaktır. Elektrik kabloları, endüstriyel tesislerden konutlara kadar her sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu yaygın kullanımın doğal kaynakların tükenmesi, çevresel kirlilik ve atık üretimi gibi önemli çevresel etkilere neden olduğu bilinmektedir. Günümüzde, elektrik kablosu kullanımı modern yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Ancak, farklı elektrik kablo türlerinin kullanımı çeşitli çevresel etkilere neden olabilir. Bu etkilerin anlaşılması ve ele alınması, sürdürülebilir bir gelecek için kritik öneme sahiptir. Elektrik kablolarının geri dönüşümü, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayarak çevresel etkileri azaltabilir. Ayrıca, sürdürülebilirlik perspektifiyle, çevre dostu elektrik kablo alternatiflerinin araştırılmasını ve kullanımının teşvik edilmesini sağlayabilir.

Elektrik kablolarının çevresel etkileri ve sürdürülebilirlik perspektifi hakkında yapılan çalışmaların birçoğu, kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılması için geri dönüşümün önemini vurgulamaktadır (Smith, 2018; Johnson, 2019; Wang ve ark., 2020). Örneğin, bakır gibi kablo malzemelerinin geri dönüşümü, doğal kaynakların korunmasına ve atık miktarının azaltılmasına yardımcı olabilir (Jones ve diğ., 2020). Benzer şekilde, sürdürülebilirlik odaklı yaklaşımlar, çevre dostu kablo malzemelerinin geliştirilmesi ve kullanımının teşvik edilmesini savunmaktadır (Brown, 2019; Garcia et al., 2021). Bu bağlamda, elektrik kablolarının çevresel etkileri üzerine yapılan araştırmaların, sürdürülebilirlik perspektifini dikkate alarak ele alınması önemlidir. Çalışmamız, elektrik kablo türlerinin kullanımı ve üretimi üzerindeki çevresel etkileri vurgulayarak daha fazla farkındalık yaratmayı ve sektördeki paydaşların çevre dostu uygulamalara geçişini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Elektrik kabloları, endüstriyel tesislerden konutlara kadar yaygın bir şekilde kullanılmaktadır ve bu kullanımın çevresel etkileri göz ardı edilmeyecek kadar önemlidir. Özellikle, kablo üretiminde kullanılan iletken malzemelerin madencilik ve işlenme süreçleri, doğal kaynakların tükenmesine ve çevresel kirliliğine neden olabilir. Ayrıca, kablo üretimi sırasında ortaya çıkan atıklar ve emisyonlar da çevre üzerinde olumsuz etkilere yol açabilir. Özellikle, elektrik kablo üretiminde kullanılan yaygın iletken malzemeler olan bakır ve alüminyumun madencilik ve işlenme süreçlerinin çevresel etkileri büyük önem taşır. Bu süreçler, doğal kaynakların tükenmesine ve çevresel kirliliğe yol açabilir. Ayrıca, kablo üretimi ve imalatı sırasında ortaya çıkan atıklar ve emisyonlar da çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Bu olumsuz etkileri azaltmak için elektrik kablo tesislerinde geri dönüşüm süreçlerinin uygulanması kritik öneme sahiptir. Geri dönüşüm, hammaddenin yeniden kullanılmasını sağlayarak doğal kaynakların korunmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, kablo tasarımında ve üretiminde çevre dostu malzemelerin tercih edilmesi, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Elektrik Kablo Türleri ve Kullanım Alanları

Elektrik üretimi, enerji santrallerinin faaliyetleriyle başlamaktadır. Bu santraller, çeşitli enerji kaynaklarını kullanarak kinetik enerjiyi, mekanik enerjiye dönüştürür ve ardından elektrik enerjisi elde edilir. Örneğin, hidroelektrik santralleri suyun kinetik enerjisini kullanarak, rüzgâr santralleri rüzgârın kinetik enerjisini değerlendirerek ve yakıtlı santraller ise suyu kaynatarak elde ettiği buharı türbinlerle hareket ettirerek enerji üretir. Farklı olarak, güneş santralleri güneş ışınlarını fotovoltaik paneller aracılığıyla doğrudan elektrik enerjisine dönüştürürler. Enerji santralleri genellikle şehir merkezlerinden uzak konumlarda yer alır ve ürettikleri elektrik enerjisini kilometrelerce uzaklıkta bulunan trafo dağıtım merkezlerine iletmek suretiyle tüketicilere ulaştırırlar. İletim hatları aracılığıyla taşınan enerji, bu dağıtım merkezlerinde tüketici bölgelerine, konutlara ve endüstriyel tesislere aktarılır, böylelikle enerji dağıtım süreci tamamlanmış olur. Görsel 1'de enerji depolama yol haritası verilmektedir.



Görsel 1. Enerji depolama yol haritası (URL 1)

Bakır iletkenli kablolar; Bakır, elektrik iletimi için en yaygın kullanılan malzemelerden biridir. Bakır teller genellikle yüksek iletkenlikleri ve dayanıklılıkları nedeniyle tercih edilir. Bakır iletkenli kablolar, endüstriyel tesislerden konutlara kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Özellikle elektrik enerjisi iletimi ve dağıtımında, elektrik motorlarında ve diğer yüksek akım uygulamalarında sıkça kullanılırlar. İletkenlerden elektrik akımı akarken bir dirençle karşılaşırlar. İletkenlerdeki bu direnç seviyesinin düşük olması, o iletkenin geçirecek akımı daha az kayıpla iletilmesinde yararı olmaktadır ve bakır telin direnci düşük olduğu için iyi bir elektrik iletkenidir. Bakır ayrıca inanılmaz derecede esnek bir malzemedir. Elektrik konnektörleri ve kabloların aynı anda büyük miktarda elektriği taşıması gerekir, ancak bu yükleri alan çoğu metal kolayca bükülmez. Öte yandan bakır, manevra kabiliyetine sahipken, evdeki elektriği idare etmek için ideal bir kalınlığa sahiptir. Son olarak, bakır diğer metallerden daha az oksidatiftir. Havadaki oksijen ve nem bir metalin yüzeyi ile reaksiyona girdiğinde oksidasyon olur. Bu reaksiyon, film benzeri bir kaplama oluşturan metali aşındırır. Bakır

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

iletkeni paslanan bir madde değildir. Fakat oksit oluşumuna neden olmaktadırlar (Çiftçi, 2019). Görsel 2'de bakır iletkenin yapısı gösterilmektedir.

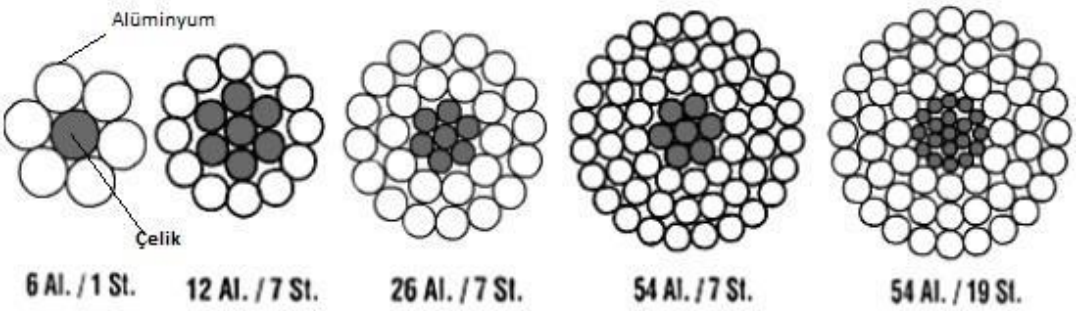
Görsel 2. Bakır iletken kablonun yapısı (MEB, 2020)

Alüminyum iletkenli kablolar; Alüminyum, daha ucuz bir alternatif olmasından dolayı bazı uygulamalarda tercih edilir. Alüminyum kablolar genellikle elektrik direnci yüksek alanlarda kullanılır, özellikle uzun mesafelerde elektrik enerjisi iletimi için tercih edilir. Bunlar genellikle elektrik direklerine ve yüksek gerilim hatlarına bağlıdır. Alüminyum, dünya genelinde oksijen ve silisyum maddelerinden sonra en yaygın bulunan üçüncü elementtir. Günümüzde, enerji nakil hatlarının çoğunluğu alüminyumdan yapılmaktadır. Birçok ülkede, iletkenlerin iletim ve dağıtım sistemlerinde alüminyum kullanımı, bakıra kıyasla daha yaygındır. Alüminyum, bakıra göre önemli ölçüde daha hafif olmasına rağmen, yoğunluğu yaklaşık olarak bakırın %30'u kadardır. Görsel 3'te alüminyum iletkenli kablonun yapısı gösterilmektedir. Enerji nakil hatlarının havai yapılarında malzemenin hafif olması özellikle önemlidir. Çünkü ağır iletken malzemelerin kullanımı, ağır nakil hattı direklerinin gereksinimini artırır. Bu nedenle, alüminyumun işlenmesi ve kullanıma hazır hale getirilmesi, bakıra kıyasla daha kolaydır. Alüminyumun hafif olması, ağır iletkenlere göre daha kullanışlıdır (Çiftçi, 2019).

Görsel 3: Alüminyum iletken kablonun yapısı (MEB, 2020).

Çelik özlü alüminyum teller; genellikle havai elektrik hatlarında kullanılan yüksek kapasiteli ve yüksek mukavemetli çok telli bir iletken türüdür. Bu iletkenlerin dış katmanları yüksek saflıkta alüminyumdur ve tercih edilme nedenleri mükemmel iletkenlik, düşük ağırlık ve ekonomik avantajlarıdır. İletkenin merkezindeki bantlar veya şeritler, iletkenin ağırlığını desteklemek ve ek dayanıklılık sağlamak amacıyla çelikten oluşur. Çelik bileşen, alüminyum iletkenlere kıyasla daha fazla gerilme mukavemeti gösterir. Ayrıca, çelik daha düşük elastik ve elastik olmayan deformasyona (kalıcı uzama) ve mevcut yükleme altında daha düşük bir termal genleşme katsayısına sahiptir, bu da mekanik yüklemelerde, örneğin rüzgâr ve buz yüklemelerinde daha istikrarlı bir performans sağlar. Çelik özlü alüminyum iletkenler, havai

hat uygulamalarında alüminyum iletkenlere kıyasla daha az sarkma yaşanmasına olanak tanır (Çiftçi, 2019). Görsel 4'te, çelik özlü alüminyum iletkenin yapısı görsel olarak gösterilmektedir.



Görsel 4. Çelik özlü alüminyum iletken kabloların yapıları ve perspektif görünüşleri (MEB,2020).

Karbon fiber iletkenli kablolar; Karbon fiber, hafif ve dayanıklı bir malzemedir ve bazı özel uygulamalarda kullanılabilir. Özellikle uzay, havacılık ve otomotiv endüstrilerinde, ağırlık tasarrufu ve yüksek mukavemet gerektiren uygulamalarda kullanılabilirler.

Fiber optik kablolar: Fiber optik kablolar, ışık sinyallerini iletmek için kullanılır ve veri iletiminde özellikle etkilidirler. İnternet, telefon ve televizyon iletimi gibi iletişim alanlarında geniş bir kullanım alanına sahiptirler.

Isıtma kabloları; ısıtma kabloları, zemin ısıtması, boru donmayı önleme ve endüstriyel proseslerde sıcaklık kontrolü gibi uygulamalarda kullanılır. Bu kablolar, ısıtma ihtiyacı olan özel alanlarda kullanılır ve özellikle konutlarda ve ticari tesislerde yaygın olarak bulunur.

2.2. Elektrik Kablo Türlerinin Çevresel Etkileri

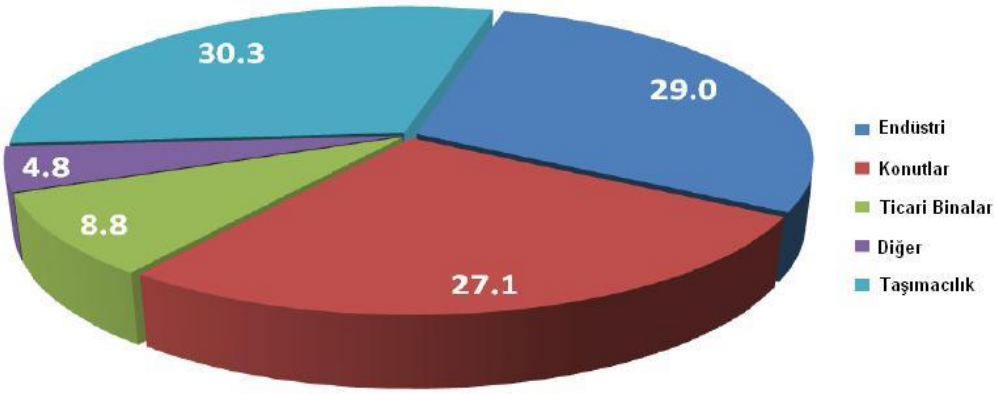
Elektrik kablolarının üretiminde kullanılan ana malzemelerden biri bakır veya alüminyum gibi metallerdir. Bu metallerin madencilik süreci, doğal kaynakların tükenmesine ve çevresel etkilere neden olabilir. Madenlerin çıkarılması, arazi tahribatına, su kirliliğine ve biyolojik çeşitlilik kaybına yol açabilir. Ayrıca, madenlerin işlenmesi için gerekli olan enerji tüketimi ve emisyonlar da çevresel etkilere katkıda bulunabilir. Bakır ve alüminyum gibi metallerin işlenmesi ve kablo haline getirilmesi sürecinde enerji yoğun işlemler gereklidir. Bu işlemler genellikle fosil yakıtlardan elde edilen enerjiyle gerçekleştirilir, bu da sera gazı emisyonlarına ve iklim değişikliğine katkıda bulunabilir. Ayrıca, kimyasal maddelerin kullanımı da atık üretimine ve çevresel kirliliğe neden olabilir. Elektrik kablo üretim süreci sonunda çeşitli atıklar ortaya çıkabilir. Bu atıklar, işleme ve üretim süreçlerinden kaynaklanan atıklar ve kullanılan kimyasalların artıkları olabilir. Bu atıkların düzgün bir şekilde bertaraf edilmemesi çevre kirliliğine ve toksik maddelerin yayılmasına neden olabilir. Ayrıca, geri dönüşüm süreçlerinin olmaması durumunda, değerli hammadde kaynaklarının israf edilmesine de yol açabilir. Elektrik kablo üretim sürecinde genellikle büyük miktarlarda su kullanılır. Bu suyun çıkarılması, işlenmesi ve kullanılması çevresel etkilere yol açabilir, özellikle de su kıtlığı yaşanan bölgelerde bu durum daha belirgin hale gelebilir.

Geri dönüşüm süreçleri, kullanılmış elektrik kablolarından geri kazanılan bakır veya alüminyum gibi iletken metallerin yeniden kullanılmasını sağlar. Bu, yeni kablo üretimi için gerekli olan doğal kaynak miktarını azaltır ve madencilik faaliyetlerinin gereksinimini azaltır. Yeniden kullanılan malzemelerin işlenmesi genellikle daha az enerji gerektirir. Bu da elektrik kablo üretim sürecinde kullanılan toplam enerji tüketimini azaltır ve dolayısıyla çevresel etkileri azaltır. Kullanılmış elektrik kablolarının geri dönüşümü, atık miktarını azaltır ve çöp depolama alanlarının gereksinimini azaltır. Bu da çevresel kirliliği ve doğal habitatların tahribatını önler. Geri dönüşüm süreçleri, yeni malzeme üretimi için gerekli olan kimyasal maddelerin ve atık emisyonlarının azalmasına yardımcı olur. Bu, çevresel kirliliği ve hava, su ve toprak kirliliğini azaltır. Geri dönüşüm süreçleri aynı zamanda ekonomik faydalar da sağlar. Geri dönüşüm işlemleri genellikle yeni malzemelerin üretiminden daha maliyet etkin olabilir ve bu da maliyet tasarrufu sağlar.

2.3. Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirlik

1987 yılında Birleşmiş Milletler tarafından "Ortak Geleceğimiz" adıyla yayınlanan Bruntland Raporu, sürdürülebilirlik kavramını gündeme getirmiştir. Sürdürülebilir kalkınma, bugünün gereksinimlerini karşılarken gelecek kuşakların gereksinimlerini de göz önünde bulunduran bir kalkınma olarak tanımlanmıştır (Anonim, 1987). Sürdürülebilirlik, mevcut ve gelecek nesillerin kaynak ve hizmet ihtiyaçlarını karşılarken bu süreci sağlayan ekosistemlerin sağlığından ödün vermemeye odaklanan bir kavramdır. Sürdürülebilirlik, çevresel (ekolojik), toplumsal ve ekonomik bileşenler altında incelenir. Canlıların biyolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel olarak yaşamlarını sürdürebildikleri alan çevre olarak adlandırılır. Organizasyon sınırları dışındaki her yer çevre olarak kabul edilir (Akatay ve Aslan, 2008). Son yıllarda, çevresel sürdürülebilirlik anlayışı önem kazanmıştır ve sürdürülebilir kalkınma içinde aktif bir rol oynamaktadır. İşletmeler, bulundukları topluma ve çevreye karşı sosyal sorumluluk taşır. Kaynakların aşırı tüketimi ve bu durumun gelecek nesillerin ihmal edilmesiyle sonuçlanması, üretim ve tüketim alışkanlıklarıyla dünya üzerindeki ekosistemlerin yıkılmasına yol açmaktadır. Bu durum, küresel sürdürülebilirlik açısından bir tehdit oluşturmaktadır (Altuntuğ, 2009).

Enerji, hayatın temel kavramlarından biri olarak kabul edilir. İnsanoğlunun doğduğu günden itibaren, enerji tarihsel ve ekonomik bir evrim geçirerek şekillenmiştir. İnsanlığın doğuşundan itibaren enerji, yaşamsal ihtiyaçları karşılamanın yanı sıra aynı zamanda ilahi bir boyut kazanmıştır. Ancak, insanlığın gelişmesi ve bu gelişmenin maddi dünyaya etkisiyle birlikte, enerji kavramının içeriği ve önemi de değişmiştir (Yılmaz, 2009). Fiziksel olarak, enerji en basit şekilde bir cismin veya cisimler sisteminin iş yapma yeteneği olarak tanımlanır. Doğada enerji her zaman mevcuttur. Enerji, fizik kurallarına göre yoktan var edilmez, ancak bir formdan başka bir forma dönüşebilir (Sancar, 1992). Leibnitz, enerjiyi canlı bir güç olarak tanımlar ve bunu hareket halindeki bir insanın hızı ve ağırlığı arasındaki matematiksel ilişki olarak açıklar (Goel, 2005). Enerji, üretim işletmelerinde zorunlu bir girdi olarak kullanılır ve toplumların refah seviyelerini artırmak için gerekli bir hizmet aracı olarak kabul edilir. Ekonomik kalkınmanın temel taşlarından biri olarak enerji, hayati bir öneme sahiptir (TUSİAD, 1994). Görsel 5, sektörlere göre enerji tüketimi oranlarını vermektedir.



Görsel 5. Sektörlere bağlı olarak enerji tüketim oranlarının şematik gösterimi

Sanayi sektörü, genellikle enerji tüketiminin en yüksek olduğu alandır. Bu sektördeki enerji tüketimi, üretim süreçlerinde kullanılan makinelerin, fabrikaların ve tesislerin işletilmesi için gereken enerji kaynaklarıyla doğrudan ilişkilidir. Büyük ölçekli üretim faaliyetleri, endüstriyel tesislerin yüksek enerji taleplerini beraberinde getirir. Ulaşım sektörü, enerji tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturur. Karayolu, denizyolu, havayolu ve demiryolu gibi ulaşım araçlarının işletilmesi ve taşımacılık faaliyetleri, petrol, doğalgaz ve elektrik gibi enerji kaynaklarının kullanımını gerektirir. Özellikle motorlu taşıtların, uçakların ve gemilerin hareketi için yüksek miktarda enerjiye ihtiyaç duyulur. Konut ve ticari binalar, enerji tüketiminin önemli bir bölümünü oluşturur. Isıtma, soğutma, aydınlatma ve ev aletleri gibi günlük yaşam aktiviteleri için elektrik ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulur. Binaların enerji verimliliği, bu sektördeki toplam enerji tüketimini etkileyen önemli bir faktördür (Sanlav, 2023). Tarım sektörü, enerji tüketiminin önemli bir kısmını oluşturur. Tarım makineleri, sulama sistemleri ve sera ısıtma gibi faaliyetler, tarımsal üretim süreçlerinde enerji kullanımını gerektirir. Tarımsal faaliyetlerde enerji verimliliği, sürdürülebilir tarım uygulamalarının bir parçası olarak dikkate alınır. Hizmet sektörü, enerji tüketiminin önemli bir bileşenidir. Ofis binaları, alışveriş merkezleri, oteller ve restoranlar gibi ticari işletmeler, aydınlatma, ısıtma, soğutma ve elektronik ekipmanlar için enerji kullanır. Bu sektörde de enerji verimliliği önemlidir ve sürdürülebilir işletme uygulamalarının bir parçası olarak değerlendirilir.

Elektrik kablo türlerinin çevreye zararını en aza indirmek ve sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak için; Biyobozunur plastikler veya biyo-tabanlı plastikler gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen malzemeler kullanılabilir. Bu malzemeler, fosil yakıtların tüketimini azaltır ve karbon ayak izini azaltır. Geri dönüştürülmüş plastikler, alüminyum veya bakır gibi malzemeler, doğal kaynak tüketimini azaltır ve atık miktarını azaltır. Geleneksel iletken malzemeler olan bakır ve alüminyum yerine, daha çevre dostu olanlar tercih edilebilir. Örneğin, alüminyum yerine alüminyum alaşımları veya bakır yerine çinko gibi daha az çevresel etkiye sahip malzemeler kullanılabilir. İzolasyon malzemelerinde PVC yerine daha çevre dostu seçenekler tercih edilebilir. Örneğin, PE (polietilen) veya XLPE (çapraz bağlı polietilen) gibi çevre dostu izolasyon malzemeleri kullanılabilir. Bu malzemeler, daha az zararlı kimyasal içerir

ve geri dönüştürülebilir. Kablo kaplamaları veya yalıtımlar için doğal liflerden yapılan malzemeler veya biyobozunur malzemeler tercih edilebilir.

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Enerji verimliliği uygulamaları, ekonomik, çevresel ve sosyal faydalar sağlayarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda, daha geniş çaplı bir enerji verimliliği stratejisinin benimsenmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Özellikle bina ve konutlarda yalıtım ve enerji etiketli cihazların kullanımıyla, endüstriyel sektörde proses iyileştirmeleri ve enerji geri kazanımıyla, ulaşım sektöründe elektrikli araçların teşviki gibi alanlarda daha fazla çaba sarf edilmelidir. Ayrıca, enerji verimliliği konusunda farkındalık artırıcı eğitimler ve teşvik programları da önemlidir. Bu şekilde, toplumun tüm kesimlerini kapsayan kapsamlı bir enerji verimliliği stratejisiyle daha sürdürülebilir bir gelecek inşa edilebilir. Enerji verimliliği uygulamalarının yaygınlaştırılması, küresel ölçekte çevresel etkilerin azaltılması, ekonomik tasarrufların sağlanması ve toplumun refahının artırılması açısından kritik öneme sahiptir. Hem bina ve konutlarda, endüstriyel sektörde ve ulaşım sektöründe enerji verimliliğini artırmak için çeşitli önlemler alınmalıdır. Bu önlemler, sürdürülebilir bir gelecek için atılması gereken önemli adımları temsil etmektedir. Dolayısıyla, enerji verimliliği politikalarının ve uygulamalarının daha da güçlendirilmesi ve desteklenmesi önemlidir. Bu şekilde, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik kalkınma hedeflerine ulaşmak mümkün olacaktır. Elektrik kablo tesislerinin, kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamak için güneş, rüzgâr veya hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapması teşvik edilmelidir. Tesisler, kendi yenilenebilir enerji tesislerini kurarak enerji tüketimlerini karşılayabilir ve hatta fazla enerjiyi grid'e sağlayarak çevresel etkileri azaltabilir. Yenilenebilir enerji kullanımıyla birlikte, enerji verimliliği önlemleri alınarak enerji tüketimi azaltılmalıdır. Bu, hem tesislerin enerji maliyetlerini düşürürken hem de çevresel etkileri azaltırken önemli bir adımdır.

KAYNAKÇA

1. Akatay, A., Aslan, Ş. (2008). Yeşil Yönetim ve İşletmeleri İSO 14001Sertifikası Almaya Yönelten Faktörler, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(1), s.313-339.
2. Altuntuğ, N. (2009). Sürdürülebilir Müşteri Değerinin Psikolojik ve Sosyolojik Boyutu: Bireysel ve Toplumsal Karakter, Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 10(2), s.1-17.
3. Anonim., 1987. Our common future, Brundtland report, United Nations World Commission on Environment and Development, Stockholm. (http://en.wikipedia.org/wiki/Our_Common_Future, Ekim 2008).
4. Brown, D. (2019). Advancements in Environmentally Friendly Cable Materials. Sustainable Materials and Technology, 8(2), 89-102.
5. Çiftçi. E., *Kentsel ve Çevresel Sürdürülebilirlik Bağlamında Yüksek Yapıların Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2019.

6. Garcia, F., et al. (2021). Promoting Sustainability through Eco-Friendly Cable Designs. Journal of Environmental Engineering, 15(3), 175-189.
7. Goel, M. (2005). Energy Sources and Global Warming, New Delphi: Allied Publishers, s.1.
8. Johnson, B. (2019). Recycling Strategies for Electric Cables: A Comprehensive Review. Environmental Science and Technology, 42(3), 211-225.
9. Jones, E., et al. (2020). Environmental Benefits of Copper Cable Recycling: A Case Study. Resources Conservation and Recycling, 25(1), 67-79.
10. MEB, (2020). *Elektrik Tesisat Bilgisi*, Hayat Boyu Öğrenme Genel Müdürlüğü. Ankara,149s.
11. Sancar, S. (1992). Avrupa Topluluğunda Enerji Arzı Çevre Dengesinin Optimizasyonu ve Türkiye'deki Uygulanabilirliği, Ankara: DPT Yayını, s.3
12. Sanlav, A. B., *Enerji Nakil Hattında Kullanılan Yüksek Sıcaklık Süperiletken (Hts) Kablo İle Geleneksel Bakır Kablo Karşılaştırması* , Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gümüşhane, 2023.
13. Smith, A. (2018). Sustainable Practices in Electrical Cable Manufacturing. Journal of Sustainable Engineering, 6(2), 45-58.
14. TUSİAD (1994). Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış: Arz, Talep ve Politikalar, İstanbul: TUSİAD Yayınları: s.15.
15. URL 1: Enerji depolama yol haritası https://www.elder.org.tr/ebulten/bulten19.html (Erişim Tarihi: 12.03.2024).
16. Wang, C., et al. (2020). The Role of Recycled Materials in Sustainable Cable Production. Renewable Resources and Recycling, 18(4), 123-136.
17. Yılmaz. B., *Binalarda Enerji Verimliliği ve Sürdürülebilirlik,* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009

INDOOR LIGHTING DESIGN FOCUSED ON CHANDELIER LIGHTING

Mehmet Sait CENGİZ

Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis.

msaitcengiz@gmail.com

ORCID NO: 0000-0003-3029-3388

Metin KAYNAKLI

Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis.

kaynaklim@hotmail.com

ORCID NO: 0000-0001-8372-1345

ABSTRACT

Direct and indirect lighting systems are used in architectural lighting, taking into account functional and psychological needs. The chosen lighting design can increase the value and comfort of a space or, conversely, reduce visual comfort. Lighting standards, energy-saving requirements, and user comfort should be taken into consideration when creating the lighting design at the final decision stage. Architectural features and function of the space are important in lighting design. In addition to the types of materials used, colors, textures, and reflection coefficients, physical properties such as the height of the space also play a determining role in the selection of the lighting type. Indirect and direct lighting should be used together, considering their advantages and disadvantages according to the physical characteristics of the space and the purpose of use. In this way, comfortable and pleasant living spaces can be achieved with energy-saving lighting systems. The most suitable light sources for this type of hybrid lighting are chandeliers, and in this study, the distribution and energy efficiency of light from chandeliers were evaluated.

Keywords: Energy, interior lighting, architectural lighting, chandelier lighting

1. INTRODUCTION

Lighting is to create the conditions necessary for visual perception and appropriate to the characteristics of the subject. According to CIE, lighting is the application of light to objects and their surroundings to provide visibility to a certain area or city area. The purpose of

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

architectural lighting is to assist a wide variety of human needs. Because emotions, actions, perceptions, and health are affected by lighting.

A stunning chandelier added to a hotel entrance, a dining room, or a restaurant increases the overall value and beauty of the space. The chandelier is a design object used by architects and lighting designers to impress users, enrich decoration, and create spaces. Chandeliers are symbols of the elegance of a place. They are lighting objects that add value to any design, whether modern or classic. A sparkling chandelier is always one of the most striking pieces of decoration. Chandeliers can be classified according to their style or shape. According to their styles, chandelier types can be classified as contemporary and modern, traditional, industrial, rustic, Victorian, bohemian, art deco, French country, and transitional [1-3]. Various types of chandelier models can be seen in Figures 1-10.

Figure 1. Contemporary and modern type chandelier

Figure 3. Industrial Chandelier

Figure 2. Traditional chandelier

Figure 4. Rustic chandelier

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Figure 5. Victorian chandelier

Figure 6. Baroque Chandelier

Figure 7. Bohemian chandelier

Figure 8. Art deco chandelier

Figure 9. French country chandelier

Figure 10. Transitional chandelier

When choosing a chandelier, attention is paid to variables such as the size of the space, the scale of the chandelier relative to the space, the purpose of use of the space, the required light intensity, the types of light sources, the decoration style, the style and material of the chandelier, the lighting control system, ease of maintenance, installation details and the weight of the chandelier.

2. CHANDELIER LIGHTING

In addition to the style and shape of a chandelier, there are some basic design principles that should be considered in its use. A small or large, modern or classic chandelier can be used in any area, be it a living room, bathroom, or terrace. It is important to create balanced lighting in the space where the chandelier is located [2-5]. Figure 11 shows a modern chandelier lighting with balanced light distribution.

Figure 11. Modern chandelier lighting with balanced light distribution

To achieve sufficient brightness levels for both general lighting and work areas and to create a beautiful environment, it may be necessary to use downlight-type fixtures, track spotlights, and wall sconces in addition to chandeliers. For example, a multifunctional space such as a hotel

lobby requires different lighting levels and lighting scenarios for different functions. An impressive large chandelier can welcome hotel visitors with its magnificence and make the hotel unforgettable. However, for a reception desk, additional lighting sources will be needed. Restaurants, bars, and cafes also need chandeliers for both functional and decorative purposes. For the same reasons, chandeliers are used in almost every room in residences. Since chandeliers are used in conjunction with other light sources, utilizing a lighting control system is almost a necessity. Thanks to the lighting control system, different lighting scenarios can be easily created and energy savings are also achieved. Glare is an issue that needs to be taken into consideration for chandeliers, as it is for all lighting fixtures. Glass, crystal, and open bulbs used may create glare. For example, on a dining table or in a bedroom, this would be very uncomfortable for the user. Chandeliers are elements of balance between the personality and functionality of a space. It can turn a monotonous lighting design into a magnificent one, thanks to elegant and stylish chandeliers that add a personal touch to the entire decoration [3-6].

3. LIGHTING TYPES ACCORDING TO LIGHT DISTRIBUTION

Interior lighting fixtures are divided into 6 groups according to their rate of transmitting light to the lower and upper half space. Chart 1 shows the CIE classification for indoor lighting luminaires. Figure 12 shows Luminaire classification according to radiation of luminous flux.

Chart 1. CIE classification for indoor lighting luminaires [7]

Luminaire type	% Upward flux distribution	% Downward flux distribution
Direct	0-10	90-100
Semi-direct	10-40	60-90
Direct-indirect	40-60	40-60
General diffuse	40-60	40-60
Semi-indirect	60-90	10-40
Indirect	90-100	0-10

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

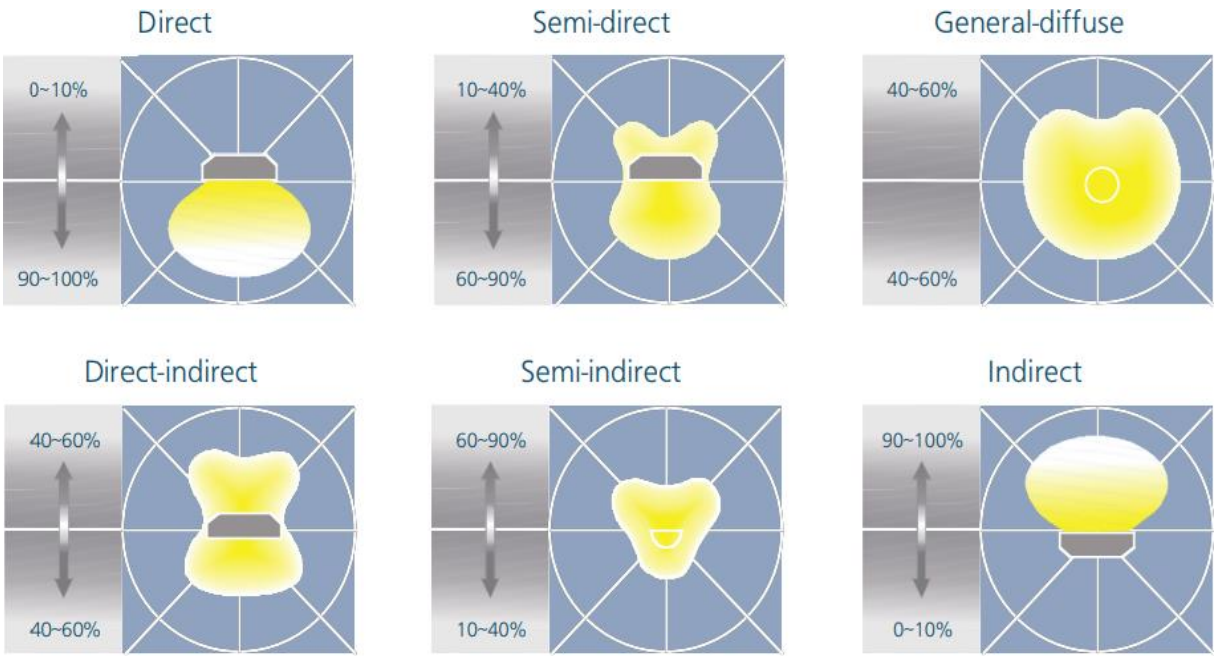


Figure 12. Luminaire classification according to radiation of luminous flux [7]

- Direct (direct) lighting, 90-100 percent of the light coming from the lighting fixtures reaches the working plane directly, it is important to prevent possible glare, the ceiling may appear much darker than the general area (cave effect), high energy efficiency can be achieved, downlight type products can be given as an example of this type.
- Diffuse lighting, 40-60 percent of the light spreads downwards and 60-40 percent upwards, fixtures such as glass or plastic globes are examples of this type.
- Indirect lighting, 90-100 percent of the light is scattered upwards, light directed to the ceiling or walls indirectly illuminates the working plane, the risk of glare is low, and energy efficiency is lower than direct lighting.
- Semi-direct (semi-direct) lighting, 60-90 percent of the light is emitted downwards and 40-10 percent is emitted upwards.
- Direct/indirect lighting, light is emitted directly and indirectly from the ceiling.
- Semi-indirect (semi-indirect lighting), 10-40 percent of the light is emitted downwards and 90-60 percent is emitted upwards [4-6, 8-10].

The basic elements that determine the decisions taken in lighting design are the architectural features and function of the space. Physical properties such as the types of materials used, colors, textures, reflection coefficients, as well as the height of the space play a decisive role in the designer's decisions. Having direct lighting in places where work is done, such as offices, commercial and industrial establishments, hospitals, and showrooms, is important for occupational safety, employee performance, and comfort. Balanced general lighting can be achieved by placing lighting fixtures with direct light distribution at correct light angles and appropriate intervals or accent lighting can be provided by directing direct light to an object or

surface. The illumination of a sculpture or a painting in exhibition areas or museums is accent lighting.

Indirect light can be used as general or decorative lighting. Hidden band-type lighting, which we often see in residences and hotels, is an example of indirect decorative lighting. Low energy efficiency in indirect lighting systems may be a disadvantage of the system. Since the light source is hidden and the light is reflected from the ceiling or walls, it may result in the use of high-lumen output light sources to provide high illumination levels. On the other hand, indirect light does not create annoying shadows and glare and provides a pleasant environment [9-11].

Using only direct lighting may be a practical solution, but a sharp contrast between light and shadows may occur or a cave effect may occur as the ceiling may remain dark compared to the whole space. Only indirect lighting can adequately illuminate the walls and ceiling, but illumination levels may be inadequate for some functions in the space. The combined use of indirect and direct light sources, by evaluating their advantages and disadvantages depending on the physical characteristics of the space and their intended use, enables us to achieve energy-saving lighting systems and comfortable and enjoyable living spaces [9-12].

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Considering that a large part of energy consumption is used for lighting, it can be said that the importance of lighting control has increased. The importance of energy is directly proportional to both cost and energy efficiency. Therefore, energy consumption needs to be reduced. Technological developments and the increasing comfort demands of people due to these developments bring intelligently designed lighting systems to the fore. While smart systems take their place in daily life in many designs such as smart homes, smart offices and smart lighting, energy savings can be achieved with the lighting types to be used in chandeliers for environments that both make life easier and save money. In this study, lighting with chandeliers was evaluated according to lighting types.

Scenarios in which the lighting type is more effective, adapts to the environment, is used in smart systems and provides savings were examined. Using such a high amount of energy in lighting brings with it possible bad scenarios.

- Chandeliers are light sources suitable for 6 different interior lighting in all scenarios (radiance of light on top and bottom).
- Choosing lighting systems according to the space is an important detail.
- The use of energy-saving lamps should be increased.
- The use of energy level control systems in homes needs to be increased.
- It is understood that chandeliers can be used for indoor lighting, directly or indirectly or in different scenarios.

REFERENCES

[1] Kopkallı-Yavuz, H. and Mutlu, M.E. (2009). Does frequency of online support use have an effect on overall grades The Turkish Online Journal of Distance Education, 10 (2).

[2] B. Von Neida, D. Manicria, A. Tweed, An analysis of the energy and cost savings potential of occupancy sensors for commercial lighting systems, J. Illum. Eng. Soc. 30 (2) (2001) 111–125.

[3] Krarti, M., Erickson, P.M., Hıllman, T.C.2005 A simplified method to estimate energy savings of artificial lighting use from daylighting, Building and environment, 40, 6, pp. 747-754, 2005.

[4] Chew I, Karunatilaka D., Tan C.P., Kalavally V., Smart lighting: The way forward Reviewing the past to shape the future, Energy and Buildings, 149 (2017), 180–191.

[5] Pattison, P.M., Hansen, M. and Tsao, J.Y. (2018). LED lighting efficacy: Status and directions. Comptes Rendus Physique, 19(3), 134-145.

[6] J.H. Oh, S.J. Yang, Y.R. Do, Healthy, natural, efficient and tunable lighting: fourpackage white leds for optimizing the circadian effect, color quality and vision performance, Light Sci. Appl. 3 (2) (2014) 141.

[7] Pelsan aydınlatma, https://pelsan.com.tr/assets/img/resources/isik_dagilimi.pdf [02.02.2023]

[8] Jafrancesco, D., Mercatelli, L., Fontani, D., Francini, F. ve Sansoni, P., Indoor illumination by solar light collectors, Chartered Institution of Building Services Engineers, Lighting Research & Technology, 40, 323–332, (2008).

[9] Singh, M.C., Garg, S.N., "Illuminance estimation and daylighting energy savings for Indian regions, Renewable Energy, 35,. 703-711, (2010).

[10] Özbudak B.Y., Gümüş B., Çetin F.D., (2003). İç Mekân Aydınlatmasında Renk ve Aydınlatma Sistemi İlişkisi, II. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri, Diyarbakır. 2003.

[11] Turgay, O. ve Altuncu, D. (2011). İç Mekânda Kullanılan Yapay Aydınlatmanın Kullanıcı Açısından Etkileri. Çankaya Üniversitesi Journal of Science and Engineering, 8(1), 167-181.

[12] Kazanasmaz, T., Günaydın, M., Binol, S., Artificial neural networks to predict daylight illuminance in office buildings, Building and Environment, 44,8, pp. 1751-1757, (2009).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

RİZE 28 AĞUSTOS FETİH PARKININ BİTKİSEL ENVANTERİNİN ÇIKARILMASI VE BİTKİSEL TASARIM AÇISINDAN İNCELENMESİ

Doç. Dr., Ömer Lütfü ÇORBACI
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, omerlutfu.corbaci@erdogan.edu.tr - 0000-0002-8763-3163
Dr. Öğr. Üyesi, Gülcay ERCAN OĞUZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, gulcay.ercanoguzturk@erdogan.edu.tr - 0000-0002-0893-4719
Öğrenci, Meryem YURTSEVEN
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, meryem_yurtseven20@erdogan.edu.tr- 0009-0003-8831-947X

ÖZET
Peyzaj alanlarının en önemli materyali olan bitkiler, alana estetik ve fonksiyonel özellikler katmaktadır. Bitkilerin estetik özelliklerinin başında renk gelmektedir. Bu çalışmada Rize ili merkezinde seçilen 28 Ağustos Fetih Parkı'nın bitki envanteri çıkartılarak renk açısından irdelenmiştir. Çalışma alanı, Rize'nin merkezinde konumlanmış ve bitkisel çeşitlilik açısından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Parkta kullanılan bitkiler, 23 farklı familya ve toplamda 44 farklı taksonu içermektedir. Bu taksonların 14'ü doğal ve 30'u egzotik özellikli bitkilerdir. Bu çeşitlilik, parkın ekolojik değerini artırırken aynı zamanda ziyaretçilere farklı bitki taksonlarını tanıma ve keşfetme fırsatı sunmaktadır. Ayrıca alanlarındaki bitkilerin envanterlerinin çıkartılarak kategorize edilmesi, parkın bitkisel çeşitliliğini daha da belirginleştirmektedir. Bu çalışmanın amacı, bitkisel tasarımın önemini vurgulayarak, bu alanlarda bitki envanterlerinin çıkartılmasını ve bitkilerin kategorize edilerek renk özellikleri konusunda kullanıcılara bilgi sunulmasını sağlamaktır. Bu tür çalışmalar, kentsel açık yeşil alanların tasarımında sürdürülebilirlik ve çevresel uyum açısından önemlidir. Ayrıca, bitki çeşitliliğinin korunması ve teşvik edilmesi için de gereklidir. Bu çalışma, benzer kentsel açık yeşil alanların tasarımında bitkilerin renkleri ile ilgili rehberlik sağlayabilir aynı zamanda doğal ve egzotik bitki taksonlarının kullanımı konusunda bilgi birikimini arttırabilir. Sonuç olarak, 28 Ağustos Fetih Parkı genel itibari ile %29 herdem yeşil bitkilerden, %71 yaprak döken bitkilerden oluşmasına rağmen sayı ve kitlesel etki olarak herdem yeşil bitkiler alanda büyük yer kapladığı için yeşil renk etkisi ağırlıktadır. Bu yüzden renk özelliği gösteren bitkilerin kullanımı azdır. Renk özelliği gösteren bitkilerin az olması alanın canlılık etkisini azaltmaktadır. Bu yüzden öneri olarak alanda renk özelliği ile ön plana çıkan sıcak renkli doğal bitki taksonlarının kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Rize, Renk, Doğal bitki, Egzotik bitki, Bitkisel tasarım

1. GİRİŞ
Küresel ölçekte, kentleşme süreci hızla ilerlemekte ve kentler gün geçtikçe daha kalabalık hale gelmektedir. Bu durum, insanların yaşam temposunu artırmakta ve yoğun bir çalışma ortamı yaratmaktadır. Bu yoğun tempo, bireyler üzerinde önemli bir ruhsal baskı oluşturabilmektedir.

Kentleşmenin bu hızlı ilerleyişi, bireylerin yaşam kalitesini ve ruh sağlığını olumsuz yönde etkilemenin yanında ekolojik olarak da birçok probleme yol açmaktadır. (Lafortezza vd., 2009; Grahn ve Stigsdotter, 2010; Wu, 2010; Ekren ve Çorbacı, 2022). Kentsel yaşamın yoğun temposu ve stresi, bireylerin açık yeşil alanlara olan ihtiyacını arttırmaktadır. Kentsel mekânların özerk olmayan kullanımlarından biri, açık yeşil alanların bir düzen içerisine entegrasyonunu sağlamaktadır. Bu hem metropoliten hem de kullanıcılarına ekolojik, estetik, ekonomik ve psikolojik avantajlar sunmaktadır. (Çorbacı vd., 2020). Peyzaj düzenlemelerinde kilit bir bileşen olan bitkiler, estetik ve fonksiyonel hedeflerle çeşitli alanlara çeşitli anlamlar ve işlevler eklemektedir. Bitkisel peyzaj düzenlemelerinde, bitkilerin estetik niteliklerinin başında renk, form ve doku gelmektedir. Bu, bitkilerin mekânın genel görünümü ve hissi üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bitkilerin seçimi ve yerleştirilmesi, peyzaj tasarımının başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Bu, bitkilerin hem estetik hem de fonksiyonel değerini göstermektedir (Kösa ve Atik, 2013). Renk, bitkilerin gövde, dal, yaprak, çiçek ve meyve yüzeylerinde ışığın yansımasıyla ortaya çıkan bir özelliktir. Bu renk etkisi, bitkilerin farklı gelişme dönemlerinde yapraklanma, çiçeklenme, meyve oluşumu, yaprak dökümü vb. çeşitlilik gösterir (Eroğlu vd., 2005). Kırmızı, mavi ve sarı, ana renkler olarak kabul edilir. Yeşil, turuncu ve mor ise bu ana renklerin birleşiminden oluşan türev renklerdir. Renklerin insan psikolojisi üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, renkler genellikle sıcak renkler (kırmızı, turuncu, sarı) ve soğuk renkler (yeşil, mavi, mor) olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Sonbahardaki kırmızı, sarı ve turuncu gibi sıcak renkler genellikle canlılık, neşe, heyecan ve hareket duygularını tetiklerken, yaprak döken bitkilerin ilkbaharda yeşil olan yaprakları dinlendirici, sakinlik ve rahatlık etkisi oluşturmaktadır (Altınçekiç, 1994; Kösa ve Atik, 2013). Peyzaj alanlarında kentsel boşluk oluşturma çabaları sırasında, yoğun kullanım kapasitesine sahip bölgelerde çiçekli bitki düzenlemeleri planlanıyorsa, kullanıcıların renklerden etkilenme biçimleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu, renklerin insan duyguları ve davranışları üzerindeki etkisinin, peyzaj tasarımının genel başarısı için önemli bir faktör olduğunu vurgulanmaktadır. Mor, hüzün veren, düşünmeye yönelten, çok geniş yüzeylerde korku ve pişmanlık hissi uyandıran bir renktir (Öztan, 1969). Peyzaj düzenlemelerinde, genellikle yeşil yapraklara sahip bitki taksonlarının kullanılması öncelikli ve yaygın bir uygulamadır. Koyu yeşil yapraklı bitkiler, arka plan oluşturma ve vurgulama etkisi yaratır. Öte yandan, açık yeşil yapraklı bitkiler, mekâna genişlik hissi ve ferahlık kazandırır (Akdoğan, 1982). Geçiş amaçlı kullanılan dinamik alanlarda, nötr renklerin tercih edilmesi, mekânın karakteristik özelliklerini muhafaza etmekte, güvenlik ve uyum hissi etkisi sağlamaktadır (Çubuk vd., 1999). Bu alanlar kullanıcıya doğayla bağlantı kurma, fiziksel aktivite yapma ve stresi azaltma fırsatı sunar. Ayrıca, yeşil alanlar sosyal etkileşimleri teşvik eder ve toplum sağlığını iyileştirir. Ancak, hızlı kentleşme süreci, bu değerli yeşil alanların azalmasına neden olmaktadır. Bu durum, bireylerin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla, kent planlamasında yeşil alanların korunması ve geliştirilmesi, sürdürülebilir bir kentsel yaşam ve bireylerin ruhsal sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Kentler, yapısal bölgeler ve bunları kuşatan fonksiyonel bölgelerden oluşmaktadır. Yapısal bölgelerin dışındaki çevre, yarı doğal ve/veya insan yapımı açık ve yeşil alanları barındırır. Kentsel açık ve yeşil alanlar, sundukları çevresel, sosyal ve ekonomik avantajlarla metropollerin ayrılmaz unsurları haline gelmiştir. (Çetinkaya ve Uzun, 2014). Açık yeşil alanların tasarımında bitki taksonlarının

seçimi, iklim uygunluğu, toprak tipi ve su ihtiyacı, estetik değer, ekolojik etki gibi çeşitli kriterlere dikkat edilerek yapılmalıdır. Bitkilerin seçimi, yerleştirilecekleri bölgenin iklim koşullarına uygun olmalıdır. Doğal taksonlar genellikle yerel iklim koşullarına daha iyi adapte olurken, egzotik taksonlar belirli koşullarda daha iyi performans gösterebilir. Ayrıca bitkilerin toprak tipine ve su ihtiyacına uygun olması gerekmektedir. Bazı bitkiler kumlu toprakları tercih ederken, diğerleri kil veya silt toprakları tercih edebilir. Bitkisel tasarımlarda bitkilerin bakım ihtiyaçları da dikkate alınmalıdır. Bazı bitkiler düşük bakım gerektirirken, diğerleri düzenli budama, gübreleme ve sulama gerektirebilir. Peyzaj uygulamalarında bitkilerin estetik değeri, yeşil alanın genel görünümü ve çekiciliği üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilir. Bitki taksonlarının renkleri, dokuları ve mevsimsel değişimleri, tasarımın genel estetiğini belirlemektedir. Bitkilerin estetik değerlerinin yanı sıra bitkisel uygulamalarda göz ardı edilmemesi gereken önemli bir diğer konu da bitkilerin yaşam formlarıdır. Egzotik taksonlar, yerel ekosistemler için zararlı olabilecek istilacı taksonlar olabilir. Kentlerde kullanılan egzotik taksonlar, gelecekte bitki hastalıklarını tetikleme, uyum sağlama veya istilacı taksona dönüşme gibi potansiyel tehlikeler barındırmaktadır. (Taştan, 2019).

Bu çalışmada, Rize kent merkezinde bulunan 28 Ağustos Fetih Parkı'nda yerinde yapılan gözlem ve incelemelerle mevcut bitki envanteri çıkarılmış, bitkiler renk kriteri bakımından irdelenmiştir. Bitkisel tasarımdaki eksiklikler ve sorunlar tespit edilmiş ve bu sorunlara yönelik uygun çözüm önerileri geliştirilmiştir. Bu çözüm önerilerinin, 28 Ağustos Fetih Parkı'nın sürdürülebilirliğini sağlamak, insanlar üzerindeki estetik ve ruh sağlığı etkisini arttırmak ve parkın ekolojik işlevlerini güçlendirmek amacıyla büyük önem taşıdığı düşünülmektedir. Bu çalışmanın gelecekte yapılacak olan bitkisel tasarımlar açısından örnek oluşturacağı ve kentin açık yeşil alanlarının daha estetik ve fonksiyonel bir şekilde kullanılmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

2. MATERYAL VE METOD

Rize, Türkiye'nin Kuzeydoğu Karadeniz Bölgesi'nde, 41°01′29″N enlem ve 40°31′20″E boylamda konumlanmış bir ilidir. Coğrafi konumu itibariyle, Rize, Karadeniz kıyısında ve Türkiye'nin Gürcistan sınırına yakın bir konumda bulunmaktadır. Batısında Trabzon, doğusunda Artvin, güneybatısında Bayburt, güneyinde Erzurum illeri bulunur (Görsel 1). Çalışmanın odak noktası, parkın bitkisel tasarımının çeşitliliği ve bu tasarımın kentsel ekosistemle uyumunu ortaya koymaktır. Çalışmada alanın bitki envanteri çıkartılarak, tasarımda kullanılan bitkilerin doğal (yerli) ve egzotik (yabancı yurtlu) olma durumları ile bitkiler renk özellikleri bakımından incelenmiştir. Bu bağlamda, bitkilerin familyaları, doğallık durumları, yaprak çiçek ve meyve rengi bakımından detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu çalışma, bitkisel tasarımın kentsel ekosistemle ne derece uyumlu olduğunu ve bu uyumun nasıl optimize edilebileceğini anlamak için önemli bir adımdır. Bu çalışma sonuçlarının, yapılacak olan bitkisel peyzaj tasarım uygulamaları için önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

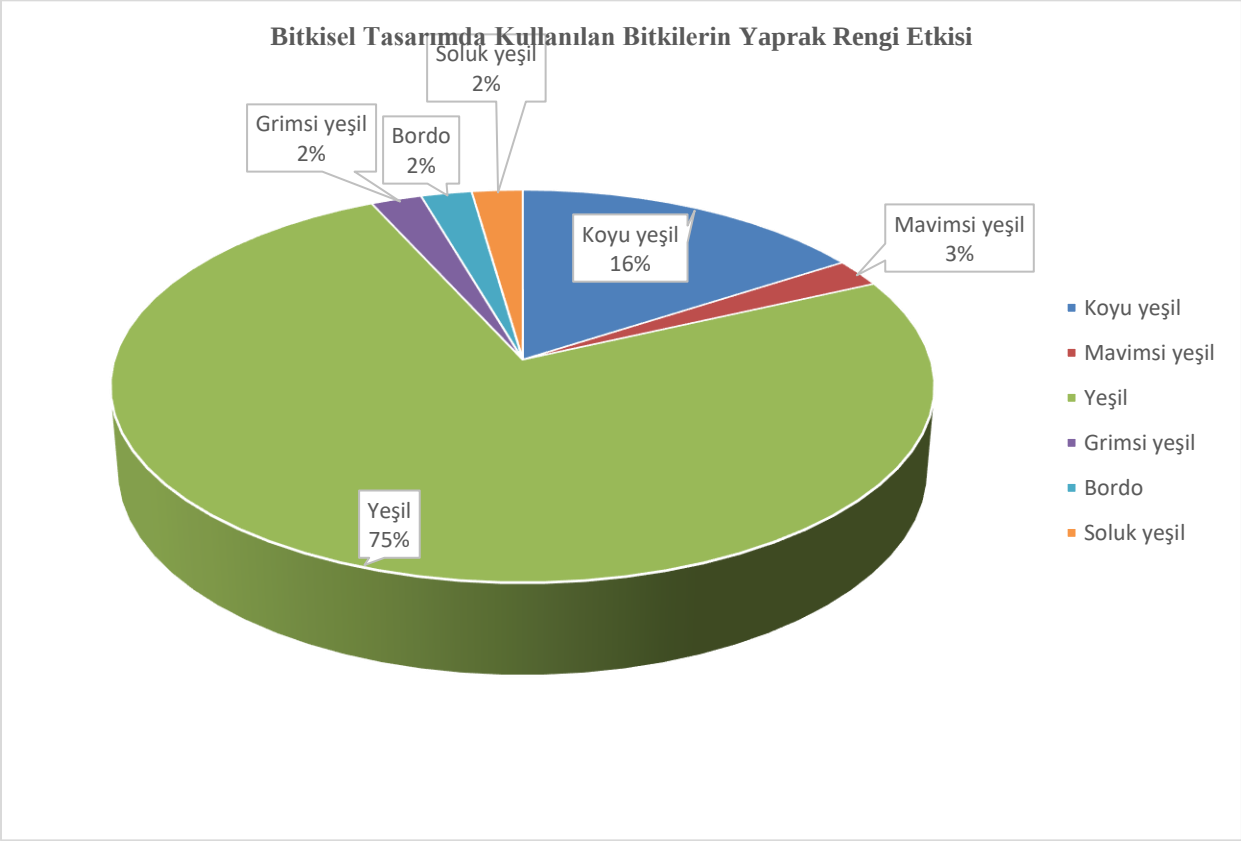
Görsel 1. 28 Ağustos Fetih Parkı lokasyon haritası

Çalışma kapsamında, konuyla ilgili yerli ve yabancı literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Yerinde gözlem, tespit ve değerlendirme yöntemleri kullanılarak, çalışma alanlarında bulunan bitkilerin belirli özellikleri üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Bu inceleme sürecinde, bitkilerin yaşam biçimleri göz önünde bulundurularak, doğal ve egzotik olma durumları çıkartılmış ve renk özellikleri ortaya koyulmuştur.

3.BULGULAR

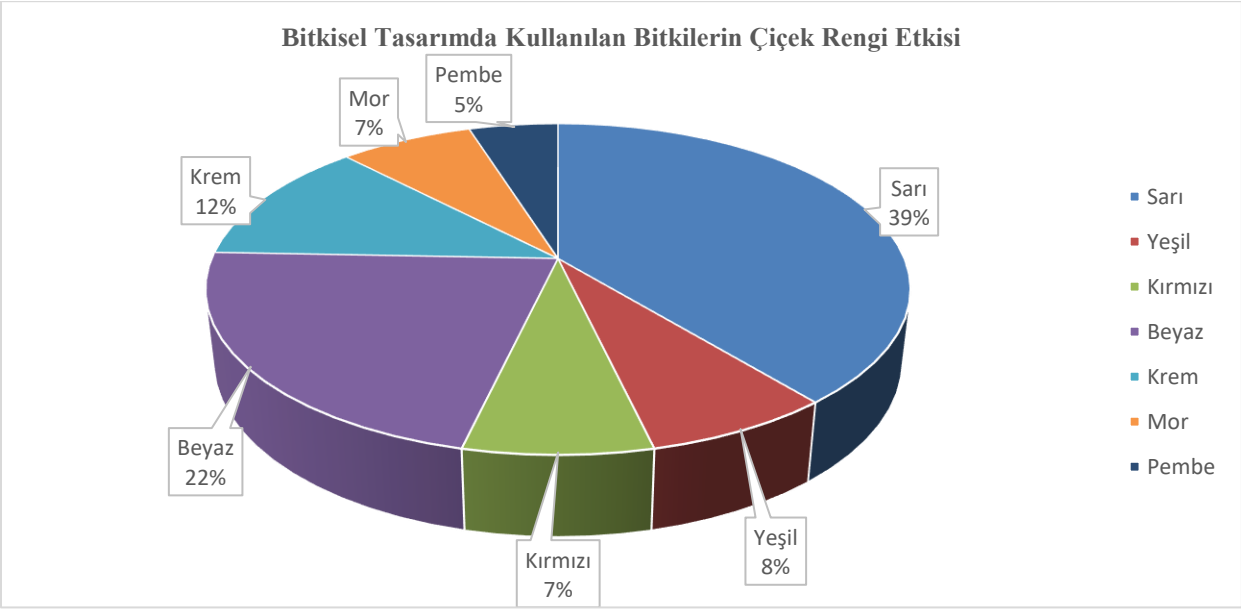
Çalışma alanında yapılan incelemeler sonucunda, alanda mevcut olan bitkiler yaprak rengi bakımından incelendiğinde, 33 adet yeşil, 7 adet koyu yeşil ve 1'er adet grimsi yeşil, soluk yeşil, mavimsi yeşil ve bordo renk etkisi yaratan bitki kullanıldığı tespit edilmiştir (Görsel 2) .

ISBN NO. 978-625-6830-92-9



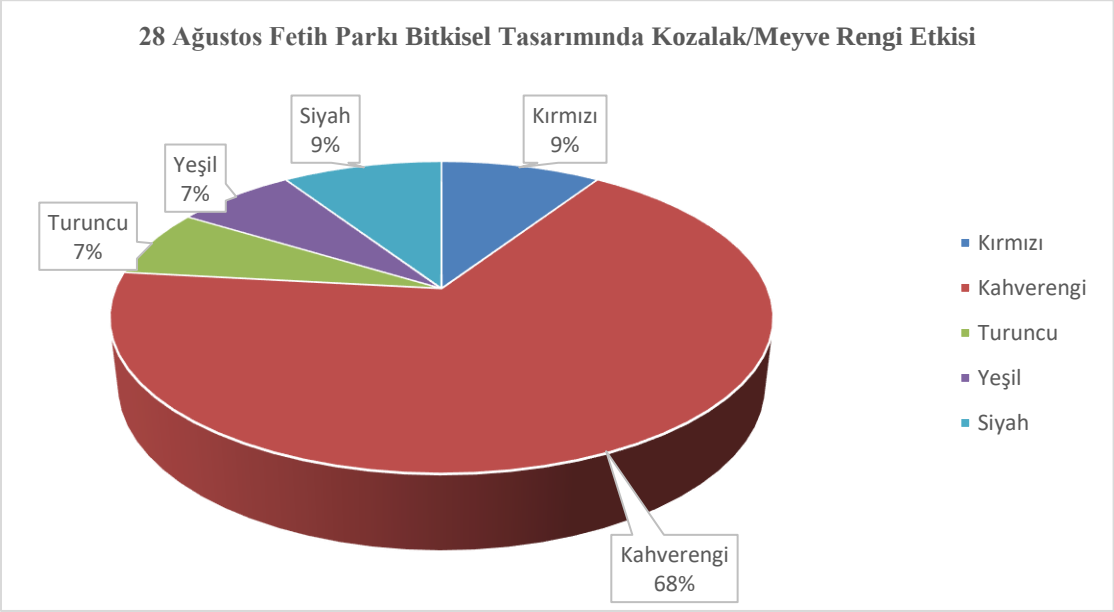
Görsel 2. 28 Ağustos Fetih Parkı bitkisel tasarımında kullanılan bitkilerin yaprak rengi oranları

Çalışma alanında çiçek rengi bakımından ise dört mevsim döngüsü ile tasarıma renk katan 16 adet sarı, 9 adet beyaz, 5 adet krem, 3 adet yeşil, 3'er adet kırmızı ve mor, 2 adet ise pembe renginden oluşan çiçek rengi ile etkili bitki kullanıldığı tespit edilmiştir (Görsel 3).



Görsel 3. 28 Ağustos Fetih Parkı bitkisel tasarımında kullanılan bitkilerin çiçek rengi oranları

Bitkilerin tasarıma kattığı renk etkisi meyve bakımından incelendiğinde ise, 29 adet kahverengi, 4 adet kırmızı, 3 adet turuncu, 3 adet yeşil ve 4 adet siyah renk etkili meyveye sahip bitkiler kullanıldığı tespit edilmiştir (Görsel 4).



Görsel 4. 28 Ağustos Fetih Parkı bitkisel tasarımında kullanılan bitkilerin kozalak/meyve rengi oranları

Bitkilerin latince adları, familyası, doğallıkları, alanda bulunma sayısı ve yaprak durumları Çizelge 1'de verilmiştir. Yaprak durumlarında; bitki taksonlarının herdemyeşil (HD) ve yaprağını dökme (YD) durumları, doğallıkta ise; Türkiye'de doğal/yerli (D) ve egzotik/yabancı yurtlu (E) olma durumları literatür araştırması sonucu ortaya konmuştur (Davis1965-1985; Güner vd. 2012).

Bitkilerin latince adları, yaprak rengi, sonbahar rengi, çiçek rengi ve meyve/kozalak rengi literatür araştırması ve arazi gözlemleri sonucu tespit edilerek Çizelge 2'de verilmiştir (Pamay, 1992; Yücel, 1992; Anşin ve Terzioğlu, 1998; Yaltırık ve Efe 2000; Eroğlu vd. 2005).

Çizelge 1. 28 Ağustos Fetih Parkı bitki listesi

No	Latince Adı	Familyası	Doğallık	Bitki Sayısı	Yaprak Durumu
İBRELİ AĞAÇLAR ve AĞAÇÇIKLAR					
1	*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach	PINACEAE	Doğal	2	HY
2	*Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don	PINACEAE	Egzotik	1	HY
3	*Cedrus libani* A.Rich.	PINACEAE	Doğal	1	HY
4	*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl.	CUPRESSACEAE	Egzotik	5	HY
5	*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don	CUPRESSACEAE	Egzotik	17	HY
6	*Cryptomeria japonica* 'Elegans'	CUPRESSACEAE	Egzotik	1	HY

7	*Cupressus arizonica* Greene	CUPRESSACEAE	Egzotik	3	HY
8	*Picea orientalis* (L.) Peterm.	PINACEAE	Doğal	1	HY
9	*Pinus pinaster* Aiton	PINACEAE	Egzotik	2	HY
10	*Platycladus orientalis* (L.) Franco	CUPRESSACEAE	Egzotik	1	HY
11	*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.	CUPRESSACEAE	Egzotik	13	HY
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇ VE AĞAÇIKLAR					
1	*Aesculus hippocastanum* L.	SAPINDACEAE	Doğal	1	YD
2	*Diospyros kaki* Thunb.	EBENACEAE	Egzotik	1	YD
3	*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.	ROSACEAE	Egzotik	3	HY
4	*Fraxinus excelsior* L.	OLEACEAE	Doğal	1	YD
5	*Juglans regia* L.	JUGLANDACEAE	Doğal	1	YD
6	*Magnolia grandiflora* L.	MAGNOLIACEAE	Egzotik	1	HY
7	*Nerium oleander* L.	APOCYNACEAE	Doğal	3	HY
8	*Olea europaea* L.	OLEACEAE	Doğal	1	HY
9	*Laurocerasus officinalis* Roemer	ROSACEAE	Doğal	12	HY
10	*Salix babylonica* L.	SALICACEAE	Egzotik	2	YD
11	*Salix caprea* L.	SALICACEAE	Doğal	1	YD
12	*Tilia rubra* DC.	TILIACEAE	Doğal	4	YD
GENİŞ YAPRAKLI ÇALILAR					
1	*Baccharis halimifolia* L.	ASTERACEAE	Egzotik	1	HY
2	*Berberis thunbergii* DC. 'Atropurpurea'	BERBERIDACEAE	Egzotik	1	YD
3	*Buxus sempervirens* L.	BUXACEAE	Doğal	2	HY
4	*Cotoneaster lacteus* W.W.Sm.	ROSACEAE	Egzotik	2	HY
5	*Forsythia* x *intermedia* Zabel	OLEACEAE	Egzotik	1	YD
6	*Hibiscus syriacus* L.	MALVACEAE	Egzotik	5	YD
7	*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.	HYDRANGEACEAE	Egzotik	2	YD
8	*Ligustrum japonicum* Thunb.	OLEACEAE	Egzotik	1	HY
9	*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.	BERBERIDACEAE	Egzotik	1	HY
10	*Pyracantha coccinea* M.Roem.	ROSACEAE	Doğal	4	HY
11	*Rosa* sp.	ROCACEAE	Egzotik	2	YD
12	*Philadelphus coronarius* L.	HYDRANGEACEAE	Egzotik	1	YD
13	*Spiraea vanhouttei* Zabel.	ROSACEAE	Egzotik	2	YD
14	*Weigela floribunda* (Sieb. & Zucc.) K. Koch.	CAPRIFOLIACEAE	Egzotik	2	YD
PALMİYELER					
1	*Washingtonia filifera* (Linden ex André) H.Wendl. ex de Bary	ARECACEAE	Egzotik	6	HY
2	*Washingtonia robusta* H. Wendl.	ARECACEAE	Egzotik	1	HY
SARILICI ve TIRMANICILAR					
1	*Campsis radicans* (L.) Seem.	BIGNONIACEAE	Egzotik	1	YD
2	*Hedera helix* L.	ARALIACEAE	Doğal	1	HY
3	*Vitis vinifera* L.	VITACEAE	Doğal	1	YD
4	*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet	LEMUNINOSAE	Egzotik	1	YD
SUKKULENTLER					
1	*Mesembryanthemum cordifolium* L.F.	AIZOACEAE	Egzotik	1	HY

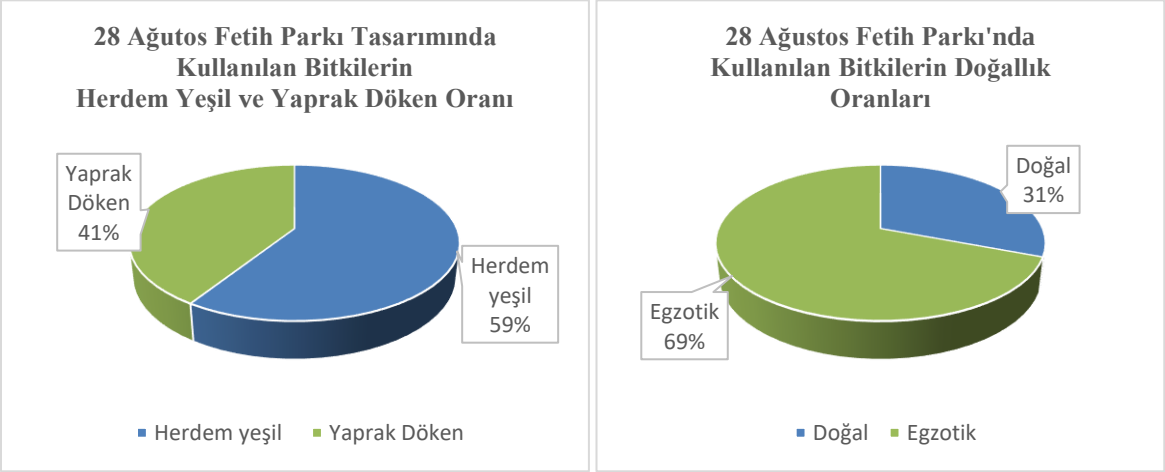
Çizelge 2. 28 Ağustos Fetih Parkı bitki listesi

No	**Latince Adı**	**Yaprak Rengi**	**Sonbahar Rengi**	**Çiçek Rengi**	**Meyve /Kozalak Rengi**
İBRELİ AĞAÇLAR ve AĞAÇÇIKLAR					
1	*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Sarı	Kırmızı
2	*Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Yeşil	Kahverengi
3	*Cedrus libani* A.Rich.	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Sarı	Kahverengi
4	*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl.	Yeşil	Yeşil	Kırmızı	Kahverengi
5	*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Sarı	Kahverengi

6	*Cryptomeria japonica* 'Elegans'	Soluk yeşil	Kahve-yeşil	Sarı	Kahverengi
7	*Cupressus arizonica* Greene	Mavimsi yeşil	Mavimsi yeşil	Sarı	Kahverengi
8	*Picea orientalis* (L.) Peterm.	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Kırmızı	Kahverengi
9	*Pinus pinaster* Aiton	Yeşil	Yeşil	Sarı	Kahverengi
10	*Platycladus orientalis* (L.) Franco	Yeşil	Yeşil	Sarı	Kahverengi
11	*Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl.	Yeşil	Yeşil	Yeşil	Kahverengi
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇ VE AĞAÇIKLAR					
1	*Aesculus hippocastanum* L.	Yeşil	Sarı-Turuncu	Beyaz	Kahverengi
2	*Diospyros kaki* Thunb.	Yeşil	Turuncu	Krem	Turuncu
3	*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.	Yeşil	Yeşil	Beyaz	Turuncu
4	*Fraxinus excelsior* L.	Yeşil	Sarı	Mor	Kahverengi
5	*Juglans regia* L.	Yeşil	Sarı	Yeşil	Kahverengi
6	*Magnolia grandiflora* L.	Koyu Yeşil	Koyu yeşil	Beyaz	Kahverengi
,7	*Nerium oleander* L.	Yeşil	Yeşil	Pembe	Kahverengi
8	*Olea europaea* L.	Grimsi Yeşil	Grimsi Yeşil	Krem	Siyah
9	*Laurocerasus officinalis* Roemer	Yeşil	Yeşil	Beyaz	Kırmızı
10	*Salix babylonica* L.	Yeşil	Sarı	Sarı	Kahverengi
11	*Salix caprea* L.	Yeşil	Sarı	Sarı	Kahverengi
12	*Tilia rubra* DC.	Yeşil	Sarı	Sarı	Kahverengi
GENİŞ YAPRAKLI ÇALILAR					
1	*Baccharis halimifolia* L.	Yeşil	Yeşil	Sarı	Kahverengi
2	*Berberis thunbergii* DC. 'Atropurpurea'	Bordo	Bordo	Sarı	Kırmızı
3	*Buxus sempervirens* L.	Yeşil	Yeşil	Sarı	Kahverengi
4	*Cotoneaster lacteus* W.W.Sm.	Yeşil	Yeşil	Beyaz	Kırmızı
5	*Forsythia* x *intermedia* Zabel	Yeşil	Sarı	Sarı	Yeşil
6	*Hibiscus syriacus* L.	Yeşil	Sarı	Mor	Kahverengi
7	*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.	Yeşil	Sarı	Mavi	Kahverengi
8	*Ligustrum japonicum* Thunb.	Yeşil	Yeşil	Krem	Yeşil
9	*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.	Yeşil	Yeşil	Sarı	Mor-Mavi
10	*Pyracantha coccinea* M.Roem.	Yeşil	Yeşil	Beyaz	Turuncu
11	*Rosa* sp.	Yeşil	Sarı	Kırmızı	Kahverengi
12	*Philadelphus coronarius* L.	Yeşil	Sarı	Beyaz	Kahverengi
13	*Spiraea vanhouttei* Zabel.	Yeşil	Sarı	Beyaz	Kahverengi
14	*Weigela floribunda* (Sieb. & Zucc.) K. Koch.	Yeşil	Sarı	Pembe	Kahverengi
PALMİYELER					
1	*Washingtonia filifera* (Linden ex André) H.Wendl. ex de Bary	Yeşil	Yeşil	Krem	Siyah
2	*Washingtonia robusta* H. Wendl.	Yeşil	Yeşil	Krem	Kahverengi
SARILICI ve TIRMANICILAR					
1	*Campsis radicans* (L.) Seem.	Yeşil	Sarı	Turuncu	Kahverengi
2	*Hedera helix* L.	Koyu yeşil	Koyu yeşil	Sarı	Siyah
3	*Vitis vinifera* L.	Yeşil	Sarı	Beyaz	Siyah
4	*Wisteria sinensis* (Sims) Sweet	Yeşil	Sarı	Mor	Kahverengi
SUKKULENTLER					
1	*Mesembryanthemum cordifolium* L.F.	Yeşil	Kahverengi	Pembe	Yeşil

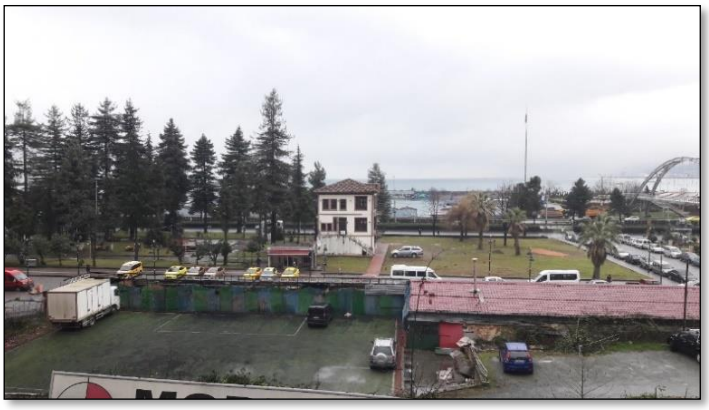
Çalışma alanında çıkartılan bitkisel envanter sonucunda 23 farklı familya ve toplamda 44 farklı taksonun bulunduğu tespit edilmiştir. Alanda kullanılan bitkiler doğallık açısından değerlendirildiğinde bu taksonların 36'sının doğal, 81'inin egzotik formda olduğu görülmüştür. Bitkiler herdem yeşil ve yaprak dökme oranına göre değerlendirildiğinde ise 18'inin yaprak döken, 26'sının herdem yeşil olduğu belirlenmiştir (Görsel 5).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9



Görsel 5. 28 Ağustos Fetih Parkı bitkisel tasarımında kullanılan bitkilerin herdemyeşil/yaprak dökme oranı

Görsel 6. 28 Ağustos Fetih Parkı bitki fotoğrafları a. *Cryptomeria japonica* b. *Cupressus arizonica* c. *Picea orientalis* d. *Sequoia sempervirens*



Görsel 7. 28 Ağustos Fetih Parkı genel görünüşü.

Çalışma alanında farklı birçok bitki taksonu bulunmaktadır (Görsel 8).

Görsel 8. 28 Ağustos Fetih Parkı bitki fotoğrafları a. *Spiraea vanhouttei b. Olea europaea* c. *Hedera helix* d. *Cedrus deodora* e. *Nerium oleander* f. *Rosa spp.* g. *Salix babylonica* h. *Berberis thunbergii 'Atropurpurea'*

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bitkiler estetik değerleri, fonksiyonel özellikleri, ekonomik ve ekolojik işlevleri ile kentsel peyzajın önemli bir parçasıdır. Tercih edilen bitkilerin renk etkisi, insanların duygusal ve psikolojik durumları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu durum, kent planlaması ve tasarlanması kapsamında, peyzaj mimarisi disiplinlerinde önemli bir yaklaşım olup, sürdürülebilir kent yaşamının sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, yeşil

alanların tasarımı ve yönetimi, kentlerin ekolojik dengesini korumak ve halkın yaşam kalitesini artırmak için stratejik bir öneme sahiptir. Renklerin etkisinin mekân kullanımı üzerindeki önemi, bu önemli konuların ışığında vurgulanmaktadır. Gerçekleştirilen tasarımlar sonucunda seçilen renkler ve bu renklerin mekân içerisindeki oransal dağılımları, kullanıcıların psikolojik ve duygusal yanıtlarını ve açık yeşil alanlardan beklentilerini doğrudan etkilemektedir. Sıcak ve soğuk renklerin insan psikolojisi üzerindeki etkileri, kullanıcının alana olan talebini doğrudan etkileyebilir.

Bu kapsamda, çalışma alanında yapılan incelemede öncelikle çiçekli bitkilerin renk etkisi incelenmiştir. Sarı renkli bitkilerin yüzdelik dilimde önemli bir etki edebilecek derecede kullanıldığı görülmüştür. Sarı renk, psikolojik olarak insanların ruh sağlığını rahatlatan, sevinç duygusunu uyandıran ve zekâyı geliştiren bir etki sunmaktadır. Bir diğer kullanılan çiçek rengi incelendiğinde ise beyaz rengin sarı renkli bitkilerle yakın oranda kullanıldığı tespit edilmiştir. Beyaz renk, nötr renkler olarak tanımlanan gruptadır. Temizlik ve ferahlık etkisi uyandırırken, saflık duygusunu hatırlatmaktadır. Yaprak renginin oluşturduğu renk etkisine bakıldığında ise, yeşil ve koyu yeşilin baskın olduğu bir tasarım yapıldığı tespit edilmiştir. Kurak ve sıcak bölgelerde koyu yeşil ve yeşil tonlu bitkiler kullanılarak daha serin ve nemli alanlar oluşturulabilmektedir. Ancak, Rize ilinin mevcut nem ve sıcaklık dereceleri incelendiğinde, daha açık yeşil tonlu ağaçların kullanımının daha uygun olacağı tespit edilmiştir. Benzer ya da aynı tonlarda kullanılan bitkiler, alan içerisinde oluşturacakları etkiyi yok etmektedir. Bu nedenle tasarım yapılırken alanın tamamına hâkim olan renklerin yüzdelikleri ve baskınlıklarının önceden belirlenmesi başarılı ve tercih edilen tasarım alanlarını kullanıcılara sunacağı düşünülmektedir. Peyzaj tasarımı planlamaları yapılırken, alanın ölçüleri ile beraber tasarımdaki renklerin doğru orantılı kullanılması gerekmektedir. Koyu yeşil yapraklı bitkilerin vurgulayıcı etki bırakması nedeniyle fazla kullanımı, alanda daralma ve baskı hissi oluştururken, açık renkli bitkiler ferahlık ve genişlik hissi uyandırmaktadır. Bu nedenle, renk seçimleri ve kullanımları, peyzaj tasarımının önemli bir parçasıdır ve dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır.

Alan içerisinde ibreli taksonlardan, yaklaşık 20 m'nin üzerinde 13 adet *S. sempervirens,* 17 adet *C. japonica* ve 5 Adet *C. lawsoniana* ile yaklaşık 10 m'nin üzerinde 12 adet *L. officinalis* ve 6 adet *W. filifera* bulunmaktadır. Bu bitki taksonlarının herdem yeşil olmaları, sayı ve hacim olarak parkta çok yer tutmaları açısından koyu renkli yaprakları ile yıl boyu parkın yeşil etkisini güçlü kılmaktadır.

Alandaki ibreli taksonların çiçeklerinin küçük olması ve genelde renk etkilerini tam gösterememesi algılamada zorluklara ve bitkilerin sürekli yeşil görünmelerine sebep olmaktadır. Her ne kadar Görsel 3'de %39 oranında sarı renk baskın çıksa bile insanlar üzerinde bırakmış olduğu görsel etki az kalmaktadır.

Alandaki ibreli taksonların kozalaklarının küçük olması ve bitki üzerinde az sayıda bulunması her ne kadar Görsel 4'de %68 oranında kahverengi olarak fazla oranda çıksa bile görsel etki olarak o kadar güçlü bir etki yansıtmamaktadır.

Bu yüzden parkın genel görünüm itibari ile yeşil ağırlıklı bir etki göstermesinin önüne geçebilmek adına canlı renklerde doğal bitki taksonlarından oluşan çalı ve yerörtücü ağırlıklı çok yıllık bitkilerden oluşan bir tasarım yapılmalıdır. Parkın giriş bölgelerinde ve geniş yeşil alanlarında, yıl boyu canlı renk etkisini sağlamak için mevsimlik döngü bitkileri kullanılabilir. Fakat mevsimlik bitkilerin ekonomik yönden olumsuz etkileri olması nedeni alanda çok kullanmamak, yerine çok yıllık, renk özellikleri ile ön plana çıkan doğal bitki taksonları kullanmak önerilmektedir. Örnek olarak çiçek güzellileri ve sıcak renkleri ile ön plana çıkan doğal bitki taksonlarımızdan *Aster alpinus* L. (mor-sarı), *Calendula arvensis* L. (sarı-turuncu), *Phlomis fruticosa* L. (sarı) kullanılabilir.

Bitkisel tasarımlarda doğal ve egzotik bitkilerin kullanımı hem estetik değerleri hem de ekolojik işlevleri ile kentsel peyzajın önemli bir parçasıdır. Bu bitkilerin renk etkisi, insanların duygusal ve psikolojik durumları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu durum, sürdürülebilir kent yaşamının sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, yeşil alanların tasarımı ve yönetimi, kentlerin ekolojik dengesini korumak ve halkın yaşam kalitesini artırmak için stratejik bir öneme sahiptir. Bu çalışma, kent içi peyzaj projelerinde doğal ve egzotik bitkilerin renk etkileriyle kullanılmasının önemini vurgulamaktadır. Bu hem kent yaşam kalitesini artırmak hem de kent ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak için kritik bir öneme sahiptir. Bu konuda yapılacak olan çalışmalarda renk ve bitkilerin doğallığı göz ardı edilmemesi gereken en önemli özelliklerdendir.

KAYNAKÇA

[1] Akdogan, G. (1982). Bitki Kompozisyonu Yüksek Lisans Ders Notları. Y.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Planlama Programı, İstanbul.

[2] Altınçekiç, S. (1994). *Kentsel Alanlarda Mekân Organizasyonu ve Beyazıt Çevresinin İrdelenmesi.* İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

[3] Anşin, R. ve Terzioğlu, S. 1998. Doğu Karadeniz Bölgesinin Özellikle Trabzon Yöresinin Egzotik Ağaç ve Çalıları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Genel Yayın No: 192, Orman Fakültesi Yayın No: 29, Trabzon.

[4] Çetinkaya, G. ve Uzun, O. (2014). Peyzaj Planlama. Birsen Yayınevi, s. 219, İstanbul.

[5] Çorbacı, Ö.L. ve Ekren, E. (2021). Kentsel Açık Yeşil Alanlarda Kullanılan Zehirli Bitkiler Üzerine Bir Araştırma: Rize Kenti Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 23(3), 824- 836.

[6] Çorbacı, Ö. L., Abay, G., Oğuztürk, T. ve Üçok, M. (2020). Kentsel Rekreasyonel Alanlardaki Bitki Varlığı; Rize Örneği. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 16(2), 16-44.

[7] Çubuk, M., Özaydın, G., D, Aktürk. ve Erbaş, E. (1999). Kentsel Tasarımda Renk Tasarımı. Görükle-Gürkent Konut Yerleşmesi Kentsel Tasarım Uygulama Çerçevesinde Düzenlenen Renk Tasarım Semineri. M.S.Ü. Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul.

[8] Davis, P. H. (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburg University Press, Edinburg, UK.
[9] Ekren, E. ve Çorbacı, Ö. L. (2022). Kahramanmaraş Kentsel Açık Yeşil Alanlarında Kullanılan Bitki Materyalinin Değerlendirilmesi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 18(1), 25-50.
[10] Eroğlu, E., Kesim, G. ve Müderrisoğlu, H. (2005). Düzce Kenti Açık ve Yeşil Alanlarındaki Bitkilerin Tespiti ve Bazı Bitkisel Tasarım İlkeleri Yönünden Değerlendirilmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 11(3), 270-277
[11] Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M. T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırma Derneği Yayını, İstanbul.
[12] Kösa, S. ve Atik, M. (2013). Bitkisel Peyzaj Tasarımında Renk ve Form; Çınar (*Platanus orientalis)* ve Sığla (*Liquidambar orientalis*) Kullanımında Peyzaj Mimarlığı Öğrencilerinin Tercihleri.
[13] Lafortezza, R., Carrus, G., Sanesi, G., and Davies, C. (2009). Benefits and Well-Being Perceived by People Visiting Green Spaces in Periods of Heat Stress. Urban Forestry and Urban Greening, 8(2), 97-108.
[14] Şimşek, Ö. (2020). Palmiye Meyvelerinden (*Washingtonia robusta*) Şeker Özütleme Koşullarının Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
[15] Öztan, Y. (1969). Peyzaj Mimarisi. Peyzaj Mimarisi Derneği Yayın No:4, Ankara.
[16] Pamay, B. (1992). Bitki Materyali I (Ağaç ve Ağaççıklar) ve Bitki Materyali II (Çiçekli Çalılar, Sarmaşıklar, Kaktüsler, Saz ve Kamışlar) , Küçükkuyu İstanbul, 1992.
[17] Taştan, A. (2019). *Bursa, Yalova ve Sakarya'da Odunsu Süs Bitkisi Üretimi ve Satışı Yapan Özel Fidanlıkların Değerlendirilmesi*, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
[18] Karaşah, B. (2021). Bitkilendirme Tasarımında Renk Özellikleri Dolayısıyla Değerlendirilebilecek Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler Üzerine Bir Araştırma. Turkish Journal Of Forest Science, 5(2), 536-550.
[19] Yaltırık, F. ve Efe, A. (2000). Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae (Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğrencileri İçin), Üniversite Yayın No: 4265, Fakülte Yayın No: 465, İstanbul, 382 s.
[20] Yücel, E. (1992). Eskişehir'de Yetiştirilen Ağaç ve Çalıların Kentsel Ekoloji Açısından Değerlendirilmesi, Fen Edebiyat Dergisi, Cilt 4, Sayı 1, Eskişehir.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

RİZE İLİ FENER MAHALLESİ ÇOCUK OYUN PARKLARINDAKİ BİTKİ ENVANTERLERİNİN ÇIKARTILMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Gülcay ERCAN OĞUZTÜRK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, gulcay.ercanoguzturk@erdogan.edu.tr - 0000-0002-0893-4719

Doç. Dr., Ömer Lütfü ÇORBACI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, omerlutfu.corbaci@erdogan.edu.tr - 0000-0002-8763-3163

Arş. Gör. Dr., Türker OĞUZTÜRK

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, turker.oguzturk@erdogan.edu.tr - 0000-0002-9611-9959

Öğrenci, Şevval BOZKURT

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, sevval_bozkurt20@erdogan.edu.tr - 0009-0002-7680-3953

ÖZET

Kentsel açık yeşil alanlardaki bitkiler, kent ekosistemlerinde temel bir rol oynamakta ve çeşitli faydalar sağlamaktadır. Bu faydaları elde edebilmek için, bitkilerin planlama, tasarım ve uygulama süreçlerinde belirli özellikler dikkate alınmalıdır. Özellikle çocuk oyun alanlarında kullanılan bitki taksonları, çocukların doğayla iç içe oldukları duygusunu yansıtmalıdır. Bitki taksonları seçilirken bitkilerin olumlu özelliklerinin yanında olumsuz etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu yaklaşım, çocukların doğal çevre ile etkileşimlerini artırmanın yanı sıra daha güvenilir oyun alanları oluşturmanın da önemli bir yoludur. Bu çalışma kapsamında, Rize ili Fener Mahallesi'ndeki iki çocuk oyun alanında bulunan bitki taksonları incelenerek envanteri çıkartılmıştır. Bitki taksonlarının, latince isimleri, familyaları, doğallık ile çocuklar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri (zehirlilik ve alerjen etkisi) dikkate alınmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, çocuk oyun alanlarında bulunması gereken bitki taksonlarının çocukların sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bakımından doğru kullanılıp kullanılmadığı değerlendirilmiştir. Bu çalışma, kent ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini ve çocukların doğayla etkileşimini arttırmayı ve sağlıklı çocuk oyun alanları meydana getirilmesini hedeflemektedir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, Fener Mahallesi Çocuk Parkı'nda 2 alerjen seviyesi yüksek bitki taksonu, Fener Polis Lojmanları Çocuk Oyun Parkı'nda ise 2 zehirli bitki taksonu ve 5 alerjen seviyesi yüksek bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu alanlarda alerjen ve zehirlilik gibi olumsuz etkilerinin göz ardı edildiği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda oyun alanlarının iyileştirilebilmesi amacıyla bazı öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çocuk oyun alanları, Rize, Bitki Envanteri, Zehirli Bitkiler, Alerjen

1. GİRİŞ

Kentsel mekânlarda, çocuk oyun alanları, aktif yeşil alanların önemli bir parçasıdır. Ülkemizdeki mevcut çocuk oyun alanlarının hem nicelik hem de nitelik açısından çocuğun gelişimi için gereksinimlerini karşılamada yetersiz kaldığı bu konuda çalışmalar yapan birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Yılmaz ve Bulut, 2003; Bal, 2005; Ender, 2017). Ülkemizdeki yerel yönetimlerin gündeminde çocukların, çocuk haklarının ve çocuk oyun alanlarının yeterince yer almadığı ve kentlerin yaşam kalitesi göstergelerinden biri olarak kabul edilen çocuk oyun alanlarının hala en ihmal edilen alanlar arasında bulunduğu görülmektedir (Uysal, 2015; Uzun, 2022). Parklar; kent sınırları içindeki tasarlanmış doğal alanlardır. Büyük ölçüde toprak, ağaç, ağaççık, çalı, yer örtücüler vb. yumuşak yüzeylerden oluşan alanlardır. Kent içindeki parklar, hem insan sağlığı ve yaşam kalitesi hem de kent ekolojisi için önemlidir (Eren ve Var, 2016). Oyun ise, çocuğun kendini ifade edebildiği, yeteneklerini fark edebildiği, yaratıcı potansiyelini kullanabildiği, dil, zihin, sosyal, duygusal ve vücut (motor) becerilerini geliştirebileceği önemli bir fırsattır (Dinç, 1993; Yılmaz ve Bulut, 2011). Çocuk oyun alanlarında özellikle çocukların eğilim ve beklentileri göz önüne alınarak, yer seçimi, zemin kaplamaları, bitkilendirme, güvenlik vb. planlama ve tasarım ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmelidir (Erdem, 2003; Ekren ve Çorbacı, 2022a). Çocuk oyun alanlarında bitki taksonlarının belirlenmesi ve taksonların zararlı veya alerjen olma durumlarının belirtilmesi (Özgür, 2000; Uluğ, 2007; Bulut ve Kılıçaslan, 2009; Özgüner ve Şahin, 2009; Şişman vd., 2010), çocuk oyun alanlarında kullanıcıların bitki isteklerinin ve tercihlerinin belirlenmesi (Özgen ve Aytuğ, 1992; Acar, 2003; Kısakürek vd., 2018) ve çocuk oyun alanlarında bitkisel tasarımın değerlendirilmesi (Özgüner ve Şahin, 2009; Şişman vd., 2010; Türkan ve Önder, 2011) gibi konularda çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Kösa, 2020). Çocuklar, kullanılan bitkilere göre oyun alanı seçebilmektedirler. Çünkü bazı alerjen bitkileri barındıran parklara, alerji riski taşıyan çocuklar gidememektedir. Çocuk oyun alanlarında seçilen bitkilerin, ölçek olarak da küçük ölçüde taksonlar olması gerekir. İklim isteklerine göre örneğin güneşlenme süresi az olan Doğu Karadeniz gibi yörelerde geniş tepe tacı oluşturan bitkilere yer verilmemelidir. Zehirli yaprak, çiçek ya da meyvelere sahip bitkilerin kullanılması çok sakıncalıdır. Dikenli bitkiler de çocuklara fiziksel zararlar verebilir (Ekren ve Çorbacı, 2022b). Çalışmanın amacı Fener Mahallesi'nde bulunan iki çocuk oyun alanlarındaki bitki taksonlarını belirlemek, bitkisel sorunları tespit etmek ve çözüm önerileri geliştirmektir. Çalışma kapsamında belirlenen taksonların zararlılık durumları ve alerjen özellikleri gibi faktörler incelenmiştir. Aynı zamanda bitkilerin boy ve çap gelişimleri gözlemlenerek alerjen özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Rize ili Fener Mahallesi'nde bulunan iki çocuk oyun parkı oluşturmaktadır. Çalışma alanı olarak seçilen Fener Mahallesi'ndeki Çocuk Oyun alanları, Rize Üniversite Yerleşkesinin çevre civarında ki, coğrafi konum itibariyle 41°02'14"N 40°29'26"E Fener Polis Lojmanları Çocuk Oyun Parkı ve 41°02'19"N 40°29'38"E Fener Mahallesi Çocuk Oyun Parkı'ndan oluşmaktadır (Görsel 1).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Görsel 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Yöntem

Fener Mahallesi'ndeki iki çocuk oyun parkı; Rize Fener Mahallesi Çocuk Parkı ile Fener Polis Lojmanları Çocuk Parkı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu araştırma kapsamında yerli ve yabancı kaynaklar taranmış, ayrıca proje örnekleri ve Google Earth görüntüleri gibi yardımcı materyaller kullanılmıştır. Ayrıca, bu verileri desteklemek amacıyla saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bitki envanteri oluşturulmuş ve bitkilerin doğallığı incelenmiştir. Bu doğallık, bitkilerin Türkiye'de yerli (doğal) mi yoksa yabancı (egzotik) mı olduğunu belirlemek amacıyla değerlendirilmiştir. Ayrıca bitkilerin boyu, tepe çapları gibi özellikleri göz önünde bulundurularak, alerjen üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tespit edilen bitki taksonlarının zehirlilik ve alerjen durumları, çiçeklenme dönemine göre literatür bilgileri ile değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

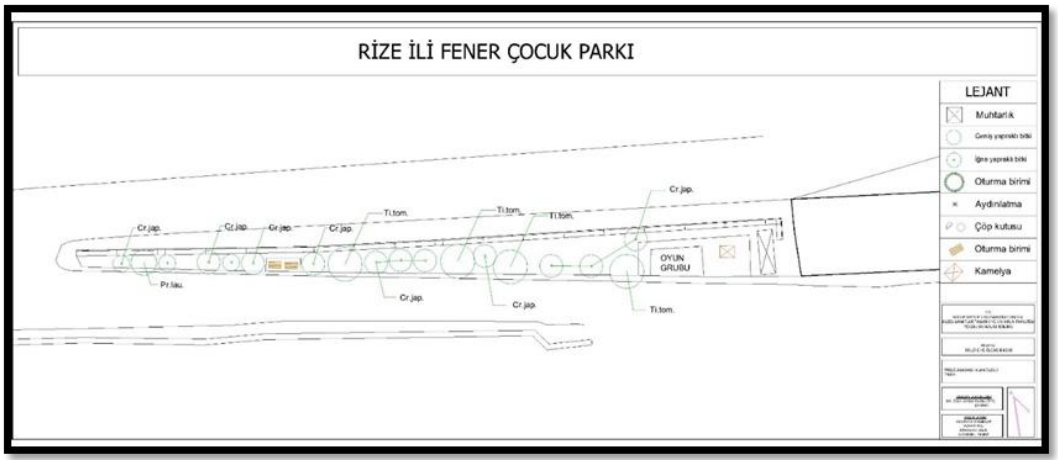
Yerleşim yerinin yoğun olduğu Rize ili Fener Mahallesin ulaşım aksında (yaya ve araç) Üniversite yerleşkesi civarında 2 adet çocuk oyun alanı çalışma kapsamında ele alınmıştır. Ulaşım aksı üzerinde seçilen bu oyun alanlarının bitkilendirmesi alerjen etkilerine ve zehirlilik durumlarına göre incelenmiştir. Bu alanların bitkilendirmesinde bilişsel becerileri henüz tam gelişmemiş çocuklar için bitkilerin bu özellikleri sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Çalışma alanında bulunan bitkiler bu kapsamda değerlendirilerek taksonların listesi ve özellikleri belirlenmiştir. Bitkiler zehirlilik durumları (Özçelik ve Sağmanlıgil, 1993;Yılmaz vd., 2006; Knight, 2007; Nelson vd., 2007; Wagstaff, 2008; Mamıkoğlu, 2012; Muca vd., 2012; Carinanos vd., 2014; Carinanos vd., 2016; Akkemik, 2018; Kocabaş, 2020; Özcan, 2022) ve alerjen özelliklerine (Acar, 2013; Hsieh vd., 2019; Ekren ve Çorbacı, 2022) göre incelenmiştir.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

3.1. Fener Mahallesi Çocuk Parkı

Fener Mahallesi Çocuk Parkı, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi (RTEÜ)'nin kuzeyinde ana giriş kısmında yer almaktadır. Parkın toplam alanı yaklaşık olarak 60 m^2'dir. Alan içerisinde bir adet oyun grubu bulunmaktadır. Çevresinde kentsel donatı elemanı olarak banklar kullanılmıştır (Görsel 2). Çalışma alanına ait Autocad 2018 programında çizilmiş plan verilmiştir (Görsel 3).

Görsel 2. Fener Çocuk Parkı çocuk oyun grubu görünüşü.



Görsel 3. Fener Mahallesi Çocuk Parkı Autocad plan çizimi.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Fener Mahallesi Çocuk Parkı'nda bulunan bitkilerin latince isimleri, doğallık, zararlı özellikleri, alerjenik özellikleri, çiçeklenme dönemine göre sınıflandırılması yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Fener Mahallesi Çocuk Parkı bitki listesi

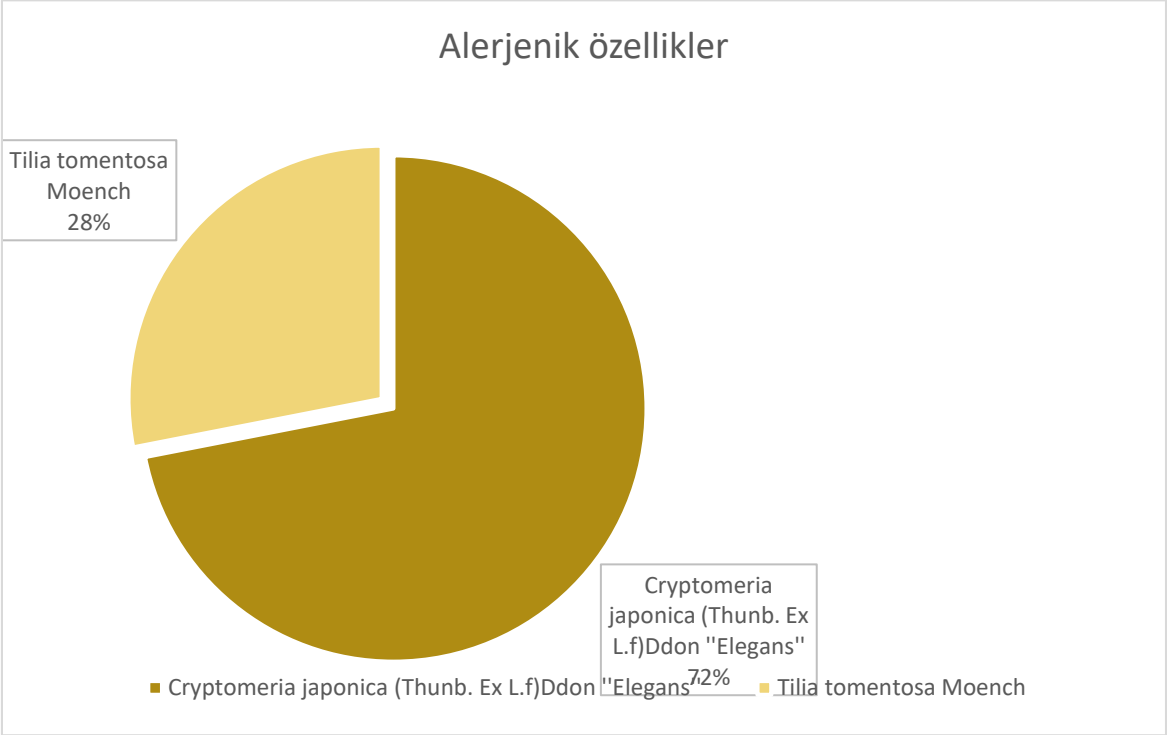
Parkın Adı: **Fener Çocuk Parkı**						
No	**Latince Adı**	**Familyası**	**Doğallık**	**Zararlı Özellik**	**Alerjen Özellik**	**Çiçek Dönemi**
İBRELİ AĞAÇ ve AĞAÇIKLAR						
1	*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don 'Elegans'	CUPRESSACEAE	Egzotik	Yok	Yüksek	2-3
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇ ve AĞAÇIKLAR						
1	*Tilia tomentosa* Moench	TILIACEAE	Doğal	Yok	Orta	6-7

Çalışma kapsamında incelenen, Fener Mahallesi Çocuk Parkı'nda 2 familyaya ait 2 tane bitki taksonu bulunup, bunlardan 1 tanesinin doğal, 1 tanesinin egzotik özellikte olduğu tespit edilmiştir (Görsel 4-5).

Görsel 4. *Cryptomeria japonica*

Görsel 5.*Tilia tomentosa*

Fener Mahallesi Çocuk Parkı'nda bulunan bitkilerin alerjen özellikleri tespit edilerek, yüzdelik oranları Görsel 6'da verilmiştir.



Görsel 6. Fener Mahallesi Çocuk Parkı alerjenik özellik oran durumları

Fener Mahallesi Çocuk Parkı'nda bulunan bitkilerin genel özelliklerinin değerlendirilmesi yapılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Fener Mahallesi Çocuk Parkı bitki özellik listesi

No	Latince Adı	Boyu (m)	Tepe Çapı (m)
1	*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don	15	4
2	*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don	12	3
3	*Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don	7	5
4	*Tilia tomentosa* Moench	18	8

b. Fener Mahallesi Polis Lojmanları Parkı

Fener Polis Lojmanları Parkı, Fener mahallesinde RTEÜ Zihni Derin Yerleşkesi'nin batı kısmında yer almaktadır. Alanın kız öğrenci yurtlarının yakınında olması ve çok sayıda konut içermesinden dolayı yoğun kullanıma sahiptir (Görsel 7).

Görsel 7. Fener Polis Lojmanları Parkı çocuk oyun grubu görünüşü

Fener Polis Lojmanları Parkı'nda bulunan bitkiler latince isimleri, doğallık, zararlı özellikleri, alerjenik özellikleri ve çiçeklilik dönemine göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Fener Polis Lojmanları Parkı bitki listesi

Parkın Adı: **Fener Polis Lojmanları Parkı**						
No	**Latince Adı**	**Familyası**	**Doğallık**	**Zararlı Özellik**	**Alerjen Özellik**	**Çiçek Dönemi**
GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇ ve AĞAÇIKLAR						
1	*Acer palmatum* 'Atropurpureum'	SAPINDACEAE	Egzotik	Yok	Yüksek	4-5
GENİŞ YAPRAKLI ÇALILAR						
1	*Abelia* x *grandiflora* (Andre) Rehd.	CAPRIFOLIACEAE	Egzotik	Yok	Düşük	3-4
2	*Azalea japonica* A. Gray	ERICACEAE	Egzotik	Yaprakları zehirlidir.	Düşük	2-3
3	*Photinia fraseri* Dress. 'Red Robin Nana'	ROSACEAE	Egzotik	Yok	Düşük	2-3
4	*Nerium oleander* L.	APOCYNACEAE	Doğal	Tüm parçaları yutulduğunda	Orta	4-5

				zehirlidir, Yanan bitki materyalinden çıkan duman da oldukça zehirli olabilir.		
5	*Viburnum tinus* L.	ADOXACEAE	Doğal	Yok	Orta	4-5
6	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire' .	MRYTACEAE	Egzotik	Yok	Düşük	3-4

Fener Polis Lojmanları Parkı'nda toplam 7 farklı familyaya ait 7 takson bulunmaktadır. Bu taksonlardan 2 tanesinin doğal, 5 tanesinin egzotik olduğu tespit edilmiştir.

Görsel 8. *Abelia x grandiflora*(Andre) Rehd

Görsel 9. *Azalea japonica* A.Gray

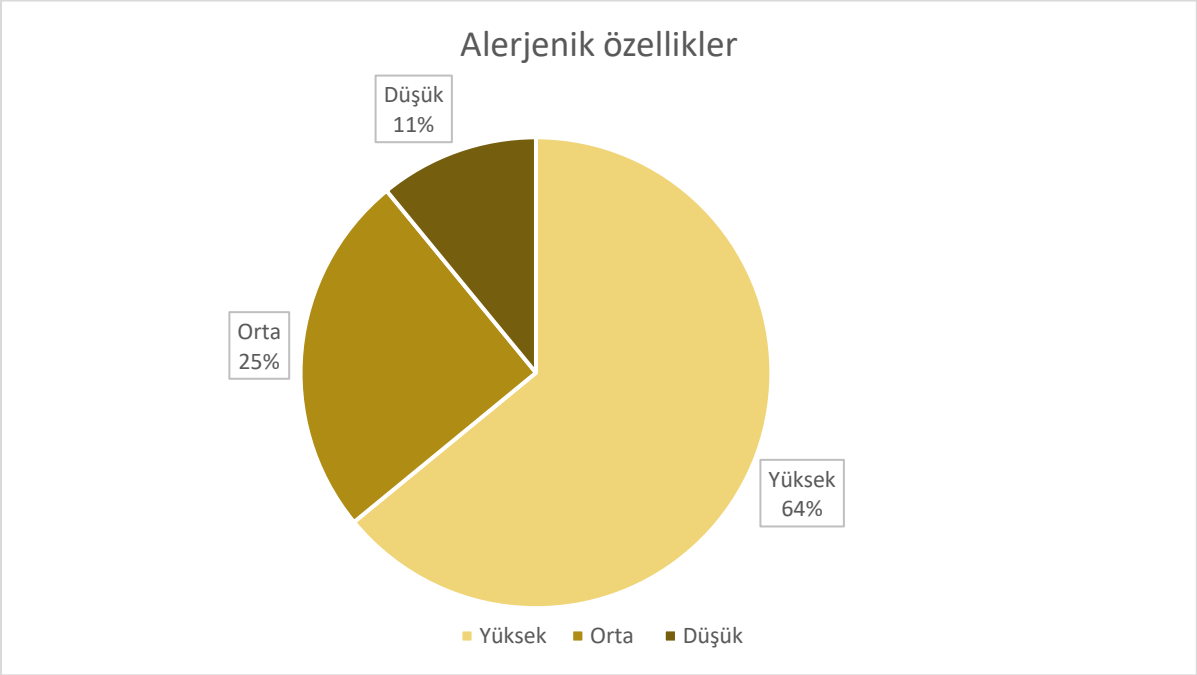
Görsel 10. *Acer palmatum* 'Atropurpureum'.

Görsel 11. *Ficus carica* L.

Görsel 12. *Eugenia uniflora L.* 'Etna Fire'

Görsel 13. *Nerium oleander* L

Fener Polis Lojmanları Çocuk Parkı'nda bulunan bitkilerin alerjen özellikleri yüzdelik dilim olarak (Görsel 14) gösterilmiştir.



Görsel 14. Fener Polis Lojmanları Çocuk Parkı bitkilerinin alerjenik özellikleri.

Fener Polis Lojmanları Çocuk Parkı'nda bulunan bitkilerin büyüme süreçleri buna göre alerjen etkisini göstermeleri ve çocuk oyun alanlarında kullanılabilirliği, boy ve tepe çaplarına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Fener Polis Lojmanları Çocuk Parkı bitki özellikleri listesi.

No	Latince Adı	Boyu (m)	Tepe Çapı (m)
1	*Acer palmatum* 'Atropurpureum'	2.7	2
2	*Azalea japonica* A.Gray	0.8	0.75
3	*Acer palmatum* 'Atropurpureum'	2.7	2
4	*Photinia* x *fraseri* 'Red Robin'	2.3	3
5	*Acer palmatum* 'Atropurpureum'	1.7	1.5
6	*Acer palmatum* 'Atropurpureum'	1.4	1.5
7	*Photinia* x *fraseri* 'Red Robin'	0.8	0.8
8	*Azalea japonica* A.Gray	0.8	0.5
9	*Azalea japonica* A.Gray	0.7	0.4
10	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire'	1	1
11	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire'	1.1	1.3
12	*Nerium oleander* L.	1.1	1.1
13	*Abelia x grandiflora* (Andre) Rehd.	1.4	0.8
14	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire'	1.2	1.1
15	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire'	1.2	1
16	*Viburnum tinus* L.	1	0.5
17	*Viburnum tinus* L.	0.8	0.8
18	*Viburnum tinus* L.	0.65	0.6
19	*Viburnum tinus* L.	1	1
20	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire'	1	1
21	*Acer palmatum* 'Atropurpureum'	1.3	1.3
22	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire'	3	3
23	*Eugenia uniflora* L. 'Etna Fire'	2.2	2.2

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Fener Mahallesi Çocuk Parkı'nda bulunan bitkilerin değerlendirilmesi sonucunda, bitki takson seçimlerinde *C. japonica* bitkisinde yüksek alerjen reaksiyon gözlemlenirken, *T. tomentosa* bitkisinde orta düzeyde alerjen reaksiyon gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, Fener Mahallesi Çocuk Parkı'nda bitki taksonu seçiminde alerjen özelliklerin göz ardı edildiğini göstermektedir. Fener Polis Lojmanları Çocuk Parkı'ndaki bitkilerin alerjen özelliklerine baktığımızda: *A. palmatum* bitkisi yüksek alerjen reaksiyon göstermektedir. *N. oleander* ve *V. tinus* bitkileri orta düzeyde alerjen reaksiyon göstermektedir. *A. grandiflora*, *A. japonica*, *P. fraseri*, ve *E. myrtifolia* bitkileri ise düşük düzeyde alerjen reaksiyon göstermektedir. Çocuk oyun alanları bitkilendirmesi sağlık açısından önem arz ettiğinde göz ardı edilmemesi gereken önemli bir konudur. Bu gibi alanlarda bitkisel tasarım yapılırken bitki taksonlarının özenle seçilmesi alanların kullanımı açısından da önem arz etmektedir. Bu gibi çalışmaların yapılması çocuk oyun alanları konusunda bitkisel farkındalığı artıracağından önemlidir. Alanlarda egzotik bitkiler genellikle estetik görünümü ve renk özelliğinden dolayı kullanılmaktadır fakat bu bitkiler istilacı olup doğal bitki taksonlarının yaşam alanlarını sınırlamaktadırlar. Yapılan değerlendirmeler sonucunda alanda bulunan doğal bitki taksonunun kullanımı egzotik bitki takson kullanımlarına göre daha az olduğu görülmüştür. Alandaki bitki takson seçimlerinde zehirlilik ve alerjen özelliği az olan aynı zamanda dokusu yumuşak bitkiler kullanılabilir. Bu

çalışmanın ortaya koyduğu veriler bakımından diğer çalışmalara bitkisel takson seçimi ve tasarımı açısından ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] Acar, A. (2013). *Ankara ve Kayseri İlleri Atmosferik Polenlerinin Araştırılması*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

[2] Akkemik, Ü. (2018). *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları* I. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

[3] Cariñanos, P., Adinolfi, C., Guardia, C.D., Linares, C.D., Casares Porcel, M. (2016). Characterization of allergen emission sources in urban areas. Journal of Environmental Quality, 45(1): 244-252.

[4] Cariñanos, P., Casares-Porcel, M., Quesada-Rubio, J.M. (2014). Estimating the allergenic potential of urban green spaces: A case study in Granada, Spain. Landscape and Urban Planning, 123: 139- 140.

[5] Doğan, C., Erik, S. (1995). Beytepe Kampüsü'nün (Ankara) Atmosferik Polenleri: Ağaç ve Çalılar, Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:16, S:33-67, 1995.

[6] Ekren, E., ve Çorbacı, Ö. L. (2022a). An İnvestigation On Plants With Allergic Pollen: The Case Of Rize Urban Open Green Areas. Journal Of Architectural Sciences And Applications, 7(2), 693-706.

[7] Ekren, E., ve Çorbacı, Ö. L. (2022b). Kahramanmaraş Kentsel Açık Yeşil Alanlarında Kullanılan Bitki Materyalinin Değerlendirilmesi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 18(1), 25-50.

[8] Ender, E. (2017). Çocuk Oyun Alanlarında Estetik Başarım. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1), 41-50.

[9] Eren, E. T., ve Var, M. (2016). Parkların Bitkisel Tasarımında Kullanılan Taksonlar: Trabzon Kent Merkezi Örneği. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(2), 200-213.

[10] Erenberk, H. (1992). Büyük Ağaçların Söküm Ve Dikimi. Peyzaj Mimarlığı, 92(2), 33-36.

[11] Hsieh, C.J., Yu, P.Y., Tai, C.J., Jan, R.H., Wen, T.H., Lin, S.W., Tseng, C.C. (2019). Association between the first occurrence of asthma and residential greenness in children and teenagers in Taiwan. International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(12): 2076.

[12] Knight, A.P. (2007). A Guide to Poisonous House and Garden Plants. Teton NewMedia: Wyoming, 324 pages.

[13] Kocabaş, Y.Z., (2020). Türkoğlu (Kahramanmaraş) İlçe Florasında Bulunan Zehirli Bitkiler. Türk Fen Ve Sağlık Dergisi, 1(1): 42-51.

[14] Kösa, S., (2020). Antalya'daki Bazı Çocuk Oyun Alanlarının Bitki Materyali Ve Bitkisel Tasarım Yönünden Değerlendirilmesi. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 16(2), 105-122.

[15] Mamıkoğlu, N.G. (2012). *Türkiye'nin Ağaçları ve Çalıları.* NTV Yayınları, Ofset Filmcilik ve Matbaacılık, İstanbul.

[16] Muca, B., Yıldırım, B., Özçelik, Ş. ve Koca, A. (2012). Isparta's (Turkey) poisonous plants of public access places. Biological Diversity and Conservation, 5(1): 23-30.

[17] Nelson, L.S., Shih, R.D. ve Balick, M.J. (2007). Handbook of Poisonous and Injurious Plants (2nd ed.), Springer: NewYork, 340 pages.

[18] Özcan H., (2006). *Ankara'nın Abidinpaşa, Birlik ve Koru Mahallelerindeki Atmosferik Polenlerin Karşılaştırılması,* Disiplinlerarası Adli Tıp Anabilim Dalı Adli Biyoloji Yüksek Lisans Tezi.

[19] Özcan, Y. (2022). *Kentsel Alanlarda Kullanılan Odunsu Bitki Taksonlarının Ekosistem Hizmetleri Bağlamında İncelenmesi; Rize Kenti Örneği* (Master''s Thesis, Artvin Çoruh Üniversitesi/Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

[20] Özmen, E. (2012). *Ankara İli Atmosferik Spor ve Polenlerinin Araştırılması.* Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Doktora Lisans Tezi. Ankara.

[21] Uzun, S. (2022). Evaluation Of Parental Satisfaction Of Children's Playgrounds: Duzce City Example. Kent Akademisi Dergisi, 15(1), 375-392.

[22] Wagstaff, D.J. (2008). International Poisonous Plants Checklist: An Evidence-Based Reference. CRC Press, Florida, USA.

[23] Yılmaz, H., Akpınar, E., & Yılmaz, H. (2009). Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanılan Bazı Süs Bitkilerinin Toksikolojik Özellikleri. *Turkish Journal Of Forestry*, *7*(1), 82-95.

[24] Yılmaz, S., ve Bulut, Z. (2011). Kentsel Mekânlarda Çocuk Oyun Alanları Planlama Ve Tasarım İlkeleri/Planning And Designing Principles Of Children Playgrounds in Urban Areas. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(3).

AN EXPERİMENTAL INVESTIGATION ON THE EFFECT OF FIBER TYPE AND BAR DIAMETER ON THE BOND STRENGTH OF GEOPOLYMER MORTAR UNDER AMBIENT TEMPERATURE

Dr. Öğr. Üyesi, Barış BAYRAK
Kafkas University, bbayrak@kafkas.edu.tr – 0000-0002-7438-1227
Master Student, Ahmet Mecit Işık
Atatürk University, m.ahmetmecit@gmail.com.tr – 0009-0005-2830-369X
Prof. Dr. Abdulkadir Cüneyt AYDIN
Atatürk University, acaydi@atauni.edu.tr - 0000-0002-6696-4297

ABSTRACT

The interfacial behavior between concrete and reinforcement is a key parameter in maintaining the structural strength of reinforced concrete elements like beams, columns, and slabs. This interfacial behavior governs the effectiveness of the collaboration between the two materials in withstanding external loads and pressures. The aim of this study is to investigate the effect of bar diameter and basalt and steel fiber on the bond strength of geopolymer mortars under ambient curing. Three batches of geopolymer concrete with and without fiber, and three rebar diameters (of 8, 16, and 24 mm) were used for preparing the test specimens. Pull-out tests were performed to evaluate the relationship of slip and bond strength. Results from these tests show that geopolymer concrete with basalt fiber exhibits insignificant increment in bond strength. Increasing the bar diameter decreased the bond strength in all geopolymer mortar types. Increasing the bar diameter decreased the bond strength by 44% and 78% in geopolymer mortar without fiber. Increasing the bar diameter in geopolymer mortar with steel fibers and basalt fibers decreased the bond strength by 63% to 87% and 52% to 66%, respectively.

Keywords: Geoplymer mortar, bond strength, steel fiber, basalt fiber, bar diameter

1. INTRODUCTION

Geopolymer concrete is a building material produced using synthetic polymer binders instead of traditional Portland cement. This innovative material was first developed in the early 1970s by researcher Joseph Davidovits. Davidovits was able to create a binder matrix using industrial waste such as fly ash and metal oxides activated with alkali-activators instead of conventional cement. This matrix is designed to increase durability while reducing the carbon footprint of

traditional cement. The unique properties of geopolymer concrete are characterized by its resistance to high temperatures and chemical abrasion, making it particularly favored in infrastructure and industrial applications. Geopolymer concrete's environmentally friendly components and durability have led to its acceptance as an important alternative in the construction industry in terms of sustainability and longevity. The history of the material has therefore been an important milestone not only in the construction industry, but also in the field of environmental sustainability [1-5].

Geopolymer concrete is a building material produced using synthetic polymer binders instead of traditional Portland cement. This material stands out as a particularly environmentally friendly and durable building material thanks to the binder matrix created by using various raw materials such as industrial waste. Unlike traditional concrete, geopolymer concrete hardens through the interaction of alkaline activators formed by the combination of raw materials such as alumina, silica and alkali metals [6-8]. The main components of geopolymer concrete are usually industrial wastes such as fly ash or metallurgical slag. These materials are considered as environmentally hazardous waste but are recycled by using them in the production of geopolymer concrete. These wastes are combined with alkaline activators and react to form the binder matrix. The advantages of geopolymer concrete include a lower carbon footprint than conventional concrete because greenhouse gases emitted during the production of clinker, which is required for cement production, are reduced. Furthermore, geopolymer concrete is resistant to high temperatures, chemical corrosions and mechanical stresses [9, 10].

In addition to its durability and environmentally friendly properties, geopolymer concrete also has advantages such as faster hardening and early strength gain. These properties speed up construction processes and improve project timelines. Furthermore, the high temperature resistance of geopolymer concrete also provides a significant advantage in terms of fire safety, as it can maintain its structural integrity even when exposed to early heat, unlike conventional concrete. The use of geopolymer concrete plays an important role not only for the construction industry, but also for industrial waste management. The reuse of industrial waste reduces environmental pollution and promotes the efficient use of resources. However, there are also some barriers to the widespread use of geopolymer concrete. In particular, factors such as higher costs compared to the traditional concrete industry and limited production infrastructure can slow down the process of widespread adoption. Furthermore, the source and quality of the components of geopolymer concrete can affect the overall performance of the product. Therefore, further research, technological development and industrial infrastructure improvements are required to fully realize the potential of geopolymer concrete. However, the advantages of this material, such as environmental sustainability and structural durability, encourage its more widespread use in the construction industry in the future [11-14].

The adherence strength between concrete and reinforcement is defined as the ability of concrete to adhere to reinforcement. This strength affects the strength and performance of structural elements. Adherence strength is achieved by good adhesion of concrete to reinforcement, which ensures that structural elements are safe and durable. Factors affecting the bond strength include the quality of the concrete, the surface properties of the reinforcement, the contact area between concrete and reinforcement, placement and compaction methods, ambient conditions and chemical admixtures used. High adherence strength between concrete and reinforcement

increases the load carrying capacity of structural elements and reduces crack formation [15]. This makes structures more durable and safer. In addition, adherence strength increases the resistance of structures against external influences such as earthquakes, wind and other natural disasters. Therefore, good bond strength between concrete and reinforcement is an important factor in structural engineering and an important parameter to be considered in the process of design and construction of structures [16, 17].

There are a number of parameters that affect the adherence strength between concrete and reinforcement. Firstly, the properties of concrete, especially the water-cement ratio, aggregate type and size, play a critical role in determining adhesion. Lower water-cement ratios generally result in higher adhesion. Secondly, the surface of the reinforcement is important; cleanliness, roughness and protective layers affect the adhesion between reinforcement and concrete. Thirdly, the contact area between concrete and reinforcement directly affects the strength of the adhesion; larger contact areas generally provide a stronger adhesion. Fourthly, the placement technique of the concrete is important; efficiently placed and compacted reinforcement provides better adhesion. Fifth, environmental factors also affect adhesion; factors such as the drying rate of concrete, temperature and humidity affect the ability to bond. Finally, the chemical admixtures used can improve the rheological properties and adhesion ability of concrete. All of these parameters affect the durability and performance of structural elements by determining the strength of the adhesion between concrete and reinforcement. Therefore, these factors should be taken into account during the design and construction of structural elements [18-20].

The aim of this study was to investigate the effect of bar diameter and fiber type on the bond strength of cylinder specimens produced from geopolymer concrete. Three different bar diameters (8, 16 and 24 mm) were used for the effect of bar diameter in the experimental study conducted with a total of 27 cylinder specimens with dimensions of 100x200 mm in which two different fiber reinforcements (steel and basalt fiber) at a ratio of 0.75% were used to investigate the effect of fiber type on the adhesive strength of geopolymer concrete. The geopolymer and fibrous geopolymer concrete specimens were ambient cured for 7 days at laboratory conditions. All specimens were tested 7 days after production. Here, it was aimed to utilize the early high-strength advantage of geopolymer concrete. All specimens were subjected to pull-out test to calculate the bond strength. The slip-bond strength relationships of the specimens and maximum bond strength results were obtained.

2. MATERIALS AND METHODS

In the study, a total of 27 cylindrical specimens with dimensions of 100x200 mm were produced. Three of each sample were produced, and the average of these three samples was used in the results. Three various diameters (8, 16 and 24 mm) were used for the effect of bar diameter on bond strength, and two different fiber types (steel and basalt fiber) were used for the effect of fiber type on bond strength. Fibrous and non-fibrous geopolymer concrete mixtures were produced based on ground blast furnace slag (GBFS). Three different geopolymer batches were produced in the experimental study. Mixture of ratios are presented in Table 1. The chemical and physical properties of GBFS used in the mixture are presented in Table 2. In addition, silica fume (SF) was used in the mix to increase strength and reduce permeability and

to provide environmental benefits by contributing to the recycling of industrial wastes. The chemical and physical properties of SF used in the mixture are presented in Table 2. Sand and quartz were used as fine and coarse aggregates respectively in geopolymer concrete. The particle size of fine and quartz aggregates is shown in Figure 1. Fine aggregate in the range of 0-4 mm and quartz aggregate as the coarse aggregate in the range of 1-3 mm were used. Sodium silicate (Na2SiO3) and sodium hydroxide (NaOH) were used as alkali activators in the geopolymer concrete mix. Na2SiO3/NaOH ratio was taken as 2,5 for optimum strength and workability. Technical properties of NaOH and Na2SiO3 are given in Tables 3 and Table 4. The specific gravity of NaOH and Na2SiO3 is 1,38.

Table 1. Mix proportions of geopolymer concrete (kg/m^3)

Concrete type	GBFS	SF	Fine aggregate	Quartz aggregate	NaOH	Na_2SiO_3	Steel fiber (%)	Basalt fiber (%)
Mixture-1	750	350	200	200	175	437,5	-	-
Mixture-2	750	350	200	200	175	437,5	0,75	-
Mixture-3	750	350	200	200	175	437,5	-	0,75

Table 2. Chemical and physical properties of GBFS

%	CaO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	LOI	Specific gravity	Color
GGBS	35,5	34,2	18,3	0,6	9,7	0,1	0,3	0,4	0,3	2,89	Cream
SF	0,7	94,8	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	2,7	2,16	Grey

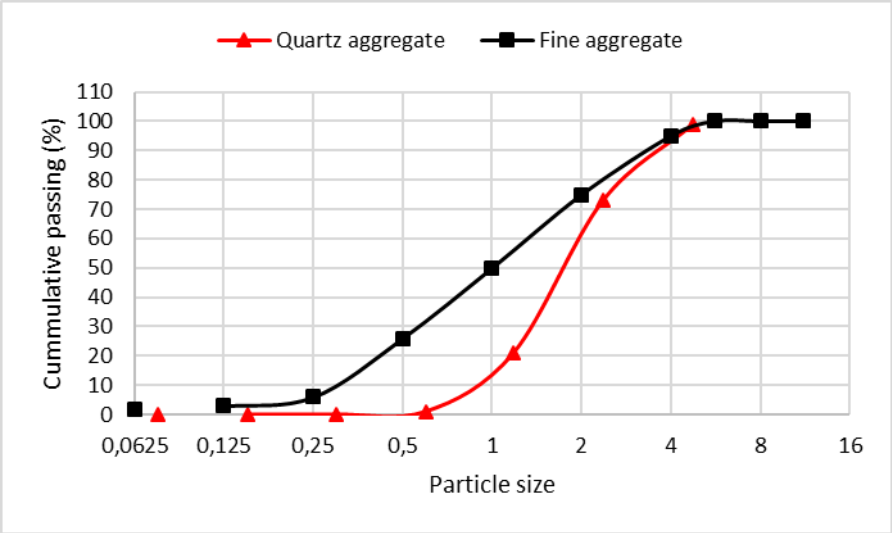


Figure 1. Particle size of fine and quartz aggregates

Table 3. Chemical component of NaOH (%)

NaOH	Na_2CO_3	Cl	SO_4	Fe	Al
99	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Table 4. Chemical component of Na_2SiO_3 (%)

Na_2O	SiO_2	H_2O	Fe	Heavy metals
8,8	28,2	63,0	<0,01	<0,01

Three different nominal diameters of rebar (8, 16, 24 mm) were used in geopolymer concrete for pull-out tests. Samples of rebars were tested through a universal material testing machine to determine their actual yield and ultimate strength. The properties of rebar are presented in Table 5 and strain-stress curves of rebars are shown in Figure 2.

Table 5. Properties of rebar

Nominal diameter (mm)	Tensile strength (MPa)	Yield strength (MPa)	Ultimate strength (MPa)
8	666,36	600,28	507,52
16	614,03	479,42	443,85
24	636,40	418,60	399,82

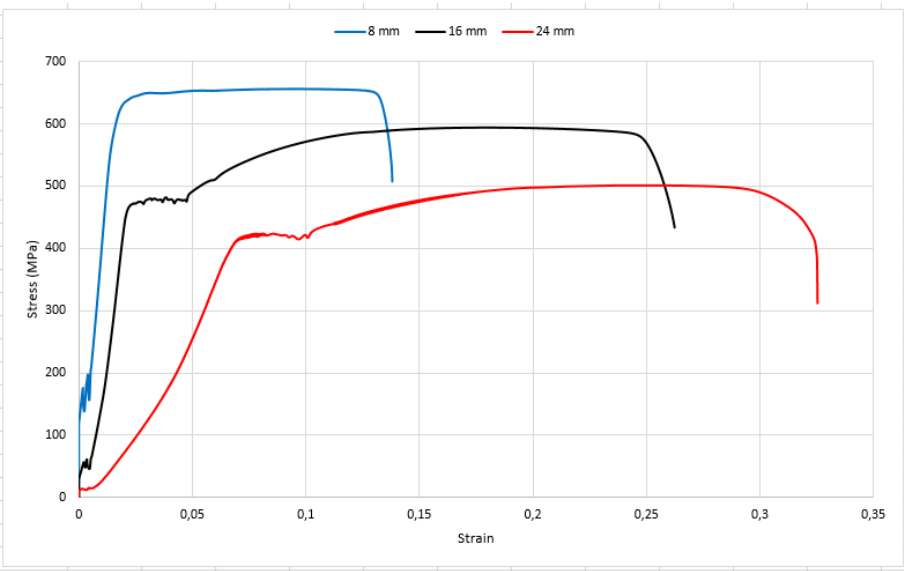


Figure 2. Strain-stress relationship of rebars

In the mixture, 30 mm long hooked steel fiber and 30 mm long basalt fiber were used. Both fiber types were used at a ratio of 0.75%. All specimens were prepared in the laboratory using a 150 L capacity concrete mixer. Dry materials were first added to the mix. GBFS, SF, fine aggregate and quartz aggregate were mixed for about 5 minutes. After sodium silicate and sodium hydroxide was added as alkali activators, the mixture was mixed for another 5 minutes. In the fibrous mixtures, dry materials (GBFS, SF, fine aggregate and quartz aggregate) were mixed for 5 minutes and then fibers were added. After the addition of fibers, alkaline activators were added. The mixtures were demolded 24 hours after production. The demolded specimens were ambient cured in the laboratory for 7 days. After 7 days, pull-out test was performed.
During the tests, the reinforcing bar was gradually extracted at a pulling rate of 0,2 mm/min. Throughout this process, the pull-out force and displacement data were meticulously documented and recorded. Pull-out tests were conducted in accordance with the specifications

outlined in ASTM C900-15 [21] and the ACI 440.3R [22]. The dimensions of a typical test specimen can be observed in **Figure 3.** In this experiment, a rebar was embedded uniaxially at the center of either a geopolymer cylinder block measuring 100 mm x 200 mm. The bond length between the rebar and the concrete was set at 5 times the diameter of the rebar (5d). To prevent the occurrence of local stress concentration at the loading end of the pull-out rebar, a plastic tube was utilized to encase the rebar near the loading end.
The average bond stress along a discrete length was calculated according to equation (1)

$$\tau=F/(\pi dL) \quad (1)$$

where τ = Bond stress (MPa), F = Tensile load (N), d = Bar diameter (mm), and L = Bond length (mm).

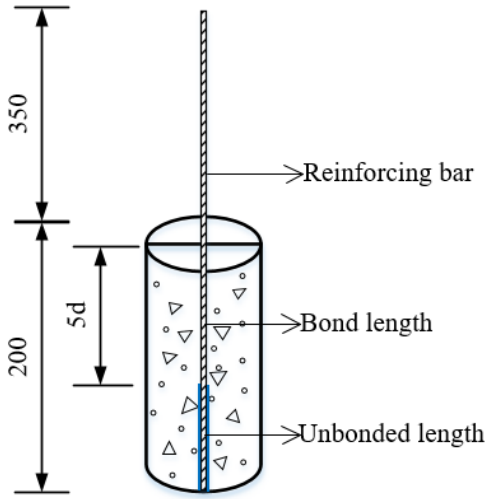


Figure 3. Pull-out test specimen

The parameters of the test specimens are presented in Table 6. The specimens are also named according to their parameters. The first letter, S, stands for specimen in the naming of the specimens. The second letter indicates the type of fiber used. The letter "S" was used for steel fiber specimens and "B" for basalt fiber specimens. The number used in the nomenclature represents the reinforcement diameter.

Table 6. Test parameters

	Steel fiber (%)	Basalt fiber (%)	Bar diameter (mm)
SG8	x	x	8
SG16	x	x	16
SG24	x	x	24
SSG8	0,75	x	8
SSG16	0,75	x	16
SSG24	0,75	x	24
SBG8	x	0,75	8
SBG16	x	0,75	16
SBG24	x	0,75	24

3. RESULTS AND DISCUSSION

The 7-day compressive strength result of the three types of concrete is shown in Figure 4. The maximum compressive strength of 41,2 MPa was obtained for the SSG (steel fiber geopolymer concrete) specimen. The addition of steel fiber and basalt fiber to the fiber-free geopolymer specimen increased the compressive strength. Addition of steel and basalt fibers to geopolymer concrete increased the compressive strength by 16.71% and 6.51%, respectively. This increase is since steel fibers provide structural improvement by forming a network inside the matrix. Furthermore, the steel fibers control crack formation and limit the size of cracks, which makes the concrete more resistant under compressive strength. By forming a crack-resistant network, steel fibers increase the durability of concrete and raise its compressive strength. Therefore, the addition of steel fibers improves the mechanical properties of geopolymer concrete and contributes to a more durable structure. The addition of basalt fiber increases the compressive strength of geopolymer concrete. There are several reasons for this increase. Firstly, basalt fibers provide structural improvement by forming a dispersed network within the concrete. This gives the concrete a more homogeneous structure and makes it more resistant under compressive. Furthermore, basalt fibers control crack formation and limit the propagation of cracks, which increases the durability of concrete. Furthermore, basalt fibers strengthen the mechanical properties of concrete by forming a crack-resistant network. Studies in the literature have also reported that the compressive strength increases when steel fiber is added to geopolymer concrete. Ezeldin and Balaguru [23] stated that the compressive strength increased when steel is added to geopolymer concrete. Song and Hwang [24] also stated that adding 1.5% steel to geopolymer concrete increased the compressive strength by approximately 15%. Abbass et all. [25] reported the additional of steel fiber in geopolymer concrete increase the both compressive strength and tensile strength. The compressive strength increased about 10-15% in which the direct tensile strength increased about 31-47%. Gülşan et all. [26] reported that the incorporation of nano-silica and steel fiber improved bond strength and flexural performance of self-compacting geopolymer concretes, with nano-silica dominating fresh state properties and compressive strength. Similarly, Wang et all. [27] reported that the basalt fibers in high-performance concrete slightly increase compressive strength, while flexural and splitting tensile strengths are significantly improved. Similar to this study, the addition of basalt fiber increased the compressive strength partly. Alğın and Ozen [28] indicated that the basalt fiber addition in self-compacting concrete increases compressive strength by 0.1% for fiber lengths of 12 mm and 24 mm.

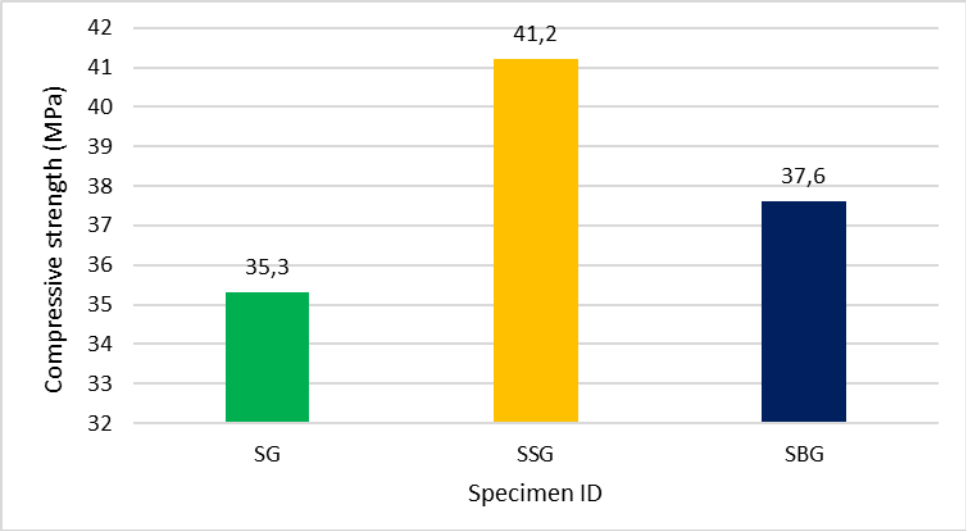
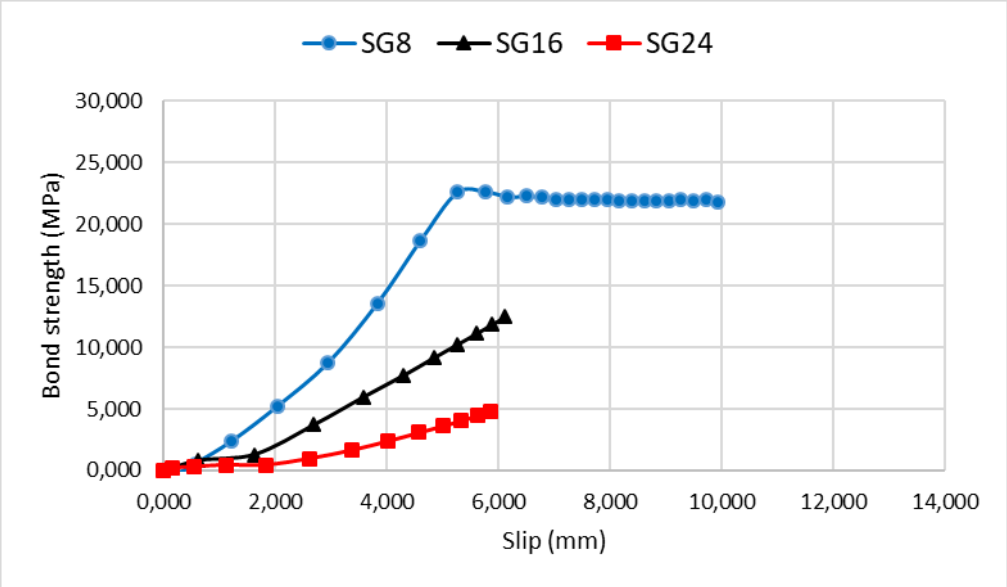
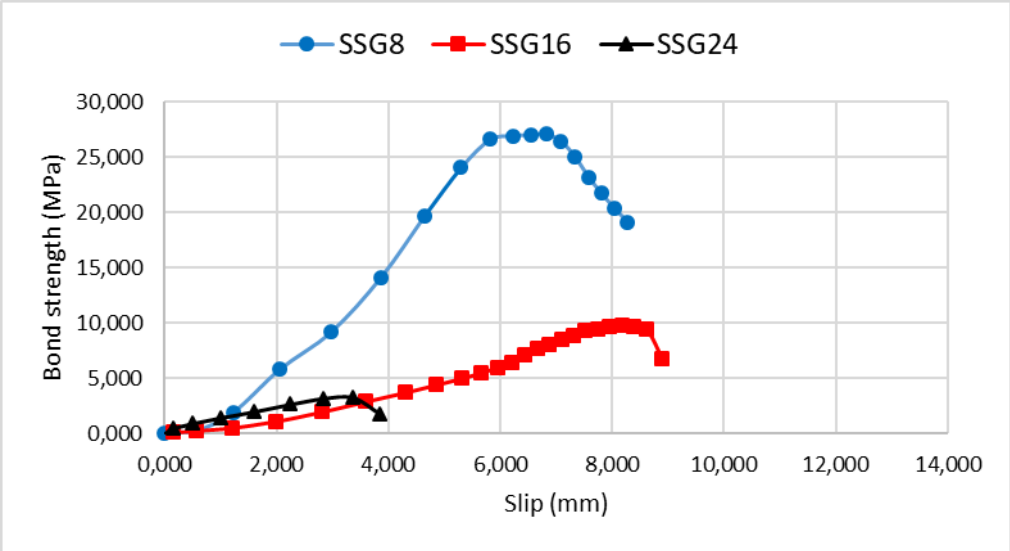


Figure 4. Compressive strength results of samples

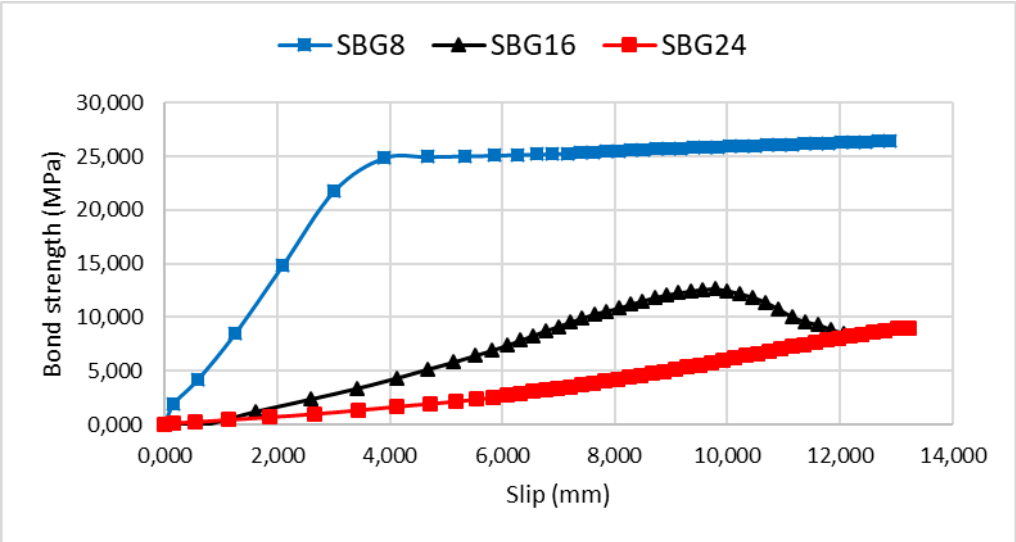
The slip-bond strength relationship of the samples is shown in Figure 5. The slip-bond strength relationship of fiberless samples is shown in Figure 5a. As the diameter of the reinforcement increases, both bond strength and slip values decrease. In fact, as a result of the pull-out test of 16 mm and 24 mm diameter reinforcement, the graph ended abruptly. Figure 5b shows the bond-slip relationship of steel fiber geopolymer concrete samples. Similar to the fiberless samples, increasing the reinforcement diameter decreased both the bond strength and slip values. However, in these samples, increasing the reinforcement diameter from 16 mm to 24 mm significantly affected the behavior of the curve. Figure 5c shows the bond-slip relationship of basalt fiber geopolymer concrete samples. Similar to other samples, increasing the diameter of the reinforcement caused the behavior to change. If the reinforcement diameter is 16 mm and 24 mm, the bond-slip behavior of the samples changes significantly.



(a)



(b)



(c)

Figure 5. Bond strength-slip relationship of specimens

The maximum bond strength results of the tested samples are shown in Figure 6. Increasing the diameter of the reinforcement decreased the bond strength in both fibrous and non-fibrous samples. Bond between concrete and reinforcement is critical for a structural component to function effectively. This bond, formed by adhering concrete to reinforcement, solidifies and strengthens the structure. However, increasing the diameter of the reinforcement may cause this adherence to decrease. Larger diameter reinforcements come into contact with less concrete than smaller diameter reinforcements that have less surface area. This reduces the amount of mechanical interlocking between the geopolymer concrete and reinforcement. Mechanical interlocking means that the concrete hugs and adheres to the reinforcement. Smaller diameter reinforcement provides more surface area and therefore, allows the concrete to adhere more tightly to the reinforcement. Additionally, larger diameter reinforcement may make it more difficult for geopolymer concrete to penetrate the reinforcement. While the concrete advances towards the reinforcement, small details and protrusions on the surface of the reinforcement

ensure better bond of the geopolymer concrete. However, in greater diameter reinforcement, these details and protrusions are less, which can negatively affect the concrete's ability to penetrate the reinforcement. As a result, increasing the diameter of the reinforcement may reduce the bond strength between concrete and reinforcement because larger diameter reinforcement contacts the concrete less and reduces the ability of concrete to penetrate the reinforcement. This may result in a decrease in effective adhesion between constructional components and thus a decrease in structural performance.

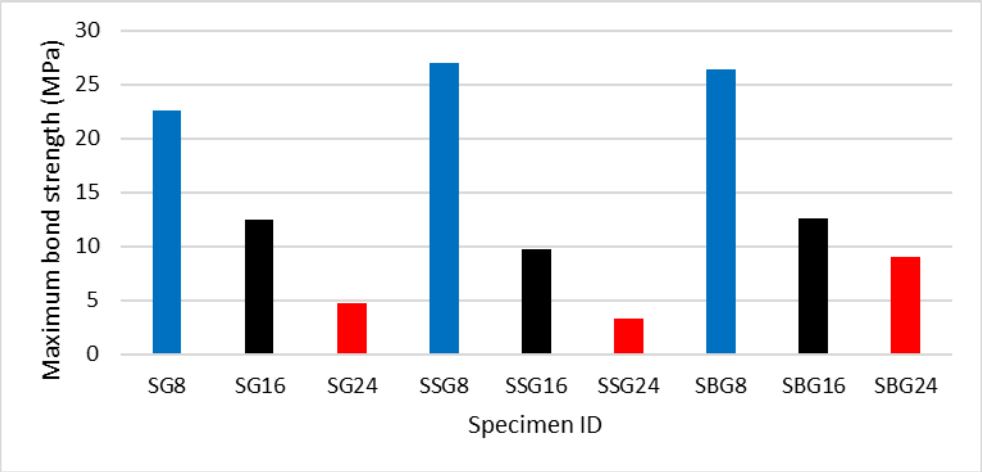


Figure 6. Maximum bond strength of samples

The comparison of strength loss compared to reference sample is shown in Figure 7. Increasing the diameter of the reinforcement decreased the maximum bond strength. In fiber-free samples, increasing the reinforcement diameter decreased the bond strength by 44,92% and 78,93%, respectively. In steel fiber samples, as the reinforcement diameter increased, the maximum bond strength decreased by 63,99% and 87,91%. In steel fiber samples, the change in reinforcement diameter affected the decrease in maximum bond strength more. In basalt fiber samples, as the reinforcement diameter increased, the bond strength decreased by 52,18% and 66,04%. The decrease in adherence strength of basalt fiber samples was slower than that of steel fiber samples.

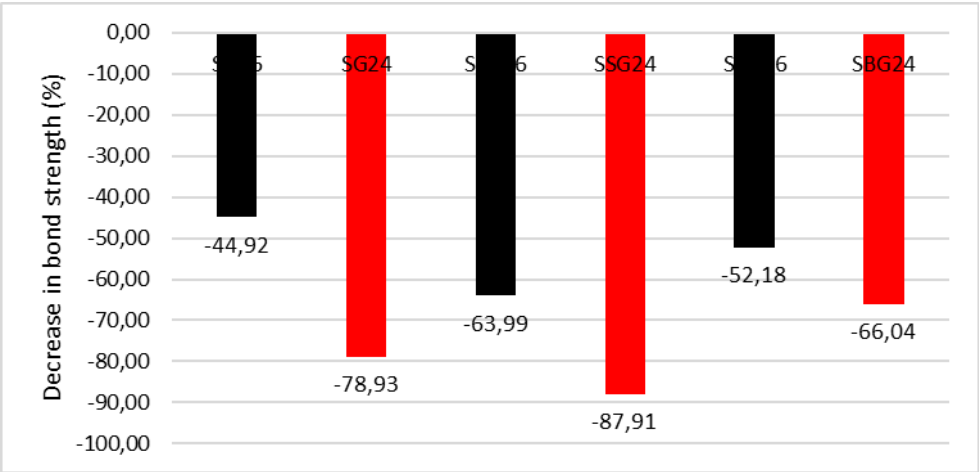


Figure 7. Comparison of strength loss compared to reference sample

The adherence strength increased by 19.47% and 16.65% when steel and basalt fibers were added to the geopolymer mixture for 8 mm diameter reinforcement. In 16 mm diameter reinforcements, the adhesion strength decreased by 21.89% when steel fiber was used, while the adhesion strength increased by only 1.28% when basalt fiber was used. In the specimens with 24 mm diameter reinforcement, a 31.44% decrease occurred when steel fiber was used. However, in the case of basalt fiber, 88.05% increase in adherence strength occurred.

4. CONCLUSION

The aim of this study is to experimentally examine the effect of different fiber types and bar diameter on the bond strength of samples produced from geopolymer concrete. The effect of adding steel and basalt fibers to geopolymer concrete and using 8, 16 and 24 mm bar diameters on the bond strength was examined experimentally. As a result of the experimental study, the following findings were obtained.

- Adding steel fiber to geopolymer concrete significantly increased the compressive strength. However, adding basalt fiber to the geopolymer mixture increased the compressive strength slightly. Additionally, adding basalt fiber to geopolymer concrete significantly reduced workability.
- Increasing the diameter of the reinforcement significantly affected the bond strength. In geopolymer concrete samples, when the reinforcement diameter was increased from 8 mm to 16 mm and 24 mm, the bond strength decreased by 44% and 78%, respectively. In steel fiber samples, the adherence strength decreased by 63% and 87%. Similarly, in basalt fiber samples, as the reinforcement diameter increased, the bond strength decreased by 52% and 66%.
- In case of 8 mm reinforcement, adding steel or basalt fiber to geopolymer concrete increased the adhesion strength. However, if the reinforcement diameter increases, the effect of fiber addition is different. Especially in the specimens with 24 mm diameter reinforcement, basalt fiber addition increased the adhesion strength by 88%.

.

REFERENCES

[1] Davidovits, J., Huaman, L., & Davidovits, R. (2019). Ancient geopolymer in south-American monument. SEM and petrographic evidence. Materials Letters, 235, 120-124. https://doi.org/10.1016/j.matlet.2018.10.033

[2] Morsy, M. S., Rashad, A. M., Shoukry, H., & Mokhtar, M. M. (2019). Potential use of limestone in metakaolin-based geopolymer activated with H3PO4 for thermal insulation. Construction and Building Materials, 229, 117088. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117088

[3] Karimipour, A., Ghalehnovi, M., & De Brito, J. (2021). RETRACTED: Effect of micro polypropylene fibres and nano TiO2 on the fresh-and hardened-state properties of geopolymer concrete. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124239

[4] Karimipour, A., & de Brito, J. (2021). RETRACTED: Influence of polypropylene fibres and silica fume on the mechanical and fracture properties of ultra-high-performance geopolymer concrete. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122753
[5] Liu, Y., Zhang, Z., Shi, C., Zhu, D., Li, N., & Deng, Y. (2020). Development of ultra-high performance geopolymer concrete (UHPGC): Influence of steel fiber on mechanical properties. Cement and Concrete Composites, 112, 103670. https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103670
[6] Hardjito, D., Wallah, S. E., Sumajouw, D. M. J., & Rangan, B. V. (2004). Properties of geopolymer concrete with fly ash as source material: effect of mixture composition. Special Publication, 222, 109-118.
[7] Lloyd, N., & Rangan, V. (2009). Geopolymer concrete-sustainable cementless concrete. In Proceedings of Tenth ACI International Conference (pp. 33-53). American Concrete Institute.
[8] Seco, A., Ramirez, F., Miqueleiz, L., Urmeneta, P., García, B., Prieto, E., & Oroz, V. (2012). Types of waste for the production of pozzolanic materials–a review (pp. 141-150). Intech.
[9] Rahman, S. K., & Al-Ameri, R. (2021). A newly developed self-compacting geopolymer concrete under ambient condition. Construction and Building Materials, 267, 121822. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121822
[10] Li, N., Shi, C., Zhang, Z., Wang, H., & Liu, Y. (2019). A review on mixture design methods for geopolymer concrete. Composites Part B: Engineering, 178, 107490. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107490
[11] Subash, N., & Adish Kumar, S. (2022). A simplified geopolymer concrete mix design considering five mineral admixtures. European Journal of Environmental and Civil Engineering, 26(15), 7572-7585. https://doi.org/10.1080/19648189.2021.2003252
[12] Li, N., Shi, C., & Zhang, Z. (2019). Understanding the roles of activators towards setting and hardening control of alkali-activated slag cement. Composites Part B: Engineering, 171, 34-45. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.04.024
[13] Albitar, M., Visintin, P., Mohamed Ali, M. S., & Drechsler, M. (2015). Assessing behaviour of fresh and hardened geopolymer concrete mixed with class-F fly ash. KSCE Journal of Civil Engineering, 19, 1445-1455. DOI 10.1007/s12205-014-1254-z
[14] Imtiaz, L., Rehman, S. K. U., Ali Memon, S., Khizar Khan, M., & Faisal Javed, M. (2020). A review of recent developments and advances in eco-friendly geopolymer concrete. Applied sciences, 10(21), 7838. http://dx.doi.org/10.3390/app10217838
[15] Izquierdo, M., Querol, X., Davidovits, J., Antenucci, D., Nugteren, H., & Fernández-Pereira, C. (2009). Coal fly ash-slag-based geopolymers: Microstructure and metal leaching. Journal of hazardous materials, 166(1), 561-566. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.063
[16] Shen, W., Cao, L., Li, Q., Zhang, W., Wang, G., & Li, C. (2015). Quantifying CO2 emissions from China's cement industry. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, 1004-1012. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.031
[17] Bayuaji, R., Yasin, A. K., Susanto, T. E., & Darmawan, M. S. (2017, September). A review in geopolymer binder with dry mixing method (geopolymer cement). In AIP Conference Proceedings (Vol. 1887, No. 1). AIP Publishing.

[18] Zhang, P., Zheng, Y., Wang, K., & Zhang, J. (2018). A review on properties of fresh and hardened geopolymer mortar. Composites Part B: Engineering, 152, 79-95. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.06.031
[19] Lingyu, T., Dongpo, H., Jianing, Z., & Hongguang, W. (2021). Durability of geopolymers and geopolymer concretes: A review. Reviews on Advanced Materials Science, 60(1), 1-14. https://doi.org/10.1515/rams-2021-0002
[20] John, S. K., Nadir, Y., & Girija, K. (2021). Effect of source materials, additives on the mechanical properties and durability of fly ash and fly ash-slag geopolymer mortar: A review. Construction and Building Materials, 280, 122443. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122443
[21] ASTM C900-15, Standard Test Method for Pullout Strength of Hardened Concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015
[22] ACI 440.3R-04. Guide test methods for fiber-reinforced polymers (FRPs) for reinforcing or strengthening concrete structures, ACI Committee 440, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, USA; 2004.
[23] Ezeldin, A., & Balaguru, P. (1992). Normal- and High-Strength Fiber-Reinforced Concrete under Compression. Journal of Materials in Civil Engineering, 4, 415-429. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(1992)4:4(415).
[24] Song, P., & Hwang, S. (2004). Mechanical properties of high-strength steel fiber-reinforced concrete. Construction and Building Materials, 18, 669-673. https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2004.04.027.
[25] Abbass, W., Khan, M., & Mourad, S. (2018). Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete. Construction and Building Materials, 168, 556-569. https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.02.164.
[26] Gülşan, M., Alzeebaree, R., Rasheed, A., Niş, A., & Kurtoglu, A. (2019). Development of fly ash/slag based self-compacting geopolymer concrete using nano-silica and steel fiber. Construction and Building Materials. https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2019.03.228.
[27] Wang, D., Ju, Y., Shen, H., & Xu, L. (2019). Mechanical properties of high performance concrete reinforced with basalt fiber and polypropylene fiber. Construction and Building Materials. https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.11.181.
[28] Alğın, Z., & Ozen, M. (2018). The properties of chopped basalt fibre reinforced self-compacting concrete. Construction and Building Materials. https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.07.089.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN DENETİMİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME UYGULAMALARI

Cansunur ÇOKOKUMUŞ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, cansunurcokokumus@gmail.com, 0000-0003-4040-1979

Prof. Dr. Sermin ELEVLİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, sermin.elevli@omu.edu.tr, 0000-0002-7712-5536

ÖZET

Kişisel koruyucu ekipman (KKE); kimyasal, fiziksel, biyolojik vb. tehlikeli durumlarla temastan kaynaklı iş yeri kazalarına ve meslek hastalıklarına neden olan risklerin en aza indirgenmesi ve çalışanların korunması için iş yerlerinde kullanılan çeşitli ekipman ve giysilerdir. Dünyada her yıl yaklaşık 340 milyon iş kazası ve 160 milyon işe bağlı hastalık yaşanmaktadır. İş kazaları; işgücü kaybı, tazminatlar, üretimde aksamalar, ilkyardım masrafları ve marka imajının zedelenmesi gibi doğrudan ve dolaylı birçok maliyet getirmektedir. Çalışanların KKE kullanmaları ile tüm bu maliyetlerin önüne geçilebilirken aynı zamanda güvenli çalışma ortamlarının sağlanması da mümkün olabilmektedir. İnsanların çoğu kontrol edildiklerini bildiklerinde daha dikkatli ve özenli davrandığından KKE kullanımında sürekliliğin sağlanması adına personel eğitimi ve takibi önemli bir role sahiptir. Yapay zekâ temelli görüntü işleme tekniklerinin gelişmesiyle birlikte personel takibinin ve KKE açısından uygunsuzlukların tespitinin süreklilik esasına dayalı olarak otomatik bir şekilde yapılması mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada görüntü işleme tekniklerinin KKE tespiti konusunda kullanım potansiyeli incelenmiş ve metodolojisine yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler

İş sağlığı ve güvenliği, kişisel koruyucu ekipman, görüntü işleme, nesne tespiti

IMAGE PROCESSING APPLICATIONS IN THE INSPECTION OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT

ABSTRACT

Personal protective equipment (PPE) are various equipment and clothing used in workplaces to minimize the risks that cause workplace accidents and occupational diseases due to contact with chemical, physical, biological etc. dangerous situations and to protect employees. Approximately 340 million work accidents and 160 million work-related diseases occur in the world every year. Accidents at work; It brings many direct and indirect costs such as labor loss, compensation, disruptions in production, first aid costs and damage to the brand image. While all these costs can be prevented by employees using PPE, it is also possible to provide safe working environments. Since most people are more careful and attentive when they know they are being controlled, staff training and follow-up play an important role in ensuring continuity in PPE use. With the development of artificial intelligence-based image processing techniques, it has become possible to automatically monitor personnel and detect non-conformities in terms of PPE on a continuous basis. In this study, the potential of using image processing techniques in PPE detection is examined and its methodology is included.

Keywords

Occupational health and Safety, personal protective equipment, image processing, object detection

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği (İSG); çalışanların işleri sırasında karşılaşabilecekleri riskleri azaltmak, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemek ve iş yerlerinde çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamak için alınan tedbirlerin, politikaların ve uygulamaların bütünüdür. İş sağlığı ve güvenliğinin amacı, iş kazalarını ve meslek hastalıklarını meydana gelmeden önce önlemektir.

Çalışma hayatından yeterli düzeyde verim alabilmek ve insana yakışır standartlarda çalışabilmek için en temel ihtiyaçlardan biri sağlıklı ve güvenli iş yerlerinin sağlanmasıdır. İnsanların iyi çalışma koşullarında daha başarılı ve motive bir şekilde çalıştığı bilinmektedir. Zaman içerisinde değişen çalışma koşulları İSG alanında yeni riskler getirmiş bununla birlikte İSG politikalarının oluşturulması ve sürekli olarak takip edilmesi gereksinimi daha belirgin hale gelmiştir [1].

Temelleri 1850'li yıllarda atılan iş sağlığı ve güvenliği kültürünün, özellikle son yıllarda gerçekleşen endüstri ve teknoloji alanındaki gelişmelerle birlikte önemi her geçen gün artmaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)'ya göre, dünya çapında her yıl yaklaşık 2,3

milyon insan işle ilgili kazalara veya hastalıklara yenik düşmektedir. Ayrıca ILO'nun tahminlerine göre dünyada her yıl yaklaşık 340 milyon iş kazası ve 160 milyon işe bağlı hastalık yaşanmaktadır. ILO'nun tahminlerde belirli aralıklarla yaptığı güncellemeler, kazalarda ve sağlık bozukluklarında artışa işaret etmektedir [2].

İş sağlığı ve güvenliği ihtiyacı çoğu ülkede olduğu gibi ülkemizde de kömür madenciliği ile başlamıştır [3]. Türkiye'de İSG alanında gerekli düzenlemelerin sağlanması için 2003 yılında 4857 sayılı İş Kanunu ve 2012 yılında ise 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yürürlüğe girmiştir. Yürürlükte bulunan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile çalışanların sağlığını korumak, güvenliğini sağlamak, işveren ve çalışanların görevlerini, haklarını ve sorumluluklarını düzenleyerek mevcut şartları geliştirmek hedeflenmektedir [4].

İş kazalarının önlenmesi, risklerin azaltılması ve çalışanların korunması, kişisel koruyucu ekipmanların kullanımıyla birlikte geliştirilen bir süreçtir. Endüstriyel üretimin olmadığı dönemlerde bile bazı mesleklerde koruyucu ekipmanlar kullanılmıştır. Demircilerin eldiven kullanarak basit koruyucu önlemler almaları bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Endüstri devrimiyle birlikte iş yerlerindeki risklerin artışına bağlı olarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili farkındalığın gelişmesi bu süreçteki ilerleyişe katkı sağlamıştır.

Tarihsel süreç içinde gelişen bu ekipmanlar, günümüzde çalışanların sağlığının ve güvenliğinin sağlanmasında temel unsurlardan biri haline gelmiştir. 6331 sayılı Kanun'un 18. Maddesine göre işverenin "Risk değerlendirmesi yapılarak gereken koruyucu ve önleyici tedbirlerin alınması ve kullanılması gereken koruyucu donanım ve ekipmanın belirlenmesi" konusunda destek elemanları ile çalışan temsilcilerinin görüşlerini alması gerekmektedir [4]. Ayrıca "Mesleki risklerin önlenmesi, eğitim ve bilgi verilmesi dâhil her türlü tedbirin alınması, gerekli araç ve gereçlerin sağlanması, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapılması" görevi 6331 sayılı Kanunda Madde 4-1(a)'da işverenlere verilmiştir [4]. İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkındaki Yönetmeliğin 9. Maddesinde ise iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının görevleri arasına kişisel koruyucu ekipmanların seçimi, temini, tespiti, kullanımı, bakımı, muhafazası ve test edilmesi konuları eklenmiştir.

Bir çalışanın kullanması gereken KKE, tehlikenin niteliğine ve çalışma ortamına bağlıdır. Uygun KKE seçimi ve bunun çalışanlar tarafından kullanımının sağlanması önemli bir gerekliliktir. Nitekim KKE'nin bazı görevleri yerine getirme kabiliyetinde kısıtlılık ya da fiziksel rahatsızlığa neden olduğu durumlarda çalışanın onu giyme olasılığı azalır. Örneğin; işitme kaybından korunma amacıyla kullanılan kulaklıklar sıcak ortamlarda rahatsız edici olabilir. Bu nedenle gelişen teknoloji ile birlikte bir taraftan KKE'nin ergonomik tasarımlarının geliştirilmesiyle ilgili çalışmalar sürdürülürken diğer taraftan personelin KKE kullanımında devamlılığını sağlamak üzere görüntü işleme yöntemlerinden faydalanılan çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Günümüzde sayısı giderek artan bu çalışmaların uygulamaya geçirilmesi tam zamanlı bir şekilde İSG denetimlerinin yapılması konusunda fayda sağlayacaktır.

Bilgisayarların resim ve videolardaki nesneleri ve kişileri tanımlamasını ve anlamasını sağlamaya odaklı bir bilgisayar bilimi olan görüntü işleme, çok sayıda görsel veri üzerinde eğitilen algoritmalar ile çalışmaktadır [5]. Kameralar veya sensörler aracılığıyla elde edilen veriler toplanarak görüntü analizi ve buna bağlı bilgi üretimi sağlanmaktadır. Çalışma ortamlarından elde edilen düzenli verilerin İSG performansının ve gelişiminin izlenmesinde önemli bir rol oynayacağı aşikardır. Görüntü işleme teknolojisi kullanılarak eğitilen modeller personelin KKE kurallarına uyup uymadığını güvenilir bir şekilde takip ve tespit ederek bu durumla ilgili uygunsuzlukların en aza indirgenmesine ve iş kazaları ile meslek hastalıklarının azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca, önlem alınarak sorunların çözülmesini sağlayan etkin kayıt ve takip sistemleri geliştirilebilecektir.

Bu çalışmada, görüntü işleme teknolojisinin çalışanların KKE kullanım durumlarının tespitindeki uygulanabilirliği ve iş kazalarının önlenme potansiyeli literatür destekli değerlendirilecektir. Ayrıca KKE tespitinde görüntü işlemenin uygulama metodolojisi sunulacaktır.

2. KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN KULLANIMININ ÖNEMİ

İnsanlar iş hayatlarında, işin niteliğinden ve çalışma şartlarından kaynaklı çeşitli risklerle karşılaşmaktadır. İş kazalarına sebep olan bu risklerin temelinde, tehlikeli davranışlar ve tehlikeli durumlar yer almaktadır. İş kazalarının, %88'i tehlikeli davranışlar, %10'u tehlikeli durum, %2'si ise bilinmeyen sebeplerden kaynaklanmaktadır [6].

İnsan sağlığını ve güvenliğini tehdit ederek risk oluşturan ve iş kazalarının meydana gelmesine sebep olan davranışlar tehlikeli davranış, buna sebep olan durumlar ise tehlikeli durum olarak adlandırılmaktadır. Teknik nedenler tehlikeli durumu, kişisel nedenler ise tehlikeli davranışı ifade etmektedir. Tehlikeli davranış ve tehlikeli durum örnekleri Çizelge 1'de belirtilmiştir [7][8].

Çizelge 1. Tehlikeli davranış ve tehlikeli durum örnekleri

Tehlikeli Davranış	Tehlikeli Durum
Kişisel koruyucu donanım kullanmama	Koruyucusuz makine kullanımı
Eğitim yetersizliği ve iş disiplinine uymamak	Uygun olmayan KKE kullanımı
Yorgunluk ve stres	Kusurlu teçhizat kullanımı
İletişim ve koordinasyon eksikliği	Bina yapısı ile ilgili bozukluklar
Güvenliksiz istifleme	Yetersiz havalandırma ve kötü termal şartlar (ısıtma, havalandırma)
İşe uygun makine kullanmamak	Yetersiz bakım ve güvensiz altyapı
Alet ve makineleri tehlikeli şekilde kullanmak	Tehlikeli madde ve ekipmanlar
Çalışan makineler üzerinde bakım, onarım ve temizlik yapmak	Elektrik tesisatının uygunsuzluğu ve kötü aydınlatma

Tehlikeli Durum ve Davranış nedeniyle ortaya çıkan iş kazaları ve meslek hastalıklarının insan hayatına verdiği zararların yanı sıra hem çalışanlara hem de işletmelere önemli ölçüde maddi yük getirmesi söz konusudur. Doğrudan ve dolaylı şeklinde sınıflandırılan maliyetlerden bazıları Çizelge 2'de yer almaktadır [9].

Çizelge 2. Doğrudan ve dolaylı maliyetler

Doğrudan Maliyetler	Dolaylı Maliyetler
Kaza anında yapılan ilk yardım masrafları	İşgücü kaybı, kaza geçiren işçinin çalışamaması
	Kazadan dolayı işçilerde azalan verim maliyeti
Kaza geçiren çalışana ödenen geçici ve sürekli iş göremezlik ödemeleri	Kaza sonucu işçilerin verdikleri aralar, yasal işlemler ve kazayı incelemek için geçen zaman
	Kaza sırasında üretime ara verilmesi
Mahkeme giderleri ve ödenen tazminatlar	İş akışındaki aksamalar ve siparişlerin zamanında karşılanamaması
	Hammadde ve malzemenin zarara uğraması
Malzeme, tesis, ekipman onarım veya yenileme bedeli	Firmanın marka imajının sarsılması nedeniyle ortaya çıkan maliyetler

İşyerlerinde çalışanlara mümkün olan en iyi korumayı sağlamak için hem işverenlerin hem de çalışanların ortak çabaları, güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamının oluşturulmasına ve Çizelge 2'de verilen maliyetlerin minimize edilmesine yardımcı olacaktır. Tehlikeli davranışlar içerisinde yer alan kişisel koruyucu ekipman kullanılmaması iş kazalarına neden olan durumların ve iş güvenliği konusunda alınması gereken önlemlerin başında yer almaktadır. Kimyasal, fiziksel, biyolojik vb. tehlikeli durumlarla temastan kaynaklı iş yeri kazalarına veya meslek hastalıklarına neden olan risklerin en aza indirgenmesi ve çalışanların sağlık ve güvenlik risklerine karşı korunması için tasarlanmış cihaz, alet, giysi ve malzemeler kişisel koruyucu ekipmanlar olarak adlandırılmaktadır [10].

18. ve 19. yüzyıllarda endüstriyel üretimin hızla artmasıyla birlikte iş kazaları ve meslek hastalıkları da arttığından bu dönemde koruyucu ekipman kullanımı önem kazanmıştır. 20. yüzyılın başlarından itibaren, iş güvenliği için tasarlanmış daha özel koruyucu ekipmanlar geliştirilmiştir. Ülkemizde 02.07.2013 tarih ve 28695 sayılı Resmî Gazete'de Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Günümüzde ise teknolojinin gelişmesiyle birlikte akıllı koruyucu kıyafet tasarımlarıyla ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Çizelge 3'te kişisel koruyucu ekipmanlardan bazıları yer almaktadır [11].

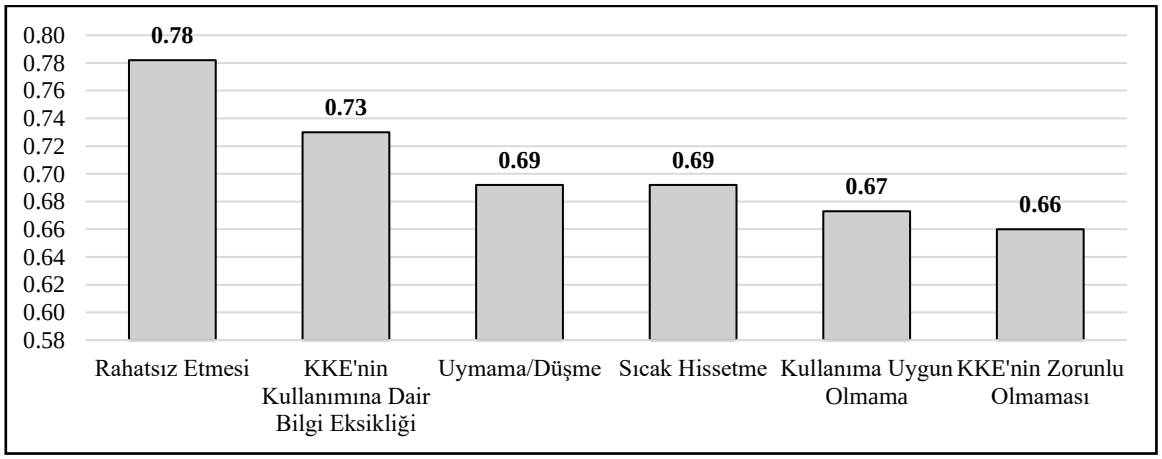
Çizelge 3. Kişisel Koruyucu Ekipmanlar

Yüz ve Göz Koruyucular	Gözlük, Yüz Siperlikleri, Maskeler
Kulak Koruyucular	Kulak Tıkaçları, Kulaklıklar
Baş Koruyucular	Baret, Şapka, Kask
El ve Kol Koruyucular	Eldiven, Kolluk
Ayak ve Bacak Koruyucular	Güvenlik Ayakkabıları, Bot, Çizme, Tozluk, Dizlik
Cilt ve Vücut Koruyucular	Koruyucu Önlük, Cankurtaran Yeleği, Emniyet Kemeri
Solunum Sistemi Koruyucuları	Solunum Cihazları, Gaz ve Toz Maskeleri, Dalgıç Donanımları, Yangın Maskeleri

Environmental Health & Safety New York University tarafından geliştirilen "OSHA Kişisel Koruyucu Ekipman Standardı" yıllık eğitiminde Çalışma İstatistikleri Dairesince sunulan aşağıdaki bilgiler verilmektedir [12].

- Kafa travması geçiren işçilerin yalnızca %16'sı baret takmıştır
- Yüz yaralanması geçiren yaklaşık 770 işçinin yalnızca %1'i yüz maskesi takmıştır
- Ayak yaralanması olan işçilerin yalnızca %23'ü güvenlik ayakkabısı veya botu giymiştir
- Göz yaralanması olan çalışanların yaklaşık %40'ı göz koruyucu ekipman kullanmıştır.

Çalışanlar, çeşitli nedenlerden dolayı kişisel koruyucu ekipman kullanımına yeterli özeni göstermeyebilmektedir. Sehsah ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, KKE kullanılmaması ile ilgili nedenler arasında "rahatsız edici bulunması" faktörünün ilk sırada yer aldığını tespit etmiştir. Görsel 1'de tüm sebepler yüzdeliklerine göre büyükten küçüğe sıralanmıştır [13]. Yine aynı çalışmada, çalışanların sadece %59,4'ünün işleri sırasında KKE kullandığı belirtilmiştir. En sık kullanılan KKE'lerin sırasıyla maske/solunum cihazı (%48,7), kulak tıkacı (%35,1), eldiven (%33,3), kask (%29,4) ve gözlük (%29,4) olduğu tespit edilmiştir.



Görsel 1. Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanılmama Nedenleri

KKE kullanımı konusunda uygun ekipmanın seçiminden, çalışanların eğitilmesi, bilinçlendirilmesi ve denetlenmesine kadar işveren ve İSG uzmanlarına çeşitli görevler düşmektedir. Çalışanların işe özel KKE kullanımını sağlamak üzere son yıllarda geliştirilen yapay zekâ destekli görüntü işleme teknolojisinden yararlanılması güncel bir konu haline gelmiştir. Bu teknoloji yardımıyla KKE kullanılmasında süreklilik ve çalışanların iş kazalarından etkilenmemesi sağlanabilecektir.

3. GÖRÜNTÜ İŞLEME VE NESNE TESPİTİ

Görüntü işleme, kameralar veya sensörler aracılığıyla alınan görüntüleri analiz eden ve bu analiz sonuçlarına dayalı olarak bilgi üreten bir bilgisayar teknolojisidir [14]. Yapay zekâ ve derin öğrenme tabanlı ileri algoritmalar kullanılarak görüntüler üzerinde işleme, değiştirme ve iyileştirme yapılabilmektedir. Elde edilen sonuçlar analiz edilerek iş kazalarını azaltmak için riskli davranışların tespit edilmesi, önleyici tedbirlerin alınması, risk analizi ve değerlendirmesi için veri sağlanması, çalışanların eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi, çalışma ortamlarının iyileştirilmesi gibi önceliklere çözüm sağlanabilmektedir.

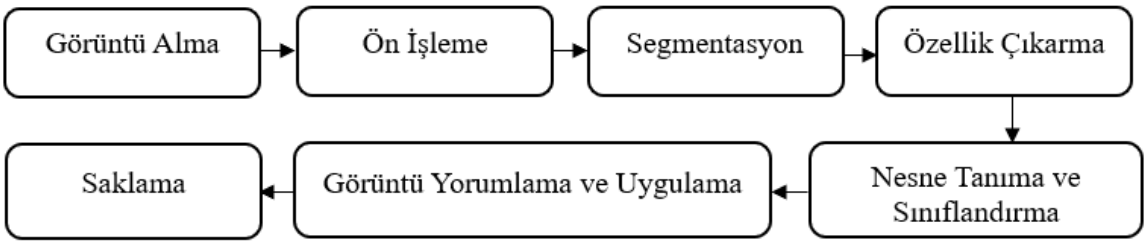
İSG alanında görüntü işleme teknolojisinin kullanıldığı uygulamalardan bazıları aşağıda sıralanmıştır [15].

- İş güvenliği riski bulunan alanlarda insan, nesne ve hareket algılama
- İş güvenliği riski tespit edilen makinelerin çalışmasının durdurulması
- Çalışanların KKE kullanımının denetlenmesi
- Çalışanların işlemler esnasındaki ergonomi analizlerinin yapılması
- Parçaların makineye bağlantısında uygunluk kontrolünün yapılması
- Yangın gibi durumların otomatik tespiti

Bu uygulamalar, iş yerlerindeki tehlikelerin önceden belirlemesi sayesinde iş kazalarının azaltılmasına ve çalışanların tehlikelerden korunmasına yardım ederek iş güvenliği standartlarının yükseltilmesinde önemli bir rol oynar. Veri tabanlı analizler, hızlı tepki mekanizmaları ve önleyici özellikler sayesinde, iş yerlerindeki güvenlik önlemlerinin etkinliğini artırır ve çalışanların sağlığının/güvenliğinin korunmasına yardım eder.

İSG'nin sağlanması için yapılan bu uygulamalarda, görüntü işlemenin yüksek doğrulukta sonuçlara ulaşabilmesi, çok sayıda görsel verinin kullanımına bağlı gerçekleşmektedir. Görüntü işleme uygulama adımları Görsel 2'de belirtilmiştir [16].

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

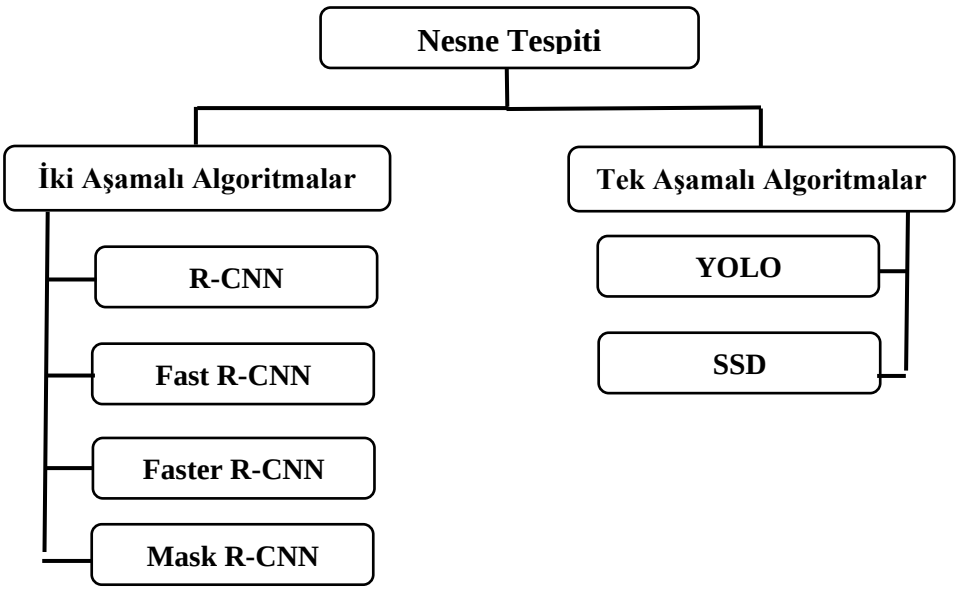


Görsel 2. Görüntü işleme adımları

- Görüntü alma: Görüntü işleme sürecinin ilk adımıdır ve çeşitli kaynaklardan optik veya elektronik cihazlar aracılığıyla görüntülerin elde edilmesidir.
- Ön işleme: Elde edilen görüntülerin kalitesini artırmak ve işleme uygun hale getirmek için uygulanan adımlardır. Gürültü azaltma, kontrast ayarlama, boyutlandırma ve normalizasyon, kenar tespiti veya iyileştirme, renk uzayı dönüşümleri ön işleme adımları arasında bulunmaktadır. Bu adımlar, görüntünün işleme tabi tutulmadan önceki hazırlık aşamasını oluşturur ve görüntüdeki istenmeyen bileşenleri azaltarak sonraki işlem adımlarının daha etkin olmasını ve önemli bilgilerin korunmasını sağlar.
- Segmentasyon: Bir görüntüdeki belirli nesneleri veya bölgeleri tanımlamak için yapılan işlemlerin genel adıdır. Görüntüdeki nesnelerin veya yapıların sınırlarını ve bu bölgeler arasındaki farklılıkları belirlemek için kullanılır. Segmentasyon genellikle eşikleme, bölütleme, kenar tespiti ve bölgesel büyütme gibi yöntemlerle gerçekleştirilir. Bu yöntemler, elde edilen bilgilerin daha anlamlı ve işlenebilir hale getirilmesini sağlar.
- Özellik çıkarma: Görüntüdeki çizgiler, köşeler veya dokular gibi önemli özelliklerin tanımlanmasıdır. Kenar belirleme, köşe veya nokta belirleme, renk özellikleri, yapısal özellikler ve histogramlar gibi adımları içerebilir.
- Nesne tanıma ve sınıflandırma: Bir görüntüdeki nesneleri belirlemek ve tanımak için görüntüye çeşitli algoritmaların uygulanmasıdır.
- Görüntü Yorumlama ve Uygulama: Elde edilen sonuçların anlamlı hale getirilmesi ve kullanılabilir bilgiye dönüştürülmesi ile çeşitli uygulamalarda kullanıldığı aşamadır.
- Saklama: İşlenmiş görüntü ve analiz sonuçlarının ileride başvurmak veya kullanmak üzere kaydedilmesidir.

Görüntü işleme teknolojisi, derin öğrenme tabanlı algoritmaları kullanarak nesne tespit ve takip işlemlerini gerçekleştirmektir. Nesne tespiti, dijital görüntülerde ve videolarda belirli bir sınıfa ait anlamsal nesneleri algılayan, nesnelerin yerini ve türünü tespit etmeyi sağlayan yapay zekâ teknolojisidir [17][18]. Nesne tespitinde çoğunlukla Evrişimli Sinir Ağı (Convolutional Neural Network - CNN) tabanlı nesne tespit algoritmaları kullanılmaktadır. CNN, resim ve video işleme için geliştirilen bir derin öğrenme ağ çeşididir. CNN tabanlı nesne tespit

algoritmaları tek aşamalı ve iki aşamalı modellerden meydana gelmektedir. Görsel 3'te nesne tespit ve takibinde kullanılan CNN tabanlı algoritmalar yer almaktadır.



Görsel 3. Tek aşamalı ve iki aşamalı nesne tespiti algoritmaları

Tek aşamalı nesne tespit algoritmaları, görüntülerdeki nesnelerin varlığı ve konumu hakkında tahminlerde bulunmak için tüm görüntüyü tek seferde işleyerek nesne tanıma işlemini verimli bir şekilde gerçekleştirir. Bu tür algoritmalar, nesneleri gerçek zamanlı ve hızlı bir şekilde tespit etmek için kullanılabilmektedir.

İki aşamalı nesne tespit algoritmaları ise, nesneleri tespit etmek için iki ayrı aşama kullanır. İlk aşamada, görüntüde nesne bulunan bölgeleri belirlemek için potansiyel nesne bölgesi önerilerinde bulunulur. İkinci aşamada, her bir bölge önerisi bir nesne tespiti modeline veya sınıflandırıcıya iletilir. Bu şekilde nesnenin konumu ve sınıfı tespit edilebilir. İki aşamalı algılayıcılar, özellikle karmaşık ve özelleştirilmiş nesnelerin tespiti ve sınıflandırma görevlerinde kullanılır [19].

Nesne tespit algoritmaları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- R-CNN: Nesne tespiti için kullanılan bölge tabanlı bir derin öğrenme modelidir. Görüntüyü böler, her bölgeyi analiz eder ve ardından özellikleri çıkararak nesneleri tanımlar.
- Mask R-CNN: Nesne tespiti ve aynı zamanda piksel bazında kesin nesne bölgesi segmentasyonu sağlayan bir derin öğrenme modelidir.
- Fast R-CNN: Nesne tespiti için bölge tabanlı bir derin öğrenme modelidir ve bölge önerilerini daha verimli bir şekilde işlediği için R-CNN modellerine kıyasla daha hızlı çalışabilen bir yapıya sahiptir.

- Faster R-CNN: Bölge önerilerini ayrı bir ağ (region proposal network) kullanarak daha verimli bir şekilde üreten derin öğrenme modelidir.
- YOLO (You Only Look Once): Nesne tespiti için kullanılan görüntüyü tek bir geçişte analiz ederek nesneleri tespit eden ve sınıflandıran, gerçek zamanlı uygulamalarda etkili performans sağlayan bir derin öğrenme modelidir.
- SSD (Single Shot Multibox Detector): Nesne tespitinde görüntüyü tek seferde işleyen ve farklı ölçeklerdeki nesneleri tespit etmek için çoklu ölçekli özellik haritalarını kullanan bir derin öğrenme modelidir.

Görüntü işleme teknolojisi kullanılarak nesne tespiti yapılan çalışmalarda; model eğitim ve test aşamalarından geçtikten sonra elde edilen sonuçlar, model performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Performans değerlendirmede kullanıllan metrikler doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall), F1 puanı, genel ortalam kesinlik değeri (Mean Average Precision - mAP) ve karışıklık matrisi (confusion matrix)'dir [20].

- Confussion matrix: Bir sınıflandırma probleminde gerçekleşen ve tahmin edilen değerleri göstermektedir. Her bir sınıf için gerçek ve yanlış pozitif ve negatif etiket sayısını görüntüleyerek modelin etkinliğini özetleyen ve modelin değerlendirilmesi için kullanılan bir tablodur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Karışıklık matrisi

	Tahmin edilen (Predicted) Pozitif	Tahmin edilen (Predicted) Negatif
Gerçekleşen (Actual) Pozitif	True Positive (TP)	False Negative (FN)
Gerçekleşen (Actual) Negatif	False Positive (FP)	True Negative (TN)

- Doğruluk (Accuracy): Modelde doğru tahmin edilen alanların tüm tahminlere oranı ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Doğruluk} = (TP + TN) / (TP + FP + TN + FN)$$

- Kesinlik (Precision): Modelin pozitif algıladığı tahminlerin, gerçekte ne kadarının doğru tahmin edildiğini gösteren oranıdır.

$$\text{Kesinlik} = TP / (TP + FP)$$

- Duyarlılık (Recall): Tüm gerçek nesneler arasında pozitif olarak tahmin edilmesi gereken işlemlerin ne kadarının pozitif tahmin edildiğini belirler.

$$\text{Duyarlılık} = TP / (TP + FN)$$

- Genel Ortalama Kesinlik Değeri (Mean Average Precision - mAP): Nesne tespitinde kullanılan yaygın bir değerlendirme ölçüsüdür ve her sınıf için ortalama hassasiyeti

hesaplayarak tüm sınıflardaki sonuçların ortalamasını alır. Daha yüksek bir mAP daha iyi performans bir demektir.

- F1 puanı: Kesinlik ve Duyarlılık değerlerinin harmonik ortalamasıdır ve 0'dan 1'e kadar değişir.

$$\text{F1 puanı} = 2 * ((\text{Precision} * \text{Recall})) / ((\text{Precision} + \text{Recall}))$$

Model değerlendirmesi sırasında elde edilen bu sonuçlardan yararlanarak en yüksek doğruluk oranı ve başarıya ulaşan model seçilir.

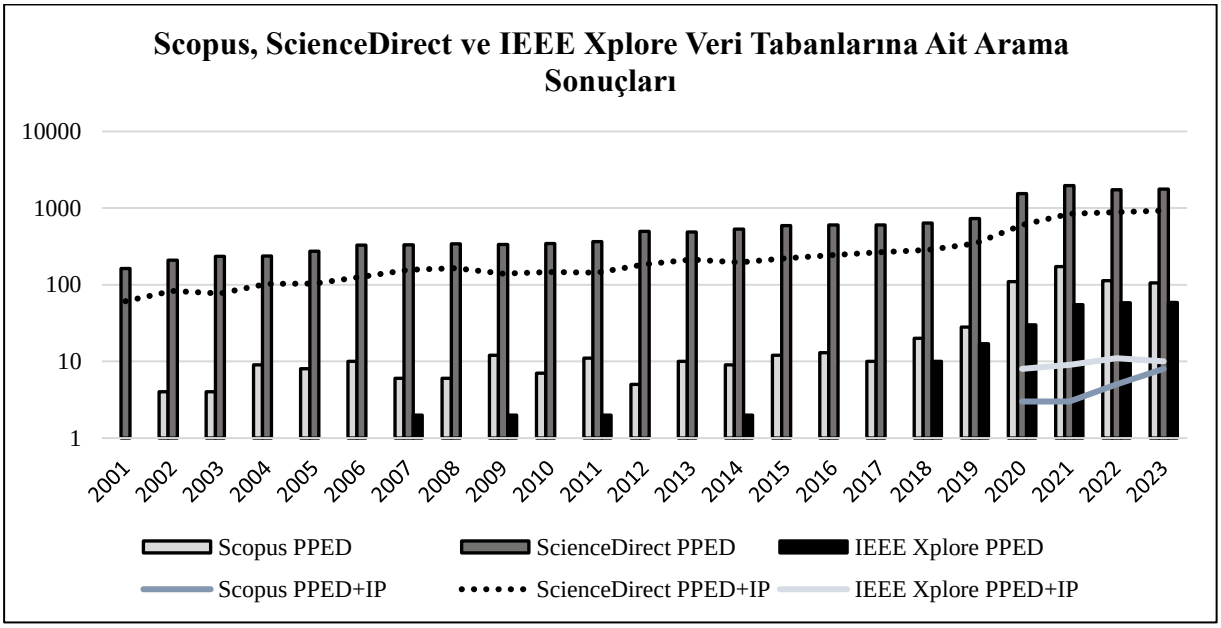
4. KKE TESPİTİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEMENİN KULLANILDIĞI ÇALIŞMALAR

Scopus, IEEE Xplore ve ScienceDirect veri tabanlarında başlık, özet ve anahtar kelimelerde olmak üzere "Kişisel Koruyucu Ekipman Tespiti (Personal Protective Equipment Detection - PPED)" ve "Görüntü İşleme (Image Processing - IP)" kelimeleri seçilerek literatür taraması yapılmıştır. Çizelge 5'de sayısal sonuçlar görülmektedir.

Çizelge 5. Literatür Taraması

Veri Tabanı	Makale Başlığı, Özet, Anahtar Kelime	
	PPED	PPED+IP
Scopus	687	22
ScienceDirect	14.854	6.519
IEEE Xplore	239	39

KKE tespitinin güncel ve ilgi çeken bir konu olduğu Görsel 4'deki yıllara göre arama sonuçlarından anlaşılmaktadır. Özellikle yapay zekâ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte KKE tespitinde görüntü işlemenin kullanımı son yıllarda ciddi oranda artış göstermiştir.



Görsel 4. Veri Tabanlarına Göre Arama Sonuçları

Konuyla ilgili çalışmalar incelendiğinde, derin öğrenme tabanlı görüntü işleme teknolojisi kullanılmadan önceki bazı çalışmalarda sensörler ve algoritmalardan yararlanıldığı ve öznitelik çıkarma işlemi için Discrete Cosine Transform (DCT), Histogram of Oriented Gradients (HOG), Local Binary Pattern (LBP) ve sınıflandırma performanslarını değerlendirmek için Support Vector Machine (SVM) gibi yöntemlerin kullanıldığı tespit edilmiştir [21][22].

Derin öğrenme tabanlı algoritmalar kullanılarak görüntü işleme yöntemleriyle yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermiş ve yüksek doğruluk oranlarına ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Literatür taramasında belirlenen çalışmalardan örnekler Çizelge 4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4. Literatürden örnek çalışmalar

YAZAR	PROBLEM TANIMI	ÖRNEK SAYISI	YÖNTEMLER	SONUÇLAR
Korkmaz A., Ağdaş M. T. (2023) [23]	Derin öğrenme tabanlı otomatik kask algılama sistemi geliştirilmesi	16.867	YOLOv8	%96,9 mAP50
Wang Z. et al. (2023) [24]	Tünel inşaat sahalarında KKE tespiti	17.691	Geliştirilmiş YOLOX	Baret %90,33, İnsan %87,03 Yelek %82,12 -%86,94 mAP, 22 FPS
Pandey A. et al. (2023) [25]	Otomatik yüz maskesi algılama sistemi	1.339	CNN, geliştirilmiş MTCNN modeli	MTCNN %99,76 doğruluk - CNN %97,25 doğruluk
Ahmed M. I. B. et al. (2023) [26]	KKE tespiti	1.699	Faster R-CNN, YOLOv5	Faster R-CNN %96 mAP YOLOv5 %63,9 mAP
Nugraha K. O. P. P., Rifai A. P. (2023) [27]	Üretim laboratuvarında KKE tespiti	11.579	YOLOv4, YOLOv5	YOLOv4 %84,4 mAP YOLOv5 %88.6 mAP
Azizan M. A., Zaini N. (2023) [28]	Laboratuvarlarda kıyafet kuralı ihlallerinin tespit edilmesi	6.248	Mobilenetv2, YOLOv3	Maske %81 doğruluk laboratuvar önlüğü %92 doğruluk
Mathur S., Jain T. (2023) [29]	KKE'lerin segmentlere ayrılması	1.138	Resnet-101 Mask-RCNN	%73,01 mAP
Ji X. et al. (2023) [30]	Açık deniz sondaj platformunda KKE tespiti	10.000	YOLOv4 tabanlı RFA-YOLO	%93,1 doğruluk - 13 FPS
Lee Y. et al.(2023) [31]	İnşaat sahalarında KKE kullanımının tespiti	1.288	YOLACT	%91,3 doğruluk
Thakur D. et al. (2023) [20]	Güvenlik değerlendirmesi için kask ve yelek tespit sistemi	700	YOLOv8s	%99,5 doğruluk

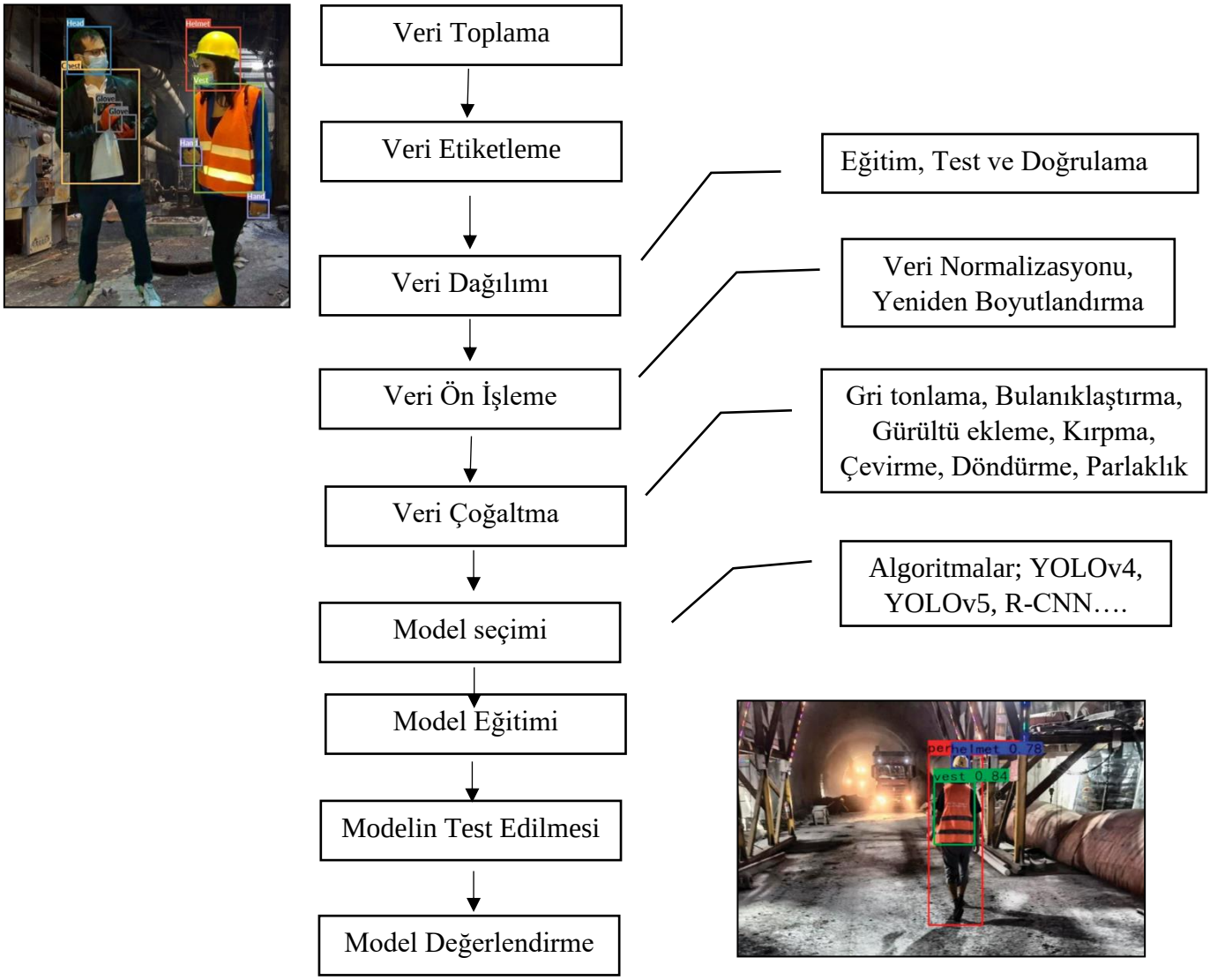
YAZAR	PROBLEM TANIMI	ÖRNEK SAYISI	YÖNTEMLER	SONUÇLAR
Gallo G. et al. (2022) [32]	Endüstriyel ortamlarda KKE tespiti	7.283	YOLOv4, YOLOv4-TİNY, SSD Mobilenet V2, Centernet RESNET50 V2, EFİCCİENTDET	YOLOv4 için AP değerleri kafa %96,7, baret %98,3, yelek %88,5
Zhang Q. et al. (2022) [33]	Tıbbi personelin otomatik KKE tespiti	5.233	MSPPE-YOLOv4	%84,14 doğruluk - %90,75 F1
Saxena M., Jha S. K. (2022) [34]	Yüz maskesi tespiti	11.792	CNN	Test doğruluğu %99,5
Wu B. et al. (2022) [35]	Tıbbi KKE tespiti	5.000	ME-YOLO	%97,2 mAP - 53 FPS
Reyes R.C. et al. (2022) [36]	Güvenlik donanımı uyumluluğunun tespiti	300	YOLOv3	%92,99 F1
Başaran G., Çağıl G. (2021) [37]	Koruyucu gözlük kullanımının tespit edilmesi	800	YOLOv4	%96 doğruluk, mAP değeri 0,989
Udatewar P. et al. (2021) [38]	KKE kiti tespiti	1.488	Mobilenet SSD ve YOLOV5	%40,9 mAP
Militante S. V. et al. (2021) [39]	Yüz maskesi sınıflandırma	4.000	Mobilenet	Eğitim doğruluğu %94,5 test doğruluğu %100
Khan S. et al. (2021) [40]	Yüz maskesi tespiti	1.500	CNN (Adam ve RMSPROP optimizer)	RMSPROP - %92,3 doğruluk Adam - %85,1 doğruluk
Wang Z. et al. (2021) [41]	Gerçek inşaat sahalarında hızlı KKE tespiti	1.330	YOLOv3, YOLOv4, YOLOv5 (s,m,l,x)	YOLOv5X %86.55 mAP YOLOv5S 52 FPS
Bhing N. W., Sebastian P. (2021) [42]	Canlı kamera ile kişisel koruyucu ekipman tespiti	1.300	YOLOv5	%84,5 doğruluk

Tang S. et al. (2020) [43]	Güvenlik denetimi için otomatik insan-nesne etkileşimi tanıma	4.565	Faster R-CNN	İşçi %89,4 - Baret %93,6 Güvenlik rengi - %82,8
Casuat C. D. et al.(2020) [44]	İş güvenliğinin sağlanması için baret tespiti	–	Yolov3	Ort. değerlendirme doğruluğu %79,24 En yüksek model doğruluğu %86,89
Nath N. D., Behzadan A. H. (2020) [45]	İnşaat sahalarında güvenlik için KKE tespiti	3.309	PRID model	KKE %90 doğruluk Renk %77 doğruluk
Souto Maior C. B. et al. (2018) [46]	Endüstriyel videolardan otomatik KKE tespiti	731	YOLO	10-30 sn. Kask tespiti

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

5. KKE TESPİTİNDE GÖRÜNTÜ İŞLEME METODOLOJİSİ

KKE tespitinde görüntü işlemeden yararlanmak için öncelikle çok sayıda veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Veriler, kameralar veya sensörler aracılığıyla elde edilen kaliteli görüntüler içermelidir. Görsel 5'te görüntü işleme ile KKE tespit metedolojisi yer almaktadır.



Görsel 5. KKE Tespitinde Görüntü İşleme Metodolojisi

Görüntü işleme yöntemleri ile eğitilen modeller yüksek doğruluk oranlarına ulaşmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlar çalışma ortamlarında gerçek zamanlı tespitlerde kullanıma uygun hale getirilerek saklanmaktadır. Bu teknoloji sayesinde KKE kullanımında sürekliliği sağlamak adına önemli bir adım atılmıştır.

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Günümüzün rekabetçi üretim ortamında, kalite ve verimliliğin artmasında, iş yerlerindeki kazaların en aza indirilerek iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması önemli bir rol oynamaktadır. İş kazalarının azaltılmasında personelin koruyucu kıyafet giymesi ve bu konuda sürekliliğin sağlanması gerekmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle bir çok alanda kullanılan görüntü işleme KKE kullanımının tespit edilmesinde de yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Bu alanda yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu inşaat sahalarında çalışan kişilerin KKE giymesini sürekli hale getirebilmek amacıyla görüntü işleme yöntemlerinden yararlanmaktadır. Çalışmalar incelendiğinde en sık kullanılan görüntü işleme algoritmaları arasında sırasıyla YOLO, Faster R-CNN ve MobileNet derin öğrenme algoritmalarının yer aldığı tespit edilmiştir. Başarılı sonuçlar elde edilen bu çalışmalarda yüksek doğruluk oranlarına ulaşılmıştır. Çalışmaların başarılı sonuçlara ulaşması için veri kalitesi, veri büyüklüğü, kamera konumu, uzaklık ve aydınlatma koşulları önemlidir. Çalışmalarda, veri sayısının artırılması ve modelin daha fazla eğitilmesiyle modelin algılama doğruluğunun artırılabildiği gözlemlenmiştir. Bazı çalışmalarda ise, görüntü işleme yöntemi ile KKE kullanmayan kişiler tespit edildiğinde haber veren uyarı sistemleri geliştirildiği görülmektedir.

Otomatik hale getirilen sistemlerde sürekli takip ve kontrol sağlanabilirken çeşitli risklerin önüne de geçilebilmektedir. Aynı zamanda otomatik sistemlerden elde edilen düzenli veriler toplanıp İSG performansının ve gelişiminin izlenmesine katkı sağlayabilmektedir. Böylece elde edilen verilerle performansın izlenmesi ve hızlı önlem alarak sorunların büyümeden çözülebilmesini sağlayan etkin kayıt ve takip sistemleri geliştirilebilmektedir.

Bunlara ilaveten, uyarı sistemleri geliştirilerek çalışanların ne kadar süreyle KKE'siz kaldığına, kaç çalışanın KKE'yi takmadığına, günde kaç kez uyarı alındığına dair bilgilere kolayca ulaşılabilir. Böylece model tarafından sağlanan bilgi ve istatistikler yöneticilere, çalışanları uyarma ve bilgilendirme konusunda yardım edebilir ve güvenlik konusunda önemli bir gelişme sağlanır.

Bu teknoloji daha da genişletilerek KKE dışındaki diğer tehlikeli durumları önlemek için de uygulanabilir. Örneğin yangın gibi durumlar tespit edilerek büyük bir kazanın önüne geçilebilir. Çalışanların tehlikeli bölgelere yaklaşıp yaklaşmadığına veya fabrika gibi ortamlarda iş makinelerinin devrilme, çarpma gibi durumlarının engellemesinde uyarılar oluşturularak çalışanların korunması sağlanabilir.

Bu tespitin otomatik olarak gerçekleştirilmesi ve sürekli insan müdahalesi gerektirmemesi güvenlik açısından faydalı sonuçlar getirir. Güvenlik kameraları ve sensörler aracılığıyla KKE kullanımının gerçek zamanlı tespit edilmesi, kazaların önlenmesi ve endüstrilerin güvenlik izleme sisteminde iyileştirme sağlanmasına yardım eder. Bu teknoloji, iş yerlerindeki güvenlik kültürünün gelişimine de katkı sağlayarak, iş kazalarının önlenmesinde büyük bir rol oynar.

KAYNAKÇA

[1] https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/IsSagligiGuvenligiCalismaGrubu Raporu.pdf (Erişim tarihi: 05.02.2024)

[2] https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249278/lang--en/index.htm (Erişim tarihi: 05.02.2024)

[3] https://www.csgb.gov.tr/isgum/contents/baskanlik/tarihce (Erişim tarihi: 05.02.2024)

[4] https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6331.pdf (Erişim tarihi: 05.02.2024)

[5] https://azure.microsoft.com/tr-tr/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-computer-vision#nesne-sınıflandırması (Erişim tarihi: 05.02.2024)

[6]https://amasyaisg.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_04/18113338_temel_yy_sayliyi_ve_guvenlyyy.pdf (Erişim tarihi: 05.02.2024)

[7] https://www.emo.org.tr/ekler/85fb709d903323f_ek.pdf (Erişim tarihi: 01.01.2024)

[8] https://www.cottgroup.com/tr/blog/calisma-hayati/item/is-kazasi-nedir-is-kazasi-sayilan-haller-nelerdir (Erişim tarihi: 05.02.2024)

[9] F. Yilmaz, O. Tan, "Bir İnşaat Şantiyesinde İş Kazalarinin Neden Olduğu İş Günü Kayiplarinin İşverene Maliyetinin Belirlenmesi", Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi(14). ss.143- 156, 2015.

[10]https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18540&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 (Erişim tarihi: 01.01.2024)

[11] https://guvenlitarim.csgb.gov.tr/media/4q4ncxmj/kişisel-koruyucu-donanımlarda-ce-uygunluk-işareti.pdf (Erişim tarihi: 31.12.2023)

[12]https://www.nyu.edu/content/dam/nyu/environmentalHealthSafety/documents/PPE_Packet_FY06.PDF (Erişim tarihi: 01.01.2024)

[13] Sehsah, R., El-Gilany, A.H., Ibrahim, A.M., Personal protective equipment (PPE) use and its relation to accidents among construction workers, Med Lav., Aug., 31, 8, 2020.

[14] https://metarob.com.tr/you-must-try-20-secret-of-digital-transform/ (Erişim tarihi: 01.01.2024)

[15] https://akillikobi.org.tr/goruntu-isleme-ve-yapay-zeka-projelerinin-anahtar-teslim-uygulanmasi/ (Erişim tarihi: 05.01.2024)

[16] https://bulutistan.com/blog/goruntu-isleme/ (Erişim tarihi: 05.01.2024)

[17] https://tr.wikipedia.org/wiki/Nesne_tespiti (Erişim tarihi: 05.01.2024)

[18] https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/pictoblox-ile-goruntudeki-nesneleri-tespit-edelim (Erişim tarihi: 05.01.2024)

[19] http://www.gunaytemur.com/d_2024/na_hafta_4.pdf (Erişim tarihi: 05.01.2024)

[20] Thakur, D., Pal, P., Jadhav, A., Kable, N., V, B., Deshpande, S., YOLOv8- Based Helmet and Vest Detection System for Safety Assessment, 2023 International Conference on Network, Multimedia and Information Technology (NMITCON), 1-10, Bengaluru, 2023.

[21] Hatipoglu, O., Hocaoglu, A. K., Detection of personal protective equipment, 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), İzmir, 2018.

[22] Jinlei, H., Xiaobin, L., Cunhai, L., Junhuang, Z., Guichang, L., Yunqing, F., Protective Clothing Detection of Substation Workers Using S-HOG+C Operator, 2018 International Conference on Power System Technology (POWERCON), 4181-4185, 2018.

[23] Korkmaz, A., Ağdaş, M. T., Deep Learning-Based Automatic Helmet Detection System in Construction Site Cameras, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, September, 2023.

[24] Wang, Z., Cai, Z., Wu, Y., An improved YOLOX approach for low-light and small object detection: PPE on tunnel construction sites, Journal of Computational Design and Engineering, June, 2023.

[25] Pandey, A., et al., An Automated Face Mask Detection System using Deep CNN on AWS Cloud Infrastructure, 2023 4th International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC), 648-655, Coimbatore, 2023.

[26] Ahmed, M. I. B., et al., Personal Protective Equipment Detection: A Deep-Learning-Based Sustainable Approach, Sustainability, Sep., 20, 2023.

[27] Nugraha, K. O. P. P., Rifai, A. P., Convolutional Neural Network for Identification of Personal Protective Equipment Usage Compliance in Manufacturing Laboratory, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, June, 30, 2023.

[28] Azizan, M. A., Zaini, N., "Video Analysis to Detect Dress Code Violations in Laboratories," 2023 IEEE Symposium on Industrial Electronics & Applications (ISIEA), Kuala Lumpur, Malaysia, 2023, pp. 1-6.

[29] Mathur, S., Jain, T., Segmenting Personal Protective Equipment Using Mask R-CNN, 2023 11th International Conference on Internet of Everything, Microwave Engineering, Communication and Networks (IEMECON), 1-6, Jaipur, 2023.

[30] Ji, X., Gong, F., Yuan, X., Wang, N., A high-performance framework for personal protective equipment detection on the offshore drilling platform, Complex & Intelligent Systems, March, 2023.

[31] Lee, Y., Jung, S., Kang, K., Ryu H., Ryu, H., Deep learning-based framework for monitoring wearing personal protective equipment on construction sites, Journal of Computational Design and Engineering, April, 2023.

[32] Gallo, G., Rienzo, F. D., Garzelli, F., Ducange P., Vallati, C., A Smart System for Personal Protective Equipment Detection in Industrial Environments Based on Deep Learning at the Edge, IEEE Access, Oct., 19, 2022.

[33] Zhang, Q., et al., An Automated Detection Approach of Protective Equipment Donning for Medical Staff under COVID-19 Using Deep Learning, CMES-Computer Modeling in Engineering & Sciences, Jun, 27, 2022.

[34] Saxena, M., Jha, S. K., An Improved Procedure for Face Mask Detection using Convolution Neural Network, 2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA), 316-320, Chiangrai, 2022.

[35] Wu, B., Pang, C., Zeng, X., Hu, X., ME-YOLO: Improved YOLOv5 for Detecting Medical Personal Protective Equipment. Appl. Sci., 2022.

[36] Reyes, R. C., et al., Safety Gear Compliance Detection Using Data Augmentation-Assisted Transfer Learning in Construction Work Environment, 2022 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT), 1-6, Bangalore, 2022.

[37] Başaran, G., Çağıl, G., Koruyucu Gözlük Kullanımının Görüntü İşleme Yöntemiyle Tespit Edilmesi, El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, Nov., 19, 2021.

[38] Udatewar, P., et al., Personal Protective Equipment Kit Detection using Yolo v5 and TensorFlow, 2021 International Conference on Smart Generation Computing, Communication and Networking (SMART GENCON), 1-8, Pune, 2021.

[39] Militante, S. V., et al., Deep Learning Application of Automated Facemask Classification and Physical-Distancing Detection, 2021 Fourth International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE), 1-5, Surabaya, 2021.

[40] Khan, S., et al., Face Mask Detection from Live-Stream Surveillance Video using Convolutional Neural Network, 2021 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA), 62-66, Sakheer, Bahrain, 2021.

[41] Wang, Z., et al., Fast Personal Protective Equipment Detection for Real Construction Sites Using Deep Learning Approaches, Sensors, May., 17, 2021.

[42] Bhing N. W., Sebastian, P., Personal Protective Equipment Detection with Live Camera, 2021 IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications (ICSIPA), 221-22, Kuala Terengganu, Malaysia, 2021.

[43] Tang, S., Roberts, D., Golparvar-Fard, M., Human-object interaction recognition for automatic construction site safety inspection, Automation in Construction, Dec., 2020.

[44] Casuat, C. D., et al., Deep-Hart: An Inference Deep Learning Approach of Hard Hat Detection for Work Safety and Surveillance, 2020 IEEE 7th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS), 1-4, Kuala Lumpur, 2020.

[45] Nath, N. D., Behzadan, A. H., Paal, S. G., Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment, Automation in Construction, April, 2020.

[46] Caio, S. M., et al., Personal protective equipment detection in industrial facilities using camera video streaming, Safety and Reliability-Safe Societies in a Changing World, June, 2018.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

MDF VE BALSA DOLGUSUNUN CAM ELYAF TAKVİYELİ SANDVİÇ KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞINA ETKİSİ

Arş. Gör. Dr. Gökhan DEMİRCAN

Makine Mühendisliği Bölümü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye

gdemircan@harran.edu.tr - 0000-0002-9579-6878

ÖZET

Fiber takviyeli kompozit sandviç yapılar, başta havacılık, denizcilik, otomotiv ve inşaat mühendisliği olmak üzere çeşitli mühendislik uygulamalarında kullanılan ileri düzey malzemelerdir. Bu yapılar tipik olarak hafif bir çekirdek malzemeyle ayrılan iki yüzey kaplamadan oluşur. Bu çalışmada çekirdek malzeme olarak MDF ve Balsa kullanımının cam elyaf takviyeli sandviç kompozitin eğilme davranışına etkisi incelenmiştir. Sandviç kompozitler Vakum Destekli Reçine İnfüzyon (VARIM) yöntemi ile üretilmiş ve ardından 3 nokta eğilme testlerine maruz bırakılmıştır. Sonuç olarak MDF kompozitte eğilme gerilmesi 159,306 MPa olarak tespit edilmişken Balsa kompozitte eğilme gerilmesi 48,1918 MPa olarak tespit edilmiştir. Ayrıca birim şekil değiştirme değerlerine bakıldığında MDF kompozit için elde edilen ortalama strain değeri %0,75 iken Balsa kompozit için elde edilen ortalama strain değeri %1,38 çıkmıştır.
Anahtar Kelimeler: Sandviç Kompozit, Cam Elyaf, MDF, Balsa, Eğilme Testi

1. GİRİŞ

Elyaf takviyeli polimer kompozitler, olağanüstü mekanik özellikleri, hafif yapıları, korozyon dirençleri ve tasarım esneklikleri nedeniyle çeşitli endüstriyel alanda büyük ilgi görmektedir [1-3]. Bu malzemeler, karbon, cam veya aramid gibi yüksek mukavemetli elyaflarla güçlendirilmiş epoksi reçine gibi bir matris malzemeden oluşur [3-6]. Bu bileşenlerin kombinasyonu, metaller veya plastikler gibi geleneksel malzemelerle karşılaştırıldığında üstün güç-ağırlık oranları sergileyen bir kompozit malzeme ortaya çıkarır. Elyaf Takviyeli Kompozit Sandviç Yapılar ise elyaf takviyeli kompozit malzemelerden yapılmış iki dış yüzey tabakasından ve sertlik ve mukavemet sağlayan, tipik olarak hafif ve düşük yoğunluklu bir iç çekirdek malzemeden oluşan çok katmanlı malzemelerdir [7, 8]. Yüzey tabakaları genellikle yapıştırıcılar kullanılarak çekirdeğe bağlanır ve bu da sandviç benzeri bir konfigürasyonla sonuçlanır. Fiber takviyesi yüksek mukavemet ve sertlik sağlarken, çekirdek malzemesi yapısal bütünlüğü geliştirerek termal ve akustik yalıtım özellikleri sağlar.

Cam elyaf takviyeli polimer kompozitler (GFRP), cam elyaflarla güçlendirilmiş bir polimer matristen oluşan malzemelerdir [9, 10]. Tipik olarak epoksi, polyester veya vinil ester reçinesi olan polimer matris, malzemeye şeklini ve yapısını sağlarken, cam elyafları kompozite güç, sertlik ve dayanıklılık kazandırarak takviye görevi görür. GFRP kompozitlerin yaygın bir uygulaması, iki ince GFRP kompozit kabuğunun köpük veya bal peteği gibi çekirdek malzemeye bağlandığı sandviç yapılardır. Bu sandviç konfigürasyonu yüksek bir güç-ağırlık oranı, mükemmel sertlik ve darbe direnci sunar [11]. Cam elyaf takviyeli kaplamalar yapısal bütünlük ve koruma sağlarken, çekirdek malzeme sağlamlık ve ısı yalıtımı sağlar. Sandviç kompozitler, değişen yüklere ve çevre koşullarına dayanmak için hafif, dayanıklı malzemelerin gerekli olduğu havacılık, otomotiv, denizcilik ve inşaat endüstrilerinde yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Orta Yoğunluklu Fiber Levha (MDF) plakalar ve balsa ahşap yapılar, benzersiz mekanik ve yapısal özelliklerinden dolayı sandviç kompozit yapılarda çekirdek malzemeler olarak sıklıkla kullanılmaktadırlar. Yüksek basınç ve sıcaklık altında reçinelerle birleştirilen ağaç liflerinden üretilen MDF levhalar, sandviç kompozitlerde birçok avantaj sunmaktadır [12, 13]. MDF, düzgün yoğunluk dağılımı ve izotropik mekanik özellikler sağlayarak yükleme koşulları altında öngörülebilir davranış sergiler. Bu özellik sandviç yapıların analizini ve tasarımını kolaylaştırır. MDF mükemmel boyutsal stabiliteye ve nem direncine sahiptir ve çevresel faktörlerden kaynaklanan boyutsal değişiklik riskini azaltır [14]. Ayrıca kolaylıkla temin edilebilir, uygun maliyetlidir ve özel tasarım gereksinimlerini karşılamak üzere kolayca işlenebilir veya şekillendirilebilir. Bu özellikler MDF'yi mobilya, otomotiv bileşenleri ve inşaat panelleri gibi çeşitli uygulamalardaki sandviç kompozit çekirdekler için popüler bir seçim haline getirir.

Öte yandan balsa ahşap yapılar, olağanüstü güç-ağırlık oranı ve doğal sönümleme özellikleri nedeniyle dikkatleri üzerine çekmiş, bu da onları havacılık ve denizcilik uygulamalarındaki sandviç kompozit çekirdekler için ideal aday haline getirmiştir [15, 16]. Balsa ahşabı, balsa ağacından elde edilen, düşük yoğunluğu ve yüksek özgül mukavemeti ile karakterize edilen hafif ve gözenekli bir malzemedir. Sandviç kompozitlerde çekirdek malzeme olarak kullanıldığında balsa ahşabı üstün enerji emme özellikleri sunarak darbe yükleri altında yapısal arıza riskini azaltır [17]. Ayrıca balsa ağacının hücresel yapısı, sandviç yapılarda ısı ve ses yalıtımına katkıda bulunarak doğal yalıtım özellikleri sağlar.

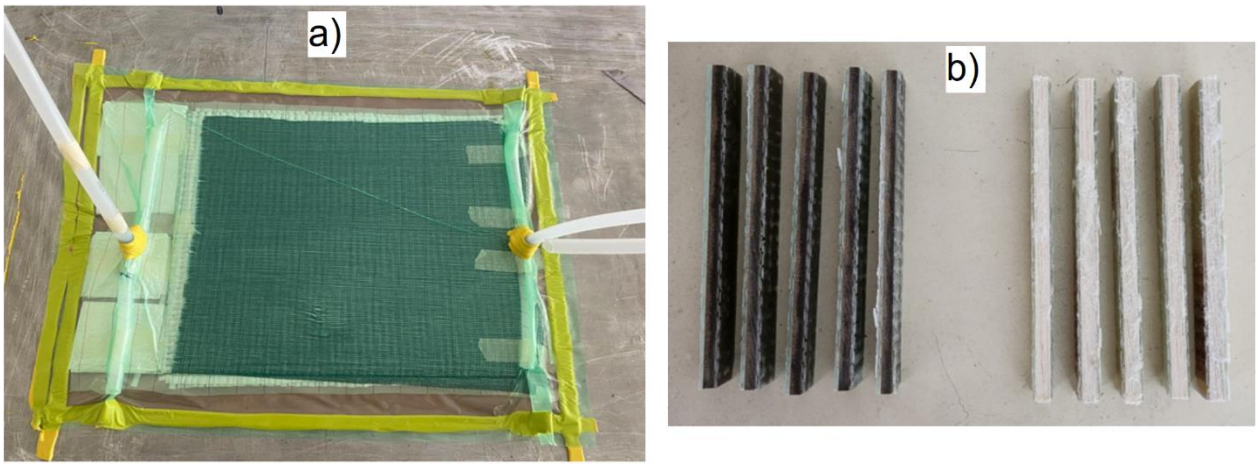
Bu çalışmada MDF ve Balsa yapılar çekirdek malzeme olarak kullanılmış ve bunların cam elyaf takviyeli epoksi sandviç kompozitlerin eğilme davranışı üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak MDF kullanımının eğilme dayanımını arttırdığı tespit edilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, çekirdek yapı malzemesi olarak ham MDF ve balsa ahşap kullanılmıştır. MDF'nin yoğunluğu 1.397 gr/cm^3, Balsa'nın yoğunluğu ise 0,36 gr/cm^3'tür. Kompozit sandviç panelde kullanılan ham MDF ve Balsa ahşap 6 mm kalınlığa sahiptir. Üst ve alt yüzeylerin kompozit takviye malzemesi olarak cam elyaf tercih edilmiştir. Cam elyaflar düz örgü dokuma

olup, 800 gr/m^2 nominal ağırlığa sahiptir. Matris malzemesi olarak, MGS L285, epoksi reçine ve matris reçinenin sertleştiricisi ise MGS LH 287 kullanılmıştır. Epoksi reçinesinin sertleştiriciye oranı 100:40'dır.

Üst ve alt tabakada kullanılacak Cam elyaf 2 kat olacak şekilde tercih edilmiştir. En alta yanmaz ve yapışmaz kalıp ayırıcı film üzerine 2 kat cam elyaf/ sandviç malzemesi/ 2 kat cam elyaf olacak şekilde malzemeler serilmiştir. Ardından bu malzemelerin üzerine sırasıyla soyma kumaşı, vakum infüzyon filesi, spiral hortumlar yerleştirildi ve düzenek vakum poşetiyle kapatılıp vakumlanarak havası alındı. Sızdırmazlıktan emin olunduktan sonra düzeneğe reçine infüze edildi ve sistem 80 ºC sabit sıcaklıkta 15 saat boyunca kürlenmeye bırakıldı. Daha sonra üretilen kompozitler sulu testere kullanılarak kesildi. VARTM yöntemi ve numuneler Görsel 1.'de gösterilmiştir [18].



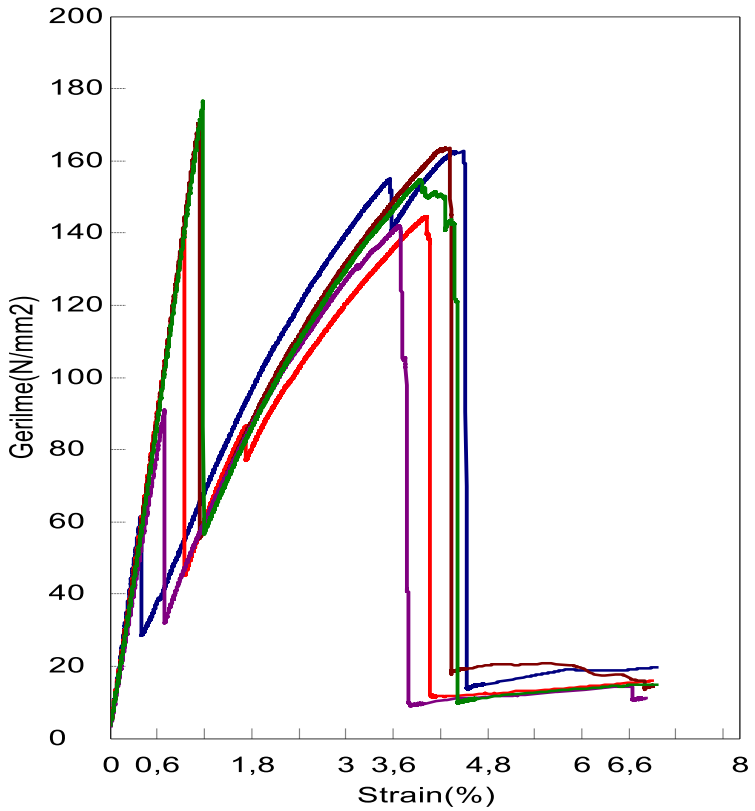
Görsel. 1. a) VARTM yöntemi b) Numuneler

Numuneler hazırlandıktan sonra ASTM D790 standartlarında 3 nokta eğme testleri yapılmıştır. 3 nokta eğilme testi, malzemenin mekanik özelliklerini değerlendirmek için kullanılan önemli bir deneylerden biridir. Standart boyutlarda hazırlanmış numuneler, numune ortasına eşit aralıklarla yerleştirilmiş iki destek noktasına yerleştirilir. Numunenin ortasına bir noktadan belirli bir yük uygulanır. Bu yük, numunenin ortasında çökmeye neden olurken, uçlarındaki destek noktaları numunenin eğilme sürecinde sabit kalmasını sağlar. Bu düzenek sayesinde, numunenin ortasında bir kiriş şekli oluşur ve bu kiriş üzerinde eğilme gerçekleşir. Bu çalışmada eğilme testleri için 100-kN yük hücreli bir Shimadzu Universal Çekme Makinesi kullanılmış ve eğilme gerilmeleri Denklem 1 ile hesaplanmıştır [19]. Deneyler 5 mm/dk hızda gerçekleştirilmiştir.

$$\sigma_f = \frac{3PL}{2bd^2} \tag{1}$$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

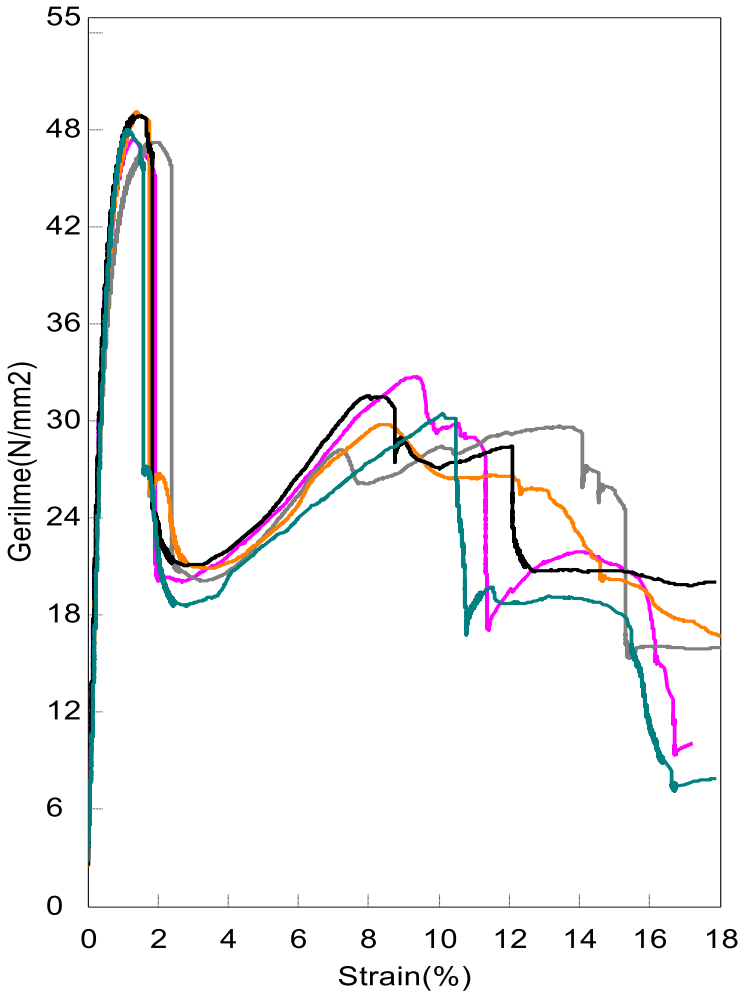
Her bir kompozitten 5 adet test yapılmış ve eğilme testi sonucunda elde edilen eğilme gerilmesi-birim şekil değiştirme (strain) grafiği MDF kompozit için Görsel 2.'de Balsa kompozit için Görsel 3.'de verilmiştir. Elde edilen rakamsal veriler ise Çizelge 1'de gösterilmiştir.



Görsel. 2. MDF kompozit için eğilme gerilmesi-strain grafiği

MDF kompozit için elde edilen ortalama eğilme gerilmesi 159,306 MPa iken Balsa kompozit için elde ortalama eğilme gerilmesi 48,1918 MPa çıkmıştır. Yapısal mekanik bağlamında, yük altındaki bir malzemenin maruz kaldığı eğilme gerilmesi, malzemenin mekanik performansının göstergesi olan kritik bir parametredir [20]. Bu çalışmada iki farklı çekirdek malzeme olan MDF ve Balsa arasındaki eğilme gerilimlerinin bir sandviç kompozit konfigürasyonunda karşılaştırılması, bunların ilgili mekanik özelliklerine ilişkin değerli bilgiler sağlamaktadır.

MDF ve Balsa çekirdek malzemeleri arasında eğilme gerilimlerinde gözlemlenen farklılık, bunların mekanik özelliklerindeki, özellikle de elastikiyet ve yoğunluk değerlerindeki doğal farklılıklara atfedilebilir. Hafiflik ve düşük yoğunluk özellikleriyle tanınan Balsa, MDF'ye göre nispeten daha düşük bir dayanım değeri sergilemektedir [21]. Sonuç olarak, eğilme kuvvetlerine maruz kaldığında Balsa'nın maruz kaldığı eğilme gerilimi, doğası gereği MDF'ninkinden daha düşük çıkmaktadır.



Görsel. 3. Balsa kompozit için eğilme gerilmesi-strain grafiği

İki çekirdek malzeme arasındaki bu temel mekanik farklılık, sandviç kompozitin eğilme davranışını doğrudan etkiler. Çekirdek malzemesi, kompozit yapı içindeki yüklerin dağıtılması ve iletilmesinde kritik bir bileşen olarak hizmet ettiğinden, Balsa'nın sergilediği daha düşük eğilme gerilimi, sandviç kompozit konfigürasyonunda gözlemlenen genel eğilme geriliminin azalmasına doğal olarak katkıda bulunmaktadır.

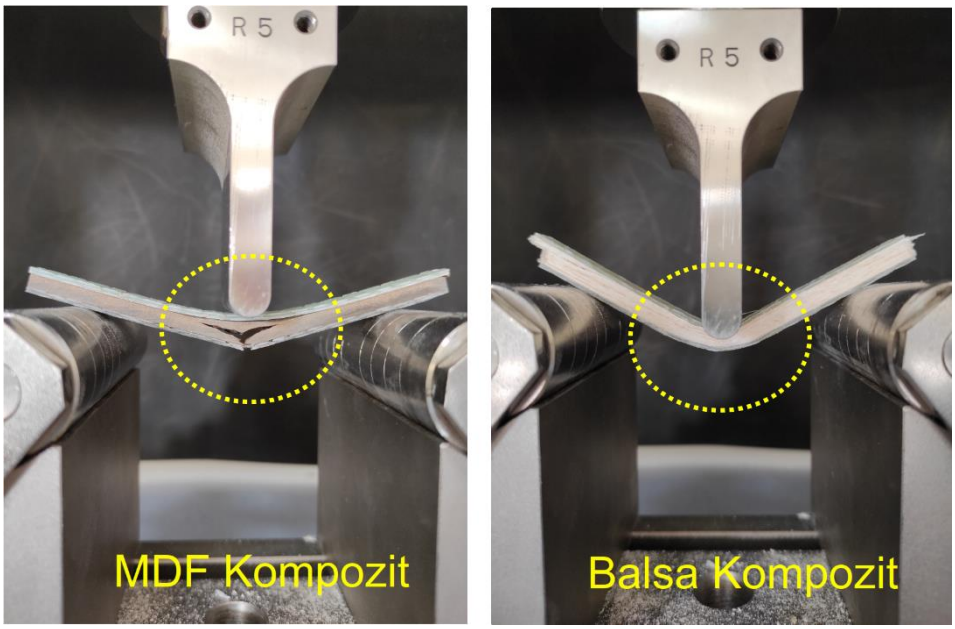
Balsa çekirdekli kompozitte gözlemlenen nispeten düşük eğilme geriliminin temel nedeni, onun kendine özgü mekanik özelliklerinden, özellikle de MDF'ye göre daha düşük elastisite modülünden kaynaklanmaktadır. Bu anlayış, malzeme seçiminin öneminin altını çizmekte ve eğilme yüklerine maruz kalan kompozit sistemlerde malzeme özellikleri ile yapısal performans arasındaki incelikli etkileşimi vurgulamaktadır [22-25].

Çizelge 1. Eğilme testi sonuçları

Numune Adı	Max. Gerilme N/mm^2	Max. Strain %
MDF-Cam 1	144,746	0,71
MDF -Cam 2	170,473	0,52
MDF -Cam 3	142,073	0,68
MDF -Cam 4	176,612	0,88
MDF -Cam 5	162,625	0,95

MDF -Cam Ort.	**159,306**	**0,75**
Balsa-Cam 1	47,4521	1,32
Balsa-Cam 2	47,4240	1,74
Balsa-Cam 3	49,1463	1,40
Balsa-Cam 4	48,8851	1,29
Balsa-Cam 5	48,0513	1,14
Balsa-Cam Ort.	**48,1918**	**1,38**

Sonuçlar birim şekil değiştirme açısından incelendiğinde MDF kompozit için elde edilen ortalama strain değeri %0,75 iken Balsa kompozit için elde edilen ortalama strain değeri %1,38 çıkmıştır. MDF'nin rijitliği daha yüksek olduğundan dolayı kompozit gevrek bir yapı sergilemiş ve birim şekil değiştirme değeri nerede ise Balsa kompozitin yarısı kadar çıkmıştır. Görsel 2.'de MDF kompozitin iki aşamalı eğilme grafiği bunu kanıtlar niteliktedir. Ayrıca MDF kompozitte eğilme testi sonrası oluşan gevrek kırılma Görsel 4'te gösterilmiştir.



Görsel. 4. MDF ve Balsa kompozitlerin eğilme sonrası görüntüleri

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, ham MDF ve balsa ahşap çekirdek yapı olarak kullanılmış ve Cam elyaf takviyeli epoksi sandviç kompozitler üretilmiştir. Kompozit sandviç panelde kullanılan ham MDF ve balsa ahşap 6 mm kalınlığında ve üst ve alt tabakalar için 2 kat Cam elyaf kullanılmıştır. VARTM yöntemi ile üretilen plakalar 80ºC'de 15 saat boyunca kürlenmiştir. Ardından ASTM standartlarına göre 3 nokta eğilme deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak sandviç kompozit konfigürasyonlarda MDF ve Balsa çekirdek malzemelerinin eğilme gerilmeleri ve birim şekil değiştirmeleri karşılaştırılmıştır. MDF, elastikiyet ve yoğunluk gibi mekanik özelliklerdeki farklılıklara atfedilen Balsa'ya (48.1918 MPa) kıyasla önemli ölçüde daha yüksek bir ortalama eğilme gerilimi (159.306 MPa) sergilemiştir. Balsa'nın

daha düşük yoğunluğu ve mukavemeti, sandviç kompozitte daha düşük eğilme gerilmesine neden olmuştur. Birim şekil değiştirmeler açısından Balsa'da (% 1.38) MDF'ye (% 0.75) kıyasla gözlenen daha yüksek strain değeri, MDF'nin daha yüksek sertliğine atfedilmiştir. MDF için iki aşamalı bir eğilme grafiği gevrek kırılmayı kanıtlamaktadır. Bu, eğilme yükleri altındaki kompozit sistemlerde malzeme seçiminin ve malzeme özellikleri ile yapısal performans arasındaki ilişkinin anlaşılmasının önemini vurgulamaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Ozen, M., Demircan, G., Kisa, M., Acikgoz, A., Ceyhan, G., & Işıker, Y. (2022). Thermal properties of surface-modified nano-Al2O3/kevlar fiber/epoxy composites. Materials Chemistry and Physics, 278, 125689.

[2] Yeter, E., Deniz, M., Doğru, M. H., & Göv, İ. (2024). Ballistic and Charpy impact performance of basalt fiber reinforced polymer composites. Polymer Composites.

[3] Bhowmik, S., Kumar, S., & Mahakur, V. K. (2024). Various factors affecting the fatigue performance of natural fiber-reinforced polymer composites: a systematic review. Iranian Polymer Journal, 33(2), 249-271.

[4] Demircan, G., Ozen, M., Kisa, M., Acikgoz, A., & Işıker, Y. (2023). The effect of nano-gelcoat on freeze-thaw resistance of glass fiber-reinforced polymer composite for marine applications. Ocean Engineering, 269, 113589.

[5] Zheng, H., Zhang, W., Li, B., Zhu, J., Wang, C., Song, G., ... & Ma, L. (2022). Recent advances of interphases in carbon fiber-reinforced polymer composites: A review. Composites Part B: Engineering, 233, 109639.

[6] Demircan, G., Kisa, M., Ozen, M., & Aktas, B. (2020). Surface-modified alumina nanoparticles-filled aramid fiber-reinforced epoxy nanocomposites: preparation and mechanical properties. Iranian Polymer Journal, 29, 253-264.

[7] Ramnath, B. V., Alagarraja, K., & Elanchezhian, C. (2019). Review on sandwich composite and their applications. Materials Today: Proceedings, 16, 859-864.

[8] Hu, H., Belouettar, S., & Potier-Ferry, M. (2008). Review and assessment of various theories for modeling sandwich composites. Composite Structures, 84(3), 282-292.

[9] Demircan, G., Kisa, M., Ozen, M., Acikgoz, A., Işıker, Y., & Aytar, E. (2023). Nano-gelcoat application of glass fiber reinforced polymer composites for marine application: Structural, mechanical, and thermal analysis. Marine Pollution Bulletin, 194, 115412.

[10] Demircan, G., Kisa, M., Ozen, M., & Acikgoz, A. (2021). Quasi-static penetration behavior of glass-fiber-reinforced epoxy nanocomposites. Mechanics of Composite Materials, 57, 503-516.

[11] Guo, H., Yuan, H., Zhang, J., & Ruan, D. (2023). Review of sandwich structures under impact loadings: experimental, numerical and theoretical analysis. Thin-Walled Structures, 111541.

[12] Fajrin, J., Zhuge, Y., Bullen, F., & Wang, H. (2011). Flexural Strength of Sandwich Panel with Lignocellulosic Composites Intermediate Layer–A Statistic Approach. International Journal of Protective Structures, 2(4), 453-464.

[13] Zheng, T., Li, S., Wang, G., Hu, Y., & Zhao, C. (2022). Mechanical and energy absorption properties of the composite XX-type lattice sandwich structure. European Journal of Mechanics-A/Solids, 91, 104410.

[14] Garcia, R. A., Cloutier, A., & Riedl, B. (2005). Dimensional stability of MDF panels produced from fibres treated with maleated polypropylene wax. Wood Science and Technology, 39, 630-650.

[15] Borrega, M., & Gibson, L. J. (2015). Mechanics of balsa (Ochroma pyramidale) wood. Mechanics of Materials, 84, 75-90.

[16] Galos, J., Das, R., Sutcliffe, M. P., & Mouritz, A. P. (2022). Review of balsa core sandwich composite structures. Materials & Design, 111013.

[17] Osei-Antwi, M., De Castro, J., Vassilopoulos, A. P., & Keller, T. (2013). Shear mechanical characterization of balsa wood as core material of composite sandwich panels. Construction and Building Materials, 41, 231-238.

[18] Özen, M., Demircan, G., Kisa, M., & İlik, Z. (2019). Investigation of usability of waste textile fabrics in composites. Emerging Materials Research, 9(1), 18-23.

[19] Demircan, G., Kisa, M., Özen, M., Açikgöz, A., Aktaş, B., & Ali Kurt, M. (2020). A bio-based epoxy resin from rosin powder with improved mechanical performance. Emerging Materials Research, 9(4), 1076-1081.

[20] Budzik, M. K., Wolfahrt, M., Reis, P., Kozłowski, M., Sena-Cruz, J., Papadakis, L., ... & Vassilopoulos, A. P. (2022). Testing mechanical performance of adhesively bonded composite joints in engineering applications: An overview. The Journal of Adhesion, 98(14), 2133-2209.

[21] Mayer, A. K., & Mai, C. (2024). Basalt grid reinforcement of wood-based panels. European Journal of Wood and Wood Products, 1-13.

[22] Özen, M, Demircan, G., Açıkgöz, A., Alptekin, H., & Kisa M. (2024). A Sustainable Bio-Filler for Epoxy Composites: Use of Pistachio Shell Powder. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1), 150-165.

[23] Yaman, P., Ekşi, O., Karabeyoğlu, S. S., & Feratoğlu, K. (2024). Effect of build orientation on tribological and flexural properties of FDM-printed composite PLA parts. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 43(1-2), 97-110.

[24] Bozkurt, Y. T., Bulut, M., Erkliğ, A., & Özbek, Ö. (2024). SiO nanoparticle modified CFRP composites effecting on mechanical and vibration damping properties. Polymer Composites, 45(1), 169-180.

[25] Kepir, Y., & Kara, M. (2024). Influence of hydrothermal conditions on the mechanical properties of hybrid composite pipes. Journal of Composite Materials, 58(1), 119-131.

A REVIEW: LAMINATED WOOD MATERIALS

Graduate Student, Esma Nur KORKUSUZ
Kastamonu University, esmanrk.1@gmail.com - 0009-0007-5937-3177
Assist. Prof. Dr., Emre BİRİNCİ
Kastamonu University, ebirinci@kastamonu.edu.tr - 0000-0003-0727-1789

ABSTRACT

Since wood is a renewable and sustainable material, it has many uses. As the usage areas of wood material have increased over time, new products have been developed in different forms based on wood material. Solid wood used in building materials has been replaced by layered materials produced on the basis of veneer. The use of wood veneers has provided the opportunity to produce new materials that are decorative, aesthetic, and more durable than solid wood. Wood veneers are obtained by rotary-cut, sawn, and sliced methods. Various engineered wood materials are produced from the obtained veneers. In this paper, there is general information about plywood, laminated veneer lumber (LVL), cross-laminated timber (CLT), glued laminated timber (GLULAM), parallel strand lumber (PSL), laminated strand lumber (LSL) and oriented strand lumber (OSL) obtained using wood materials.

Keywords: Plywood, LVL, CLT, GLULAM, PSL, LSL, OSL

1. INTRODUCTION

Wood is a renewable and sustainable material obtained from trees grown in accordance with sustainable forestry principles. Wood is a versatile and functional material with different physical and mechanical properties due to its anatomical structure and chemical components. Thanks to these properties, it can be used in various areas for different purposes. People have widely used wood materials to meet their needs from the past to the present and have benefited from wood materials in many different fields (Usta, 2019).

Wood, one of the oldest building materials used by humans, was first included in building regulations in Germany in the early 20th century. It then gained great importance and became widespread with the development of wood joining materials. The increased use of synthetic adhesives has increased the use of wood materials in large structures, from bridges to sports halls (Ateş, 2011).

The production of wooden veneers, which form the basis of wooden building materials, dates back to ancient times. Materials produced with wood veneer offer an aesthetic and decorative appearance and increase durability. According to research, the first veneer samples were

produced in Ancient Egyptian times. In these periods, products produced with wood veneer were used in the furniture of the royal family and princes (Bozkurt and Göker, 1986).

In TS 2128, wood veneer is defined as thin boards obtained by sawing, peeling, or slicing and can have a maximum thickness of 7 mm (TS 2128 EN 313-2, 2005). Wood veneers are thin plates produced from prisms obtained from certain parts of the tree using special methods (Figure 1). These boards can be obtained in three ways: sawing, slicing, and peeling (Birinci, 2023).

Figure 1. Wood veneers (URL-1).

In this paper, detailed information about laminated wood materials such as plywood, LVL, CLT, GLULAM, PSL, LSL, and OSL is presented by reviewing the latest literature

2. PLYWOOD

In the EN 313-2 standard, plywood is a wood-based panel consisting of glued layers with the fiber direction perpendicular to each other. In the TS 2127 standard, plywood is defined as boards obtained by gluing overlapping layers with fiber directions perpendicular to each other and generally having the same fiber direction in the upper and lower layers, that is, forming layers in odd numbers. The boards obtained by pressing the wood veneers obtained by rotary-cut, sawing, and slicing methods by applying adhesive, with the fiber directions perpendicular to each other (90°) and by placing at least three or more single layers on top of each other are called plywood (Figure 2). Plywoods, which vary in thickness between 3-70 mm, are generally produced in 3-30 mm thickness and 1250 x 2250 mm or 2200 x 1700 mm dimensions (Bardak and Bardak 2018).

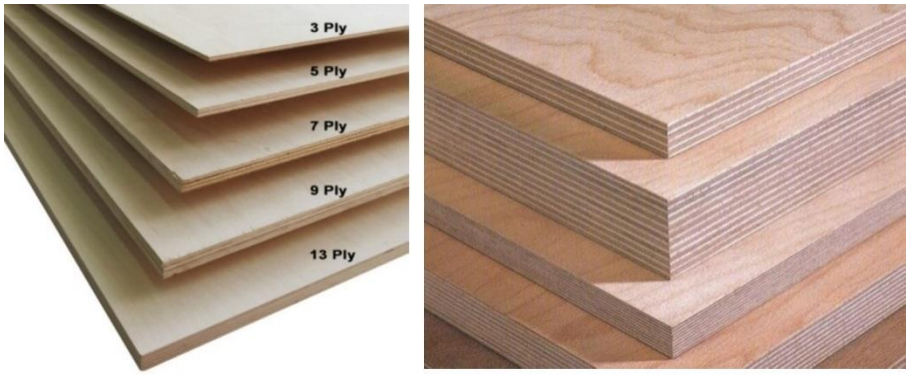


Figure 2. Plywoods (URL-2, URL-3).

Plywoods have a number of layers, such as 3, 5, 7 (Figure 2). Since plywood consists of an odd number of layers, the fiber directions of the bottom layer and the top layer are the same. This improves the physical and mechanical properties of plywood. In plywood production, wood species with high density can be used in the outer layers, and wood species with relatively lower density can be used in the inner layers (Bozkurt and Göker, 1986; FPL, 1987; Güller, 2001;).

Plywoods are classified into seven different groups according to the type of glue used during gluing, their structure, treatment with preservatives, types of treatment applied to the surface of the sheet, wood species used in the layers, shape, and intended use (TS 2128 EN 313-2, 2005; Bardak and Bardak 2018)

Plywoods have a durable structure due to the fiber directions of the layers being positioned perpendicular to each other. As well as being a long-lasting, high-strength product, it can be produced from different woods and offers the possibility of production in different thicknesses. Plywoods are easy to process, sustainable, affordable, and homogeneous. Plywoods, which are lighter than solid wood, offer advantages such as high nail and screw withdrawal resistance ability, heat, and electrical insulation. In addition to these advantages, plywoods have a number of disadvantages. Low-quality plywood can cause abrasions if used in the wrong places and can also become unusable. If unprotected plywood is exposed to water for a long time, swelling and deterioration can be observed. Plywood, which is lighter than solid wood, is not as durable as solid wood but is considered to be the closest material to solid wood. It can be a product harmful to health if the appropriate adhesive is not used in the area of use (Güller, 2001). The production process of plywood is given in Figure 3.

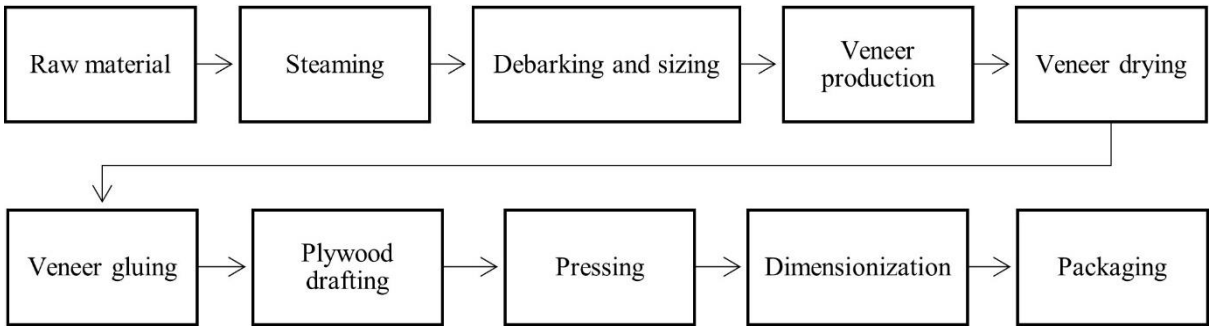


Figure 3. Plywood production process.

Plywood is one of the most widely used laminated wood materials in the world. Due to this popularity, plywood is produced in countries rich in raw materials. Table 1 shows the top 10 countries in plywood production worldwide and their production amounts in 2022.

Table 1. Plywood Production in 2022 (FAO, 2022).

Country	Production quantity (m^3)
China	76300000
India	10060000
USA	9254046
Indonesia	4807154
Russia	3999000
Japan	3172000
Brazil	3000000
Vietnam	2650000
Canada	1603540
Malaysia	1568623

Plywood is used in many different industries due to its advantages. It is used in many areas, such as building elements, furniture, kitchen and bathroom cabinets, countertops, transportation vehicle interiors, buses, yacht industry, ships, sports equipment, conference halls, airplanes, etc. (Figure 4).

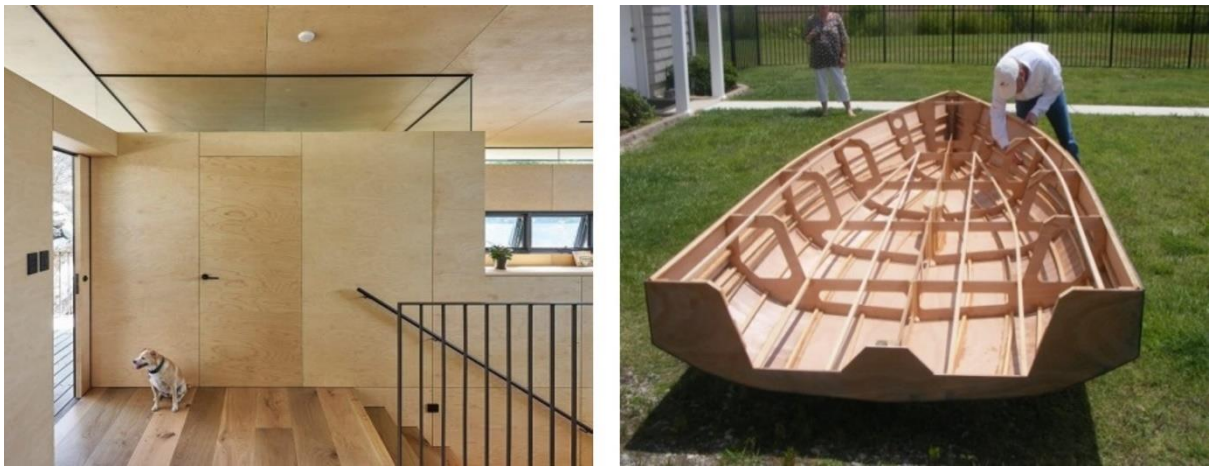


Figure 4. Plywood usage areas (URL-1, URL-4).

3. LAMINATED VENEER LUMBER (LVL)

According to ISO 18776, laminated veneer lumber (LVL) is a general description of veneers in which the fiber direction is in the longitudinal direction and the fiber directions are parallel to each other, joined together by applying an adhesive (ISO 18776, 2008).

LVL is a structural wood material produced due to lamination of wood veneers with an average thickness of 3 mm obtained by using the rotary-cut method from wood material according to TS EN 14374 standard (TS EN 14374, 2008).

LVL is a special building material produced using wood veneers. LVL is produced by placing 2-5 mm thick wood veneers with fiber directions parallel to each other, applying adhesive to the veneers, and joining them under pressure (Figure 5).

LVL is a product that is lightweight, has low production costs, and has high strength compared to solid wood. In addition to these advantages, the working problem in other wooden building materials is quite low in LVL. LVL, which is moisture resistant, heat retardant, and has high heat and sound insulation, has many uses due to these advantages. The disadvantages are that it does not allow unobstructed air exchange, has high costs, and is a product whose long-term behavior is unknown. The production process of LVL, which is advantageous, especially when used as a structural element, is given in Figure 6.

Figure 5. Laminated veneer lumber (URL-5).

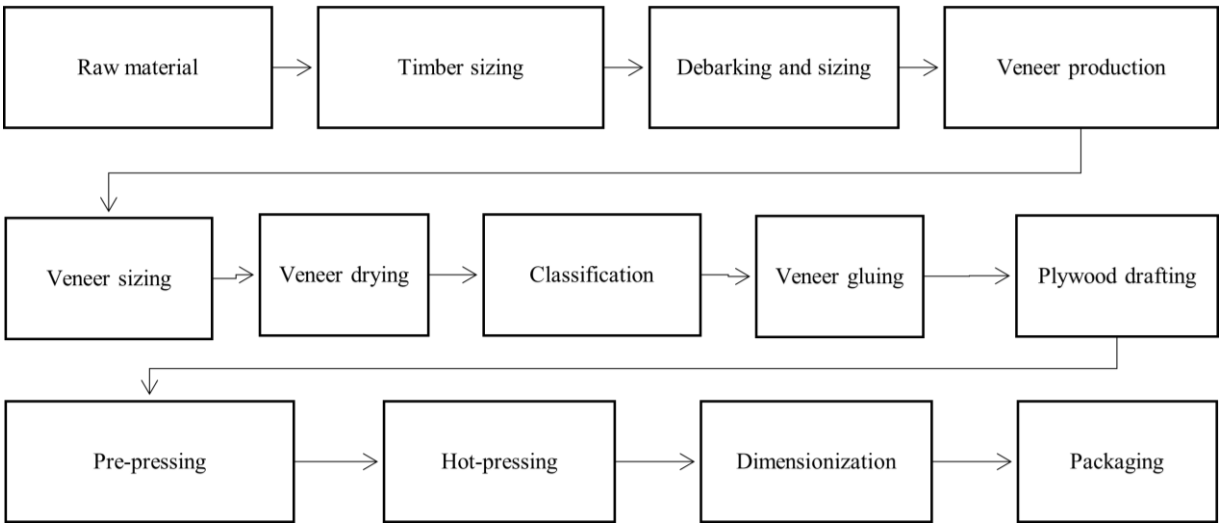


Figure 6. The production process of laminated veneer lumber (URL-6).

LVL, which has many different uses due to its durability and high strength, is used in the construction industry, especially in structural elements, roof coverings, flooring, furniture,

interior decorations, the shipping industry, sports equipment, and many other industrial areas (Figure 7).

Figure 7. Laminated veneer lumber usage areas (URL-6).

4. CROSS-LAMINATED TIMBER (CLT)

According to TS EN 16351 standards, Cross Laminated Timber (CLT) is defined as laminated wall and flooring material produced by laminating structural timbers in cross layers, side by side and on top of each other (TS EN 16351, 2021).

According to ANSI/APA 320-18, CLT is defined as a prefabricated engineering product consisting of at least three layers laminated by bonding with structural adhesives, each layer consisting of 90° sawn timber or structural composite timber (SCL) (ANSI/APA PRG 320, 2018).

CLT is the most innovative member of the structural laminated timber group. It is produced by placing an odd number of layers crosswise, i.e., with the fiber directions perpendicular to each other, and joining them by applying adhesive (Figure 8). Placing the fiber directions perpendicular to each other ensures that CLT has dimensional stability and rigidity (Ceylan and Girgin, 2019).

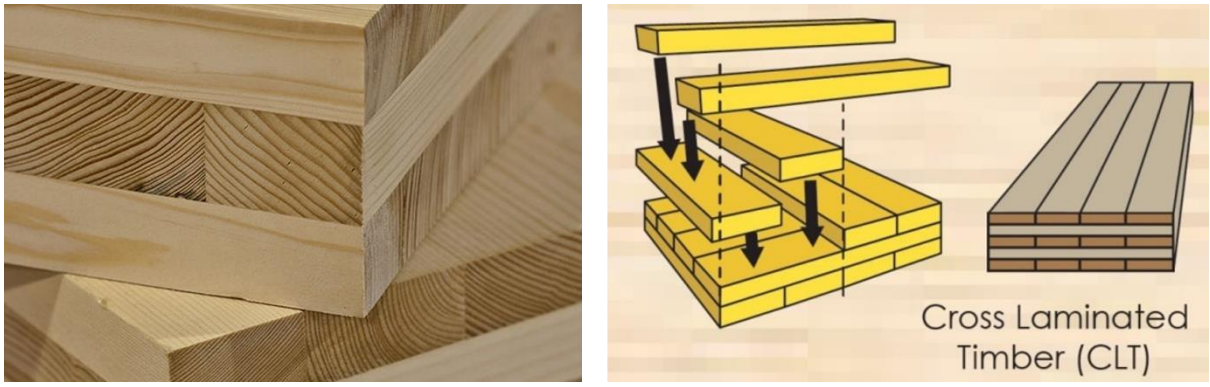


Figure 8. CLT and positioning of timbers used in CLT construction (URL-7).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Suitable for prefabricated buildings, CLT provides fast and efficient installation. It has a wide range of designs depending on functional and aesthetic needs. CLT, which is resistant to fire and highly performs against seismic effects, has thermal performance and energy efficiency. It is a recyclable material. It has modern usage possibilities, a closed and sealed structure against external factors, and is resistant to bending, warping, and twisting. The amount of waste is low, and carbon and greenhouse gas emissions are low (Santi, 2016).

While CLT offers many advantages, it also has some disadvantages. CLT is difficult to transport. The investment costs required for production and storage are high, and professional workers are needed in production. It may sometimes require bolts and metal plates during joining (Çavuş, 2019). The production stages of CLT are shown in Figure 9.

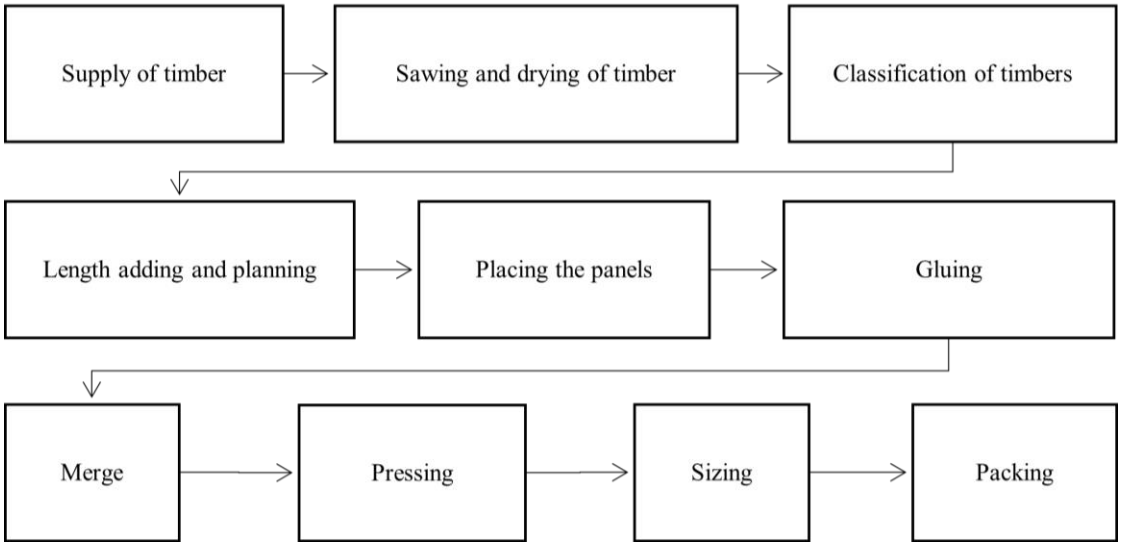


Figure 9. Production process of cross-laminated timber (Çavuş, 2019).

CLT, which has many areas of use due to its advantages, is used in floor and ceiling elements, load-bearing columns, stairs, partition elements, walls, and multi-story buildings (Figure 10). In 2019, the world's tallest wooden structure, the Mjøstårnet building in Norway, was built using CLT and Glulam (Figure 11).

Figure 10. (a, b) Cross-laminated timber usage areas (URL-9); (c) Mjøstårnet building in Norway (URL-10).

5. GLUED LAMINATED TIMBER (GLULAM)

According to ASTM D3737 standard, GLULAM is defined as structural glued laminated timber and is defined as a product obtained as a result of combining the timbers selected and prepared in accordance with the intended use in a curved or straight manner with the help of adhesive so that the fiber directions are parallel to each other (ASTM D3737-18, 2018).

According to the ISO 12578 standard, GLULAM is defined as a structural element formed by joining timbers whose fiber directions are parallel to the longitudinal axis of the beam with the help of adhesive (ISO 12578-08, 2016).

Structural GLULAM is an engineering product consisting of at least two layers joined with the help of adhesive so that the fiber directions are parallel to each other (Figure 11). The adhesives used must be resistant to effects such as moisture and temperature. GLULAM, among the lightest building materials, is generally produced from spruce, fir, larch, and poplar (Kitek Kuzman et al., 2010).

Figure 11. GLULAM and positioning of timbers used in GLULAM construction (URL-7).

GLULAM, which is very suitable for large-scale production, provides the opportunity to make many architectural products that are almost impossible to make with other materials. The fact that the timber is dried before production minimizes defects. It has varying cross-sectional dimensions depending on the needs of the place of use. It does not create a problem with the use of low-quality timber in places where the voltage is low. It provides an aesthetic appearance in buildings (Lumber, 2021). However, GLULAM is an expensive product. Its disadvantage is that it requires regular maintenance, transportation costs are high, and it is difficult to transport in large-sized productions (URL-11). The production stages of GLULAM are shown in Figure 12.

GLULAM is used in beams, conference halls, roofs, sheds, multi-story buildings, and columns. Together with CLT, GLULAM was used to construct the Mjøstårnet building in Norway (Figure 10c). The usage areas of GLULAM are shown in Figure 13.

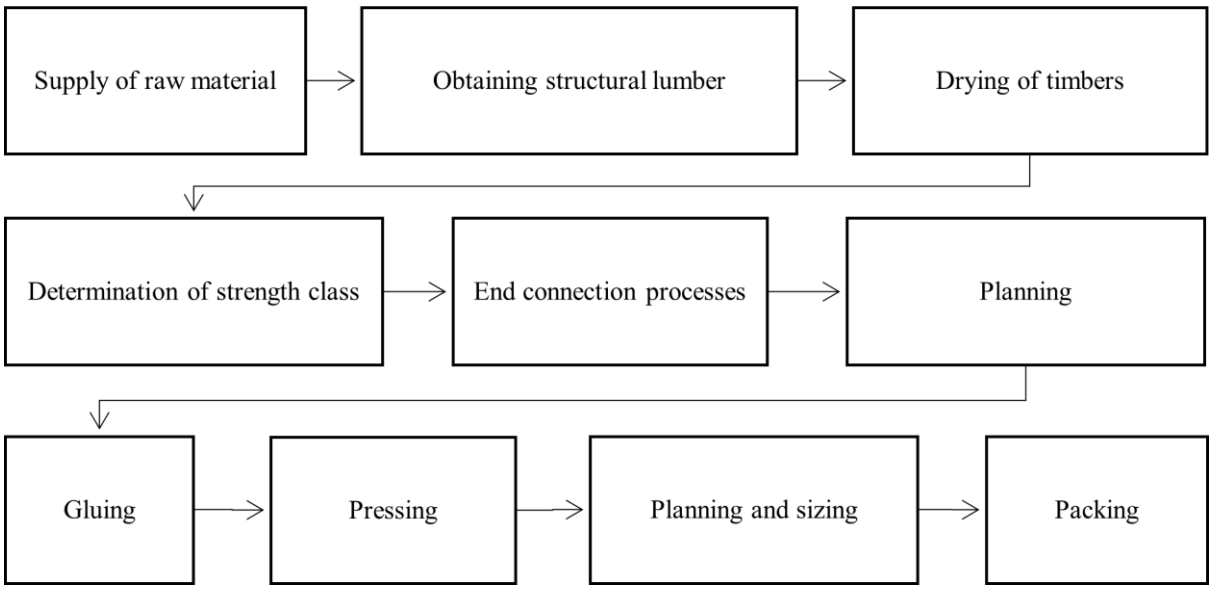


Figure 12. GLULAM production steps (URL-12).

Figure 13. GLULAM usage areas (URL-8).

6. PARALLEL STRAND LUMBER (PSL)

According to the ASTM D5456 standard, Parallel Strand Lumber (PSL) is defined as a composite material consisting of wood veneer strands where the smallest dimensions are 0.25 inches, i.e., 6.44 mm or less, the length of the strands is at least 300 times the smallest dimension. The fiber directions are parallel to the longitudinal axis (ASTM D5456, 2019).

PSL is an engineering product formed by combining thin wood strands under heat and pressure with the help of adhesives by arranging them so that the fiber directions are longitudinally parallel (Clouston, 2007).

The quality of the strands used to make PSL is independent of the region from which they are taken, provided that they are free from defects (Bejo and Lang, 2004). The commercial name of PSL in the market is 'Parallam®.' An image of PSL is given in Figure 14.

Figure 14. Parallel strand lumber (URL-13).

PSL has a homogeneous structure and is free from defects. It quickly penetrates fire retardant and protective impregnations. There is no limitation in production dimensions. It can be produced in desired sizes. Waste products can be used in PSL production if the dimensions of the waste strands in coating production are suitable. The efficiency of wood fibers in production is high. However, PSL is a heavier product than stratified wood materials of the same dimensions. It is difficult to process because it is a dense product. PSL requires a second gluing process in some cases, and storage investments are high (Kurt et al. 2010) The production stages of PSL with these advantages and disadvantages are given in Figure 15.

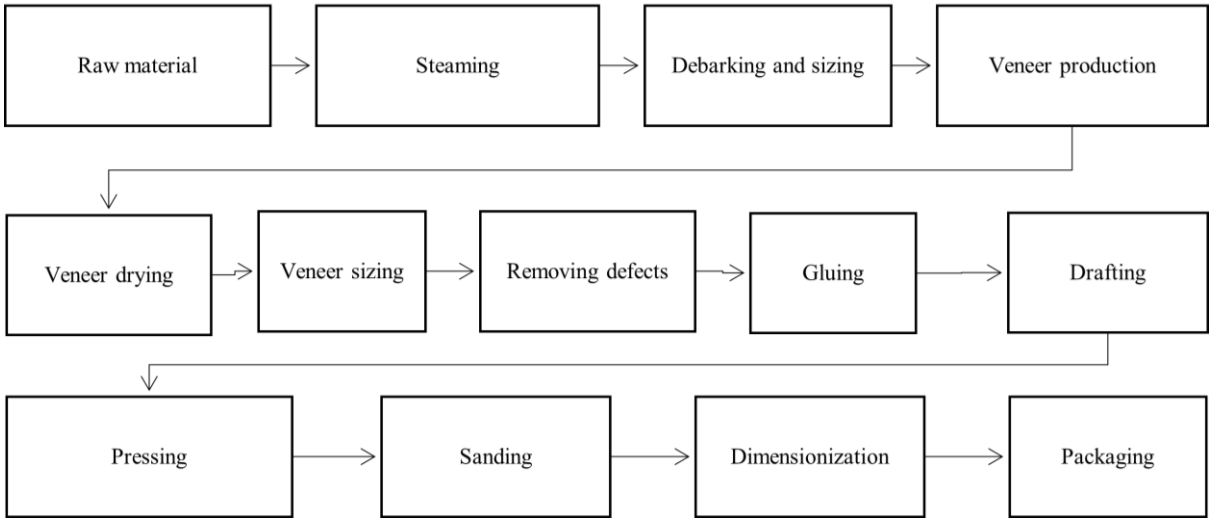


Figure 15. Parallel strand lumber production steps (Iskandar, 2013).

Laminated Strand Lumber (LSL) and Oriented Strand Lumber (OSL) are often confused with Parallel Strand Lumber (PSL). LSL, OSL and PSL consist of wood strands with parallel fiber directions. The most important feature that distinguishes PSL from the other two is that the strands used in PSL production are longer than the strands used in LSL and OSL production.

Since PSL has high mechanical and physical properties, it is widely used in floor beams, doors, windows, roofs, and columns (Figure 16) (Sukontasukkul and Lam, 2004).

Figure 16. PSL usage areas (URL-8).

7. LAMINATED STRAND LUMBER (LSL)

Laminated Strand Lumber (LSL) is defined as a large sheet produced by applying glue and pressing wood strands with a length/thickness ratio of approximately 150 according to ASTM D5456 standard (ASTM D5456, 2019).

LSL is a structural composite material obtained by gluing and pressing the strand chips obtained from wood material by orienting them so that the fiber directions are parallel (Figure 17). It is preferred due to its favorable properties compared to solid timber (Kurt et al. 2010).

Figure 17. Laminated strand lumber (URL-14).

The production of LSL is not limited to peelable logs, as in PSL and LVL production. In addition to this advantage, it is effective in wood utilization compared to other materials (LVL, PSL, etc.). In other words, many woods, such as stunted trees and trees grown crookedly, can be used in LSL production. The steaming injection system that can be used in pressing positively affects the resistance properties of LSL. Since preservatives are added during production, no additional treatment is required. LSL, which has high nail and screw withdrawal resistance ability, has some disadvantages. The high production costs and the increased density of LSL due to the application of the steaming injection system cause it not to be as strong as other materials due to its dimensional stability and swelling in the direction of the thickness (Kurt et al. 2010). The production stages of LSL are given in Figure 18.

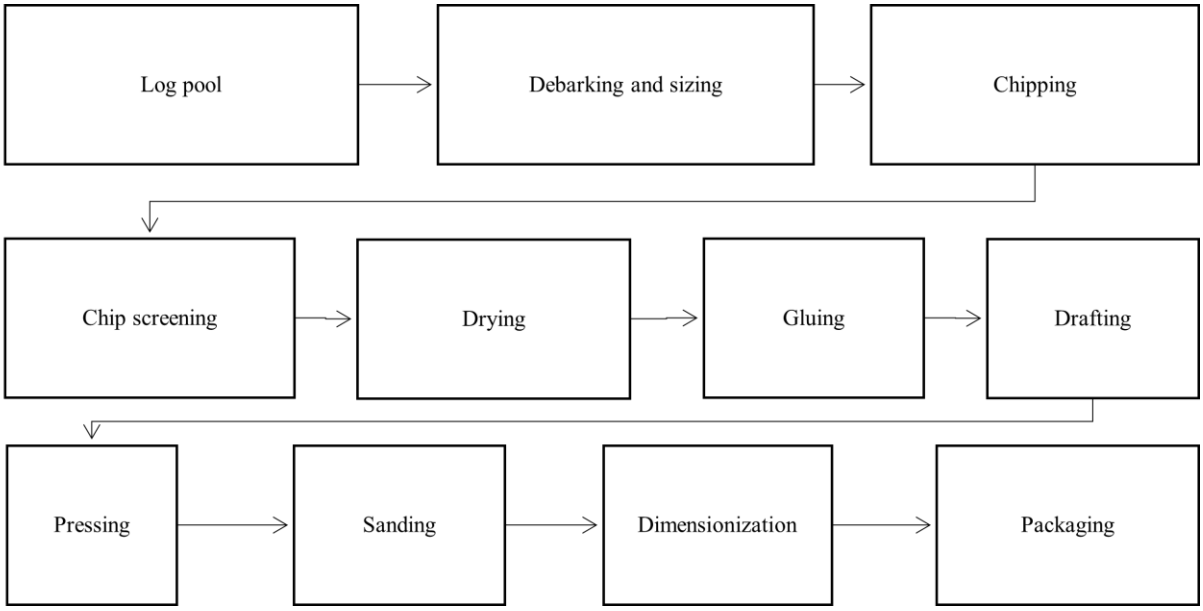


Figure 18. Laminated strand lumber production steps (Kurt et al. 2010).

LSL is produced in sheets and used by changing its dimensions according to the area of use. LSL is generally used in building materials. It is used in beams, high walls, joinery, window frames, and many other areas. At the same time, LSL offers an aesthetic appearance by being left exposed in the area of use due to its design (Figure 19) (URL-15).

Figure 19. PSL usage areas (URL-8, URL-14).

8. ORIENTED STRAND LUMBER (OSL)

According to the ASTM D5456 standard, Oriented Strand Lumber (OSL) is defined as large sheets of oriented strand lumber (ASTM D5456, 2019), which are obtained by joining and orienting with the help of an adhesive with a length/thickness ratio of approximately 75, consisting of chipped wood strands.

Wood composites obtained by orienting the fiber directions of wood strands whose smallest size does not exceed 0.635 mm and whose length is 75-150 times the average smallest size is called OSL (Figure 20). The most important material effective in the emergence of OSL is the Oriented Strand Board (OSB). The technologies of the OSB are utilized in the production of OSL (Malanit et al. 2005).

Just like OSL, LSL has taken its production technology from the OSB. OSL and LSL have more similarities than differences. The most obvious difference between the two materials is that the aspect ratio of the strands of LSL is higher than that of OSL (Stark et al. 2011).

Figure 20. Oriented strand lumber (URL-16).

OSL, like LSL, has no limits in terms of raw materials. Thanks to this advantage, it allows the use of many trees, such as fast-growing trees, dwarf trees, and small-diameter trees, in its production. It maximizes the yield of the trees used in its production and minimizes the amount of waste. Production is fast and automatic. Fire retardant and protective impregnants can be applied to the wood strips before hot pressing. In this way, no additional treatment is required. One of the most important advantages of OSL is that it is more resistant than solid wood. In addition to these advantages, OSL's dimensional stability, especially thickness swelling, is not good compared to other materials (LVL, PSL, solid wood, etc.). OSL also has a high weight and production costs compared to the timber of the same dimension (Malanit, 2009). The production stages of OSL are given in Figure 21.

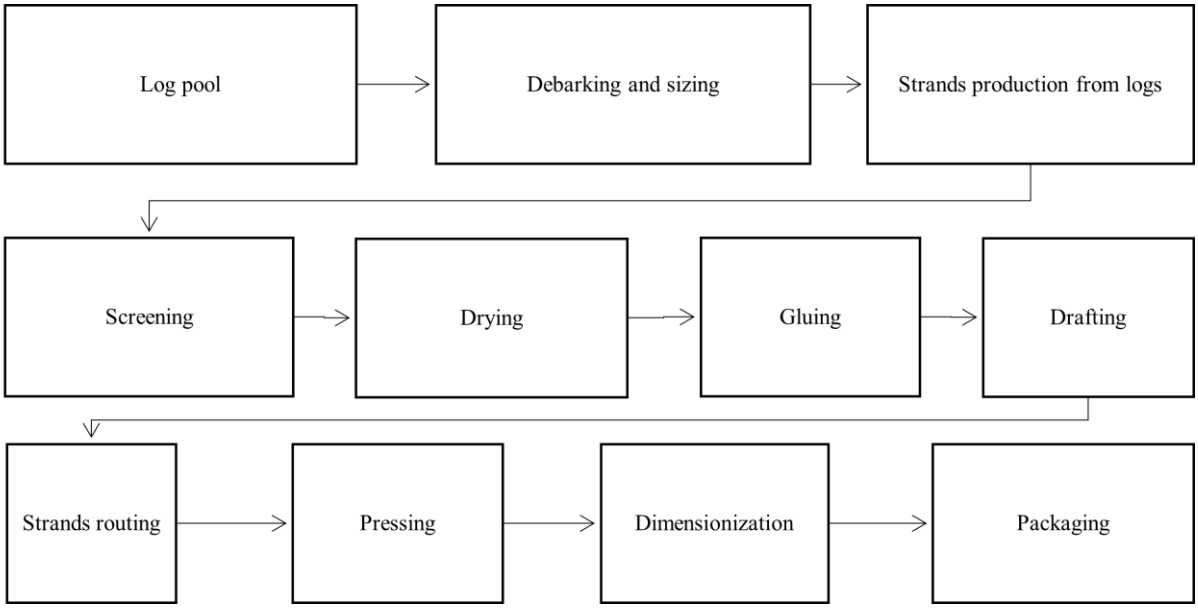


Figure 21. Oriented strand lumber production steps (Çavuş and Mengeloğlu, 2019).

OSL is a product developed for use in construction. It is generally used in beams, columns, joinery elements, and many other structural elements. It is also used in non-structural areas such as window and door production (Malanit et al., 2005) (Figure 22).

Figure 22. Oriented strand lumber usage areas (Çavuş and Mengeloğlu, 2019).

REFERENCES

ANSI/APA PRG 320. (2018). Standard for Performance-Rated Cross Laminated Timber.

ASTM D3737-18el. (2018). Standard Practice for Establishing Allowable Properties for Structural Glued Laminated Timber (GLULAM).

ASTM D5456-19. (2019). Standard Specification for Evaluation of Structural Composite

Lumber Products.

Ateş, Ş. (2011). Wooden Building Applications lecture notes. Karadeniz Technical University, Department of Civil Engineering.

Bardak, S. and Bardak, T. (2018). Odun Kökenli Levhalar ve Kullanım Alanları. 2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies, 254-259, December, Samsun/Turkiye.

Bejo, L. and Lang, E.M. (2004). Simulation based modeling of the elastic properties of structural composite lumber. Wood and fiber science, 395-410.

Birinci, E. (2023). Forest Products Utilization lecture notes. Kastamonu University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering.

Bozkurt, Y. and Göker, Y. (1986). Tabakalı Agaç Malzeme Teknolojisi. İstanbul University, Faculty of Forestry Press.

Ceylan, A. and Girgin, Z.C. (2019). Çapraz Lamine Ahşap (CLT) Duvar-Döşeme Birleşiminin Yapısal Davranışının Deneysel İncelenmesi. Megaron, 14(4).

Clouston, P. (2007). Characterization and strength modeling of parallel-strand lumber. 394-399.

Çavuş, V. (2019). Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemelerde Yükselen Trend; Çapraz Tabakalanmış Kereste. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(2), 560-569.

Çavuş, V. and Mengeloğlu, F. (2019). Odun Kaynaklarının Etkin Kullanımında Yenilikçi Bir Yaklaşım: Yönlendirilmiş Şerit Kereste. Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Araştırma Makaleleri, Gece Akademy.

FAO. (2022). Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAOSTAT) Statistics Division Database.

Forest Products Laboratory (US). (1987). Wood handbook: wood as an engineering material (No. 72). The Laboratory.

Güller, B. (2001). Odun kompozitleri. Turkish Journal of Forestry, 2(1), 135-160.

Iskandar, A. M. (2013). Potential Market of Parallel Strand Lumber (PSL) and Laminated Veneer Lumber (LVL) in Indonesia.

ISO 18776:2008/Amd-1. (2013). Laminated veneer lumber (LVL).

ISO 12578. (2016). Timber structures - Glued laminated timber - Component performance and production requirements.

Kitek Kuzman, M., Oblak, L. and Vratuša, S. (2010). Glued laminated timber in architecture. Drvna industrija, 61(3), 197-204.

Kurt, R., Çavuş, V. and Meriç, H. (2010). Keresteye Alternatif Bazı Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemeler Paralel Şerit Kereste, Tabakalanmış Şerit ve Ahşap I-Kiriş, III. National Blacksea Forestry Congress, 20-22.

Lumber, S.C. (2021). Wood-Based Composite Materials Panel Products, Glued Laminated Timber, Structural Composite Lumber, and Wood–Nonwood Composites.

Malanit, P., Kyokong, B. and Laemsak, N. (2005). Oriented strand lumber from rubberwood residues. Walailak Journal of Science and Technology (WJST), 2(2), 115-125.

Malanit, P. (2009). The suitability of Dendrocalamus asper Backer for oriented strand lumber (Doctoral dissertation, Staats-und Universitätsbibliothek Hamburg Carl von Ossietzky).

Santi, S., Pierobon, F., Corradini, G., Cavalli, R. and Zanetti, M. (2016). Massive wood material for sustainable building design: the Massiv–Holz–Mauer wall system. Journal of wood science, 62, 416-428.

Stark, N.M., Cai, Z. and Carll, C.G. (2010). Wood handbook, Chapter 11: wood-based composite materials-panel products-glued-laminated timber, structural composite lumber, and wood-nonwood composite materials. Review Process: Informally Refereed (Peer-Reviewed).

Sukontasukkul, P., and Lam, F. (2004). Effect of tup geometry on impact behaviour of parallel strand lumber (PSL). J KMITNB, 14(2), 1-7.

TS 2128 EN 313-2. (2005). Kontrplak-Sınıflandırma ve Terimler, Türk Standartları Enstitüsü, Bölüm 2, Ankara.

TS EN 14374. (2008). Ahşap yapılar – Soyma tabakalı yapısal lamine kereste.

TS EN 14080. (2013). Ahşap Yapılar -Tutkallı lamine kereste ve tutkallı masif ahşap özellikler.

TS EN 16351. (2021). Ahşap yapılar – Çapraz tabakalanmış ahşap levha.

Usta, İ. (2019). Kültürlerarası Etkileşimde Ahşabın Önemi. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6(12), 275-284.

URL-1: https://www.teshagroup.com/our-products/vietnam-plywood/

URL-2: https://www.akasyaahsap.com.tr/kontraplak-uretimi/?lang=en

URL-3: https://www.re-thinkingthefuture.com/architectural-community/a8177-commercial plywood-to-use-in-india/

URL-4: https://www.turanlarahsap.com/kontrplaklar/marin-kontrplak/

URL-5: https://rubankom.com/materialy/brus/str-brus/1381-brus-lvl

URL-6: https://www.raute.com/industries/lvl-production/

URL-7: https://metro-acoustics.com/2019/08/21/august-2019-newsletter-cross-laminated-timber-acoustics/

URL-8: https://www.ahsap.org.tr/yapisal-ahsap

URL-9: https://mavink.com/explore.php?q=cross+laminated+timber

URL-10: https://tr.wikipedia.org/wiki/Mjøstårnet

URL-11: https://www.timberblogger.com/glue-laminated-timber-advantages-and-disadvantages/

URL-12: https://insapedia.com/lamine-ahsap-nedir-laminasyon-islemi-neden-ve-nasil-yapilir/

URL-13: https://www.fastepp.com/concept-lab/material/parallel-strand-lumber-psl-3/

URL-14: https://mavink.com/explore/LSL-Beam

URL-15: https://www.naturallywood.com/products/laminated-strand-lumber/#:~:text=What%20is%20LSL%20used%20for,offers%20good%20fastener%2Dholding%20strength.

URL-16: https://cwc.ca/en/how-to-build-with-wood/wood-products/structural-composite/oriented-strand-lumber/

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

FARKLI PLASTİKLEŞTİRİCİLER KULLANILARAK ÜRETİLEN ALÇAK GERİLİM KABLOLARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Gökhan ÇOKLAR

Borsan Ar-Ge Merkezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi – gokhancoklar@borsan.com.tr - 0009-0005-1098-7659

Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÇEVİK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi - sinemu@omu.edu.tr - 0000-0002-3506-7892

Berkay Gökmen ÇOLAK

Borsan Ar-Ge Merkezi, berkaygokmencolak@borsan.com.tr - 0009-0000-9245-0049

Aleyna İrem Kara

Borsan Ar-Ge Merkezi – aleynairemkara@borsan.com.tr -0009-0006-8395-234X

Taha Karaoğlu

Borsan Ar-Ge Merkezi – tahakaraoglu@borsan.com.tr - 0009-0008-5163-566X

ÖZET

Kablolar, elektriği veya sinyali taşıyan bir iletkenden, bu iletkenin taşıma işlemini yapabilmesi için iletkeni kaplayan bir yalıtkandan ve taşıma ekipmanlarını kimyasal ve mekanik dış etkilerden korumak için polimerik malzeme olan dolgu, zırh, ayırıcı kılıf ve kılıf bileşenlerinden meydana gelmektedir. Alçak gerilim, sinyal, enstrümantasyon ve data kablolarının yalıtım, ayırıcı kılıf ve kılıflarında polivinil klorür (PVC) oldukça sık kullanılmaktadır. PVC normal şartlarda rijit ve çok sert bir malzemedir, bunun aksine kablolardan kullanım yerine göre oldukça fazla esneklik ve mukavemet beklenmektedir. Bu durumda kablolarda kullanılan PVC malzemeyi yumuşatmak, proseste ve kullanımda stabilitesini sağlamak için çeşitli malzemeler ile karıştırılarak kompozit malzemeler elde edilir. Kablolarda kullanılan plastik kompozitlerde pvc tozu, stabilizatör olarak (CaZn) kalsiyum çinko, dolgu malzemesi olarak kalsit (CaCO3) ve plastikleştirici olarak dioktikteraftalat (DOTP) en sık kullanılan malzemelerdir. DOTP sentezi için iki ana yöntemden birisi doğrudan esterleşme diğeri ise transesterleşme yöntemidir.

Esterleşme yönteminde teraftalik asit ve 2-etilheksanol bir katalizör eşliğinde reaksiyona sokulurken, transesterleşme yönteminde ise dimetil teraftalat ve 2 etilheksanol bir katalizör ile reaksiyona sokularak DOTP elde edilir. Ayrıca atık polietilen teraftalat ürünlerin geri dönüş yöntemi ile DOTP elde edilebilmektedir. Böylelikle atık ürünlerin ekosisteme yarı mamul olarak tekrar kazandırılması ile yeşil dönüşüm, karbon ayak izi miktarının düşürülmesi ve temiz üretim yöntemlerini etkili kullanabilme imkânı sunmaktadır. Bu çalışma, sentezlenmiş DOTP ve geri dönüşümden elde edilmiş DOTP yağının kablo uygulamalarında kullanılan PVC kompozitlere kazandırdığı mekanik özellikler ve karakterizasyonu konusunda karşılaştırma yaparak literatüre güncel bilgi sunmayı amaçlamaktadır.

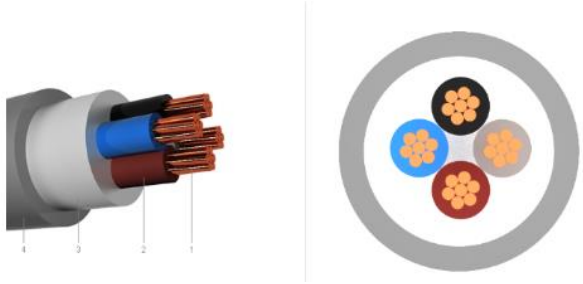
Anahtar Kelimeler: Kablo yalıtkanları, pvc, dotp, plastikleştirici, geri dönüşüm

1.GİRİŞ

Enerji iletimi ve dağıtımı için kullanılan kablolar, genellikle içerdikleri iletken kısımların üzerini yalıtkan bir madde ile kaplayan ve bir veya birden fazla kılıftan oluşan iletim araçlarıdır. Bu iletken kısımlar alüminyum, bakır, kalay kaplı bakır gibi malzemelerdir. Bu kablolar, günlük yaşamımızda evlerimizde, iş yerlerimizde, topluma açık olan tüm alanlarda, okullarda ve birçok elektronik cihazda çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır.

Kablo türleri, malzeme özellikleri ve kullanım amaçlarına göre farklı sınıflandırmalara tabi tutulur. Bu malzemeler genellikle termoplastik, termoset ve kauçuktur. Kullanım amaçlarına bağlı olarak kablo türleri, enerji kablosu, güç kablosu, sinyal kablosu, iletişim kablosu, veri kablosu, kumanda kablosu ve benzeri şekillerde adlandırılır.

Kablolar; hedef kullanım alanına, gerilim özelliklerine ve işletme durumlarına göre tek damarlı ve çok damarlı kablolar olarak ikiye ayrılmaktadır. Tek damarlı kablolar iletken tel demeti üstüne tek bir izolasyon malzemesi ile korumanın ve yalıtımın sağlandığı kablolar olup; çok damarlı kablolar ise birçok tel demetinin damar yalıtımının sağlanmış ve bir araya getirilerek koruyucu dış kılıf ile kaplanmış kablo çeşididir. Genel hatlarıyla bir kablo birçok katmandan meydana gelebilmektedir. Tek damarlı ve çok damarlı kablo örnekleri de Görsel 1.'de verilmiştir. [1]



Görsel 1. Çok damarlı kablonun bileşen ve kesit görünümü. [2]

Görsel 2. Tek damarlı kablonun bileşen ve kesit görünümü. [3]

Genel olarak kablolar birçok bileşenden meydana gelebilmektedir. İletken kısım, bu iletken kısmın yalıtımından sorumlu özellikle de elektriksel yalıtım özellikleriyle öne çıkan damar, iç kılıf ve dolgular, ayırıcı kılıflar, kablonun güçlendirici üyesi olan metalik zırhlar/örgüler ve koruyucu dış kılıflar kablonun ana bileşenleri olarak bilinir.

İletken kısım, elektrik enerjisini iletmekte kullanılan bir veya birden fazla telden meydana gelen, yalıtılmış veya yalıtılmamış tel demetleri olarak tanımlanır.

Çizelge 1. TS EN 60228'e göre iletken tipi ve açıklaması. [4]

İletken Tipi	Açıklaması
Sınıf 1	Katı İletkenler
Sınıf 2	Örgülü İletkenler
Sınıf 5	Bükülgen İletkenler
Sınıf 6	Bükülgenliği Sınıf 5'den Daha Fazla Olan İletkenler

Türkiye inşaat sektörü, kablo sektörünün gelişiminde en önemli rolü üstlenen sektör olmaya devam etmektedir. Türk kablo sektörünün bir diğer gelişim göstergesi ise Türkiye'nin kurulu gücüdür. Özellikle son yıllarda inşa edilen hidroelektrik (HES), jeotermal (JES), rüzgâr (RES)

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

ve güneş enerjisi (GES) santralleri Türkiye'de yenilenebilir enerjiye verilen önemi gözler önüne sermektedir. Tüm bu gelişmeler ışığında Türkiye'nin enerji ve iletişim konusunda bölgedeki en önemli aktörlerden birisi haline gelmesi, kablo sektörünün gelişimini desteklemektedir.

Türk kablo sektörü, bugün uluslararası standartlardaki üretim teknolojileri, eğitimli iş gücü, Ar-Ge çalışmaları ve giderek artan kalite bilinci ile dünya kablo sektöründe rekabet edebilecek ve tüm dünya ülkelerine ihracat yapabilecek seviyeye gelmiştir. Çizelge 2.'de Türkiye kablo ihracat rakamları gösterilmiştir. [5]

Çizelge 2. Türkiye Kablo İhracatı Rakamları [5]

Türkiye'deki üretimin yaklaşık %50'lik kısmının ihraç ediliyor olması; ülkemizin coğrafi konumu gereği, özellikle Avrupa, Afrika ve Orta Doğu ülkelerine yakınlığı dolayısı ile kablo sektörümüzün bölgede ne kadar önemli olduğunun en büyük göstergesidir.

Yıllık ortalama 2 milyar USD civarında kablo ihracatı yapan ülkemiz; başta Birleşik Krallık, Irak, İsrail, Almanya ve Türkmenistan olmak üzere 200'e yakın ülkeye kablo ihraç etmektedir. [6]

Kabloların elektriksel iletiminin başarısının bir kısmı da yalıtkanına bağlıdır. Yalıtım kalitesi ve kalınlığına göre iletkenlerin direnci değişkenlik göstermektedir. Direnci etkileyen faktörlerden biri de iletkenin sıcaklığıdır, iletken sıcaklığını etkileyen parametrelerden biri de yalıtkanın kalınlığı ve malzemesidir. Örneğin aynı kesite sahip iki kablodan birinin yalıtım malzemesi xlpe diğerinin ise pvc olsun, bu durumda xlpe yalıtkana sahip kablonun çalışma sıcaklığı 90 C° yi bulurken pvc yalıtkanlı kablonun çalışma sıcaklığı 70 C° olmaktadır.[7]

Kablolarda en yaygın kullanılan PVC (polivinil klorür) termoplastik malzemedir. PVC ucuz ve dayanıklıdır. PVC'nin düşük termal stabilitesi vardır ve endüstrideki kullanımı sınırlıdır. Son yıllarda PVC'nin termal stabilitesini ve mekanik özelliklerini artırmak için birkaç girişimde bulunulmuştur. Modifiye edilmemiş PVC polimeri kırılgandır, ham formda PVC üretimi, ısı ve basınca maruz bırakıldığında özelliklerini ciddi şekilde bozar. PVC'nin dünya çapında kullanımı, PVC bileşiğine (polimer bazına katkı maddeleri eklemek) dayanmaktadır. PVC özelliklerinin uygun katkı maddeleri kullanılarak düzgün bir şekilde işlenmesi, PVC'den tamamen farklı davranış ve özelliklere sahip bir bileşik üretir. Belirli bir katkı maddesinin seçimi, PVC ürününün son kullanımına bağlıdır; örneğin, PVC reçine, su boruları, tesisat bağlantıları gibi rijit ürünlerin yapımında plastikleştirici içermez. [8]

PVC kompozitlere esneklik özelliğini sağlayan malzeme plastikleştiricidir. PVC malzemelerde genellikle plastikleştirici olarak dioktiltetraftalat (DOTP) kullanılmaktadır. DOTP reçetedeki pvc tozu, kalsit tozu ve kalsiyum çinko tozu gibi katı bileşenleri birbirine bağlamaktadır. DOTP sentezi esterleşme ve transesterleşme yöntemleri ile sentezlenebildiği gibi atık pet şişelerden de geri dönüşüm yoluyla elde edilebilmektedir. Bu çalışmada sentezlenmiş dotp ile geri dönüşüm dotp kullanılan pvc kompozitlerin kablo izolasyon ve kılıflarının mekanik özelliklerine etkisi incelenmektedir.

2. KABLOLARDA PVC KULLANIMI

PVC kablolarına işlenebilirlik kazandırmak ve yumuşaklık ile esneklik sağlamak amacıyla genellikle %40-60 phr yük aralığında çeşitli türlerde primer plastikleştiriciler eklenir [9]. Özellikle 100 °C üzerindeki daha yüksek servis sıcaklıklarında, çeşitli stabilizatörlerin karışımları olarak kullanılan çeşitli stabilizatörlerle PVC kabloların termal stabilitesini artırmak için çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. [11] PVC kabloların termal stabilitesini artırmak için stabilizatör yükleme seviyeleri genellikle %0.5 ila %25 arasında değişir [10]. Bu temel gereksinimlere ek olarak, PVC kabloların düşük sıcaklıklarda mekanik özellikleri, diğer termoplastikler, elastomerler veya termoplastik elastomerlerin eklenmesiyle değerlendirilir. [12]

PVC malzemeleri farklı tekniklerde polimerize edilir ve farklı moleküler ağırlıklara ve bu nedenle K değerlerine sahiptir. Örneğin, K değeri düşük moleküler ağırlıklar için 45 ile 50 arasında, orta moleküler ağırlıklar için 60-70 arasında ve yüksek moleküler ağırlıklı polimerler için 80-100 arasında değişir [13]. Birçok üretici, kablo yalıtım bileşikleri için K değeri 70

etrafında olan PVC'yi tercih eder. Düşük moleküler ağırlıklı PVC reçinelerinin kullanımı, gerilme mukavemeti, kopma mukavemeti ve yırtılma mukavemeti gibi mekanik özellikleri tehlikeye atar. K değeri arttıkça, dayanıklılık, sertlik ve darbe direnci artar, ancak uzama yeteneği azalır. Gerilme özellikleri açısından moleküler ağırlık ve dolayısıyla K değeri, kristalliğin derecesinden daha belirgin bir rol oynar. Daha yüksek K değerlerinin mekanik ve termal özellikler üzerinde olumlu bir etkisi olsa da, bunlar polimer bileşiklerinin işlenmesinde zorluklara neden olacaktır. Ayrıca, K değeri işlemleri kontrol etmek için bir belirleyici olarak bilinir. Bu nedenle, PVC'nin mekanik özellikleri aynı zamanda K değerine ve son kullanım için uygun işlem koşulları ile eklenen katkı maddelerine bağlıdır. Tüm bu durumlar, uygun katkı maddelerini seçme ihtiyacını ortaya çıkarır ve katkı maddesi seviyelerinin yüksek K değerlerine göre geliştirilmiş mekanik özellikler için optimize edilmesi esastır.[14]

2.1. Plastikleştiriciler

Plastikleştirici, bir malzemenin esnekliğini, işlenebilirliğini ve/veya yumuşaklığını artırmak için eklenen bir maddedir. Genel kavramda örneğin seramik malzemeler içerisinde kile katılan su gibi görev yapmaktadır. Plastikleştiriciler, bir polimere işlenme sırasında ve son üründe çeşitli özellikler kazandırma yeteneğine sahiptir. Plastikleştiriciden beklenen en yaygın özellikler camsı geçiş sıcaklığını azaltma, malzemeyi daha esnek ve yumuşak hala getirme, uzama artışı, gevrekliği azaltma ve düşük sıcaklı özellikleri, reolojik özelliklerinin iyileştirilmesidir. [15]

Plastikleştiricinin PVC ile iyi bir performans sergilemesi için, polimerin polar bölgelerine bağlanabilen bir polar kısmının ve serbest hacme eklenen bir non-polar kısmının olması gerekmektedir. Her tür plastikleştiricinin kendi karakteristikleri vardır ve polimerle farklı şekillerde performans gösterir. Belirli bir plastikleştirici ailesi içinde, örneğin ftalatlar, plastikleştirme davranışı oldukça benzerdir ve genellikle karbon zincir sayısı veya doğrusallık arasında farklılık gösterir. Bir plastikleştiricinin çözücülük yeteneği, PVC reçinesine tamamen çözünebilme yeteneğidir. Bu, belirli bir çözünürlük parametresi tarafından verilir. Çözünürlük parametresi PVC'ye ne kadar yakınsa, matrise daha kolay çözünür. Çözücülük yeteneği ayrıca erime ve jelleşme sıcaklığı ile de ilişkilidir. Daha yüksek çözünürlük, daha düşük sıcaklıkları üretir. Plastikleştirici uyumluluğu, bir plastikleştiricinin polimerle ne kadar uyumlu olduğunu tanımlamanın bir yoludur. Uyumluluk, plastikleştiricinin polimerle ne kadar iyi uyum sağladığına ve plastikleştiricinin çözünürlük ve polaritesi ile ilgili olarak değerlendirilir. Plastikleştiricilerin parametreleri polimerle benzerse, uyumluluk o kadar yüksek olacaktır.

Başka bir önemli faktör de plastikleştirici kalıcılığıdır. Plastikleştiriciler kimyasal olarak PVC matrise bağlı olmadıkları için, plastikleştiricilerin polimerden dışarı göç etme yeteneğine sahiptirler. Aynı zamanda başka kimyasallar tarafından PVC'den çıkarılabilirler. Plastikleştiricinin uçuculuğu genellikle plastikleştiricinin matristen ayrılma eğilimlerinin bir göstergesi olarak kabul edilir [16]

PVC'nin dünya genelindeki kullanımı, PVC'nin ham polimerine katkı maddeleri eklenmesiyle gerçekleşir ve bu sürece bileşimleme denir. Bileşik için tipik bir tarifin hazırlanma yöntemi ise "Formülasyon" olarak bilinir. Plastikleştiriciler, ısı stabilizatörleri, kaydırıcılar, dolgu maddeleri ve diğer monomerlerle kopolimerleşme gibi katkı maddelerinin eklenmesiyle, PVC'nin zayıf özellikleri iyileştirilebilir [17]. Ticari olarak, PVC'nin bileşimi, proses için uygun ve mümkün olan en düşük maliyetle performans gösteren homojen bir karışım üretmek için ham polimere yeterli düzenleyici bileşenleri içerir. Uygun bir şekilde bileşiklenmiş ve işlenmiş PVC reçinesi ile ham PVC karşılaştırıldığında iki malzemenin oldukça farklı davranış ve özelliklere sahip olduğu görülür. [18]

PVC bileşiği hazırlanırken polimerin kimyasal yapısına düşük elastikiyet, geniş plastik deformasyon sıcaklık aralığı, düşük sıcaklıklarda çalışabilme kabiliyeti ve yangına dayanım gibi spesifik özellikler katmak amacıyla plastikleştiriciler ve stabilizatörler kullanılır. Üretim sürecinin ilerlemesi, PVC'nin uygulama alanının genişlemesi ve çeşitli özelliklere ulaşılması, etkili plastikleştirici oluşturma sorununun başarılı bir şekilde çözülmesiyle önemli ölçüde bağlantılıdır [19]. En çok tüketilen plastikleştiriciler ftalik asidin esterleridir. Ftalatlar polimerlerle mükemmel uyumluluk gösterir ve polimerlere aşınma direnci, düşük sıcaklık direnci, termo kararlılık ve ışık direnci gibi yüksek fiziksel ve mekanik özellikler kazandırırlar [20]

2.1.1. Dotp Sentezi

DOTP sentezi için iki ana yöntem bulunmaktadır: doğrudan esterleştirme ve transesterleşme. Doğrudan esterleştirme yöntemi, tereftalik asit ve 2-etylheksanol'ün bir katalizör eşliğinde reaksiyona sokulmasıyla gerçekleştirilir. Transesterleşme yöntemi ise, dimetil tereftalat ve 2-etylheksanol'ün bir katalizör eşliğinde reaksiyona sokulmasıyla gerçekleştirilir. Ayrıca, atık PET ürünlerinden DOTP sentezi de mümkündür ve çevre dostu bir üretim yöntemidir. Bu yöntem, atık PET ürünlerinin geri dönüşümüne katkıda bulunarak çevre dostu bir üretim süreci oluşturur.

Transesterleşme yöntemi DOTP sentezi için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, dimetil tereftalat ve 2-etylheksanol bir katalizör eşliğinde reaksiyona sokulur. Bu reaksiyon sonucunda, DOTP ve metanol oluşur. Transesterleşme yöntemi, doğrudan esterleştirme yöntemine göre daha az miktarda tereftalik asit kullanımı gerektirir ve daha az miktarda yan ürün oluşumu sağlar. Bu nedenle, transesterleşme yöntemi DOTP sentezi için daha ekonomik bir yöntem olarak kabul edilir. [21]

Esterleşme yöntemi, DOTP sentezi için kullanılan bir kimyasal reaksiyon yöntemidir. Bu yöntemde, tereftalik asit (TPA) ve 2-etylheksanol (2-EH) adlı bileşenler bir katalizör eşliğinde reaksiyona sokulur. Bu reaksiyon sonucunda, DOTP (Dioctyl Terephthalate) ve su oluşur. Esterleşme reaksiyonu, tereftalik asit ve 2-etylheksanol arasındaki ester bağının oluşumuyla gerçekleşir. Esterleşme yöntemi, DOTP sentezi için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir ve endüstriyel ölçekte uygulanabilir. Bu yöntem, DOTP'nin endüstriyel üretiminde tercih edilen bir süreçtir ve DOTP'nin çeşitli uygulamalarda kullanılmasını sağlar.

DOTP, PVC ile yüksek uyumluluğa sahiptir ve DOTP ile plastikleştirilmiş PVC iyi migrasyon, mekanik ve termal özellikler sergilemektedir. Bu özellikleri sayesinde DOTP, PVC uygulamalarında endüstriyel olarak tercih edilen bir plastikleştirici olarak öne çıkmaktadır. [22]

2.1.2. PET’den DOTP Sentezi

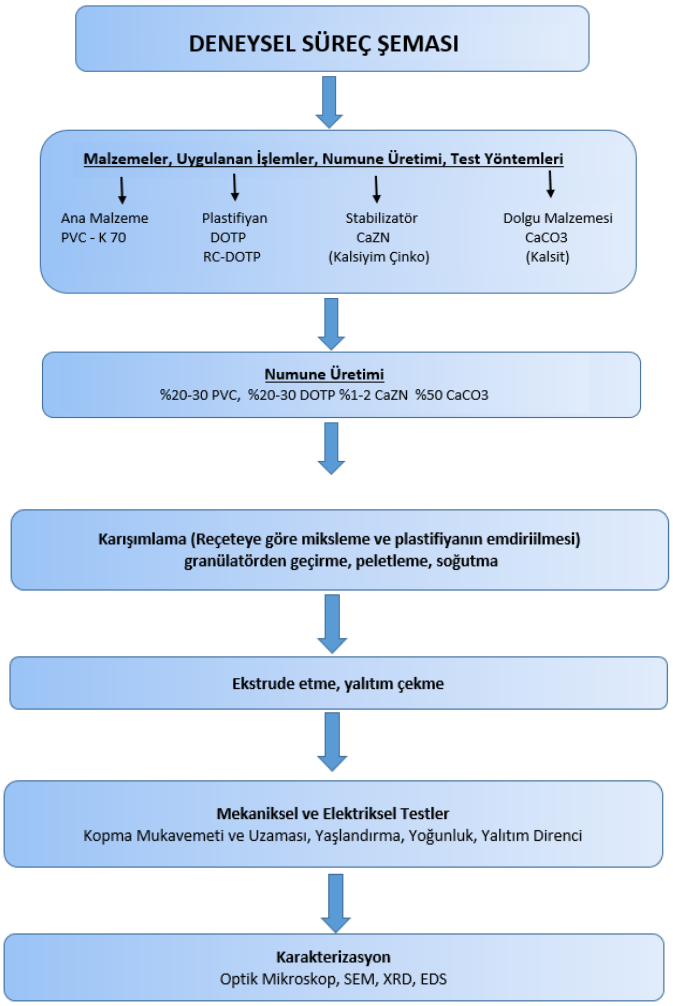
DOTP, tereftalat poliesterlerinden, örneğin PET, degradatif transesterifikasyon kullanılarak üretilebilir. Bu süreç sadece maliyet etkin değil, aynı zamanda çevre dostu bir yaklaşımı temsil eder, çünkü atık PET kullanılarak DOTP elde edilir. Asitler, bazlar ve bazı metal tuzları, PET'nin bozunması için katalizör olarak kullanılmıştır. Dupont ve Gupta 1994 yılında DOTP üretimi üzerine bir çalışma yapmıştır. İlk olarak, üç farklı atık PET ürünü temizlenip peletlendirilmiştir. Daha sonra, bunlar, geleneksel bir esterleşme reaktöründe 2-etilhekzanol ile reaksiyona sokulmuştur. Yaklaşık 220 °C'de, reaktanlar bir katalizörle 4 ila 6 saat arasında ısıtılmıştır.

1 kg DOTP elde etmek için yaklaşık 500 gram atık PET yeterlidir. Thavornsetawat ve ark. sodyum hidroksit katalizörü kullanarak PET şişelerinden %92 saflıkta TPA (teraftalik asit) sentezledi, bunun için su ile temizlenen PET şişelerini kullanmadan önce, 100 °C'de 6 saat boyunca ısıtarak ve öğütme işlemine tabi tuttu. Reaksiyon, 180 °C'de 1 saat boyunca azot atmosferinde gerçekleşti. Daha sonra, TPA ve 2-EH'nin doğrudan esterleşme reaksiyonuyla DOTP, 160 °C'de 6 saat boyunca elde edilmiştir. [23]

Elde edilen DOTP'nin hafif sarımsı bir rengi, 1.472'lik bir kırılma indisine, 0.936'lık bir özgül ağırlığa ve 0.0044 mg KOH/g asit değerine sahiptir. Zuoyun ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, DOTP, atık PET ve 2-EH kullanılarak bir çözgen kullanılarak elde edildi ve bu çözgen, etilen glikolün (EG) sistemden ayrılma oranını artırdı. %2-5 oranında Zn(CH3COO)2, uygun katalizör olarak seçildi. En uygun reaksiyon koşulları, PET/2-EH ağırlık oranının 1:2 ve 190 °C-230 °C sıcaklık aralığı olarak gözlemlendi. Ayrıca, PET boyutları azaldıkça reaksiyon süresi azaldı [44]. Atık PET, 2-EH ile reaksiyona girerek DOTP üretilmiştir. [24]

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada kullanılan pvc tozu, dotp yağı, geri dönüştürülmüş dotp yağı, kalsiyum çinko ve kalsit malzemelerinin özellikleri ve kullanım şekilleri verilmiştir.



Görsel 3. Deneysel Sürecin Şeması

3.1.Kullanılan Malzemeler

PVC, birçok endüstriyel uygulama için kullanılan bir termoplastik polimerdir. Bu malzeme genellikle dayanıklı, kimyasal dirençli ve ekonomik bir seçenek olarak bilinir. K-70 ifadesi, PVC'nin belirli bir viskozite aralığına sahip olduğunu belirtir. Viskozite, bir sıvının akış direncini ölçen bir terimdir. Genellikle inşaat malzemeleri, tıbbi cihazlar, kablo kaplamaları, boru sistemleri ve diğer birçok endüstriyel ürünün üretiminde kullanılır. Belirli bir viskoziteye sahip olması, özellikle belirli üretim süreçlerine daha uygun olmasını sağlayabilir.

Çalışmada kullanılan PVC K 70 reçine özel bir firmadan tedarik edilmiştir. Reçinenin 25 C°'deki vizskozitesi 125 cm^3/g, K sayısı 70, yığın yoğunluğu 0,48 g/cm^3, tane boyutu dağılımı 0,025mm den büyük çapta ağırlıkça maksimum %3, 0,063 mm den büyük çapta ağırlıkça maksimum %92, uçucu madde ağırlıkça maksimum %0,3'tür. Bu çalışmada yaklaşık olarak %30-40 PVC reçine kullanılmıştır.

Dioktil tereftalat (DOTP), bir çeşit plastikleştirici veya yumuşatıcıdır. DOTP, genellikle polivinil klorür (PVC) polimerlerini yumuşatmak ve esnek hale getirmek için kullanılır. PVC, doğal olarak sert bir malzemedir ve çeşitli uygulamalarda daha esnek ve elastik bir yapıya sahip olması gereken durumlarda DOTP gibi plastikleştiriciler kullanılır.

DOTP, özellikle gıda ambalajı, tıbbi cihazlar, oyuncaklar, zemin kaplamaları, kablo izolasyonu ve diğer plastik ürünlerin üretiminde kullanılır. DOTP, diğer bazı plastikleştiricilerden farklı olarak, özellikle endişe uyandıran ve çevresel etkileri nedeniyle kullanımı sınırlanan ftalat türleri yerine terftalat ailesine aittir.

Bu çalışmada özel bir firmadan tedarik edilen DOTP ve DOTP-H kullanılmıştır. DOTP yağı saflaştırılmış, yoğunluğu 0,98 g/cm^3, viskozite 65,8 mPa.s (25 °C), donma noktası -48 C°, parlama noktası 212 C° renksiz ve sıvı formdadır. DOTP-H ise yoğunluğu 0,98-1,015 g/cm^3, viskozite 85-105 mPa.s (25 °C), donma noktası -48 C°, parlama noktası 212 C° mPa.s (25 °C), rengi ise amber/sarımtıraktır. Bu çalışmada ortalama %20-25 DOTP ve DOTP-H kullanılmıştır.

Kalsiyum çinko stabilizatörleri, PVC'nin işleme sırasında ve kullanım süresince termal bozulmalara karşı direnç göstermesine yardımcı olan katkı maddeleridir. Bu stabilizatörler, polimerin termal bozulmalara karşı direncini artırarak, özellikle yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında malzemenin özelliklerini korumasına yardımcı olurlar. Bu stabilizatörler, genellikle çevre dostu olarak kabul edilir ve kurşun gibi toksik maddelerin kullanımını azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla tercih edilir. Bu çalışmada ağırlıkça ortalama %1-3 oranında özel bir firmadan tedarik edilen toz formda beyaz renkli, 800 C°'de kül miktarı %47-50 olan stabilizatör kullanılmıştır.

Kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) PVC (polivinil klorür) formülasyonlarında yaygın olarak kullanılan bir dolgu maddesidir. Kalsiyum karbonat, PVC içinde kullanıldığında çeşitli avantajlar sağlar ve bir dizi uygulama için özellikle önemlidir. Kalsiyum karbonat, PVC'nin yoğunluğunu azaltmaya yardımcı olur. Bu, malzemenin hafif olmasını ve belirli uygulamalarda daha ekonomik bir seçenek olmasını sağlar. PVC formülasyonlarına eklenerek maliyeti düşürebilir. Diğer dolgu maddeleri veya katkı maddelerine kıyasla genellikle daha ekonomiktir. PVC'nin mekanik dayanıklılığını ve sertliğini artırabilir. PVC'nin ısıl iletkenliğini azaltabilir. Bu durum malzemenin izolasyon özelliklerini artırabilir. PVC ürünlerinin yüzey kalitesini iyileştirebilir ve işlenebilirliğini artırabilir. Bu çalışmada özel bir firmadan yüksek saflık ve beyazlıkta, doğal, çok ince öğütülmüş, stearik asit kaplı kalsiyum karbonat tedarik edilmiştir. %96 CaCO3, %0,20 MgO, %0,01 Fe2O3, SiO2, Al2O3 içerir. 1 mikron çapa, 2,7 g/cm³ yoğunluğa, 3Mohs sertliğe %17 yağ emme özelliğine sahiptir. Bu çalışmada ortalama %30-40 kaplı kalsit kullanılmıştır.

3.2.PVC Granül Üretimi ve Kablo İzolasyonu Çekimi

200 kg kapasiteli mekanik mikserin içerisine gravimetrik dozajlama makinaları ile sırasıyla pvc, kalsit, kalsiyum çinko ve son olarak dotp yağı eklenir. Bu sırada mikserleme devam eder. Ortalama 8-10 dakikalık mikserleme süresi sonucunda sıcaklık 96 C°'ye ulaştığında mikserleme biter. Formülasyon hazır ve karışmış formdadır. Yağ pvc tarafından emilmiştir. Mikser bir ara tanka klape vasıtasıyla dökülür. Çalışmada 2 farklı karışım hazırlanmıştır. Bir karışımda plastifiyan olarak DOTP yağı diğer karışımda ise DOTP-H yağı kullanılmıştır.

Elde edilen karışım helezon vasıtasıyla granülatörün silosuna aktarılmıştır. Saatte 1 ton kapasiteli rotarlı (kovan içerisinde ileri geri hareket edebilen) mil kovan yapısına sahip granülatör kullanılarak hamur haline getirilmiştir. Rotarlı mil sayesinde malzemenin hamur yapısını elde edebilmek için basınç ayarı yapılabilmektedir. 195 C° mil kovan sıcaklığında hamur üretimi gerçekleştirilmiştir. Hamurlaşan malzeme gazının alınması ve kesme bıçaklarında peletlenmesi için yatay bir aktarım ekstrüderine dökülmektedir.

Daha sonra bıçaklar ile kesilerek peletlenen granüller soğutma sikloluna aktarılmıştır. Bu sayede granüllerin birbirlerine yapışmaları engellenmektedir. Daha sonra titreşimli bir banttan geçerek kantara gönderilen granüller tartılarak paketlenmiştir.

Kablo numunesi üretiminde 24 L/d oranına sahip vida çapı 100 mm olan ekstruder kullanılmıştır. Öncelikle 10 mm² class 5 bakır iletken üzerine izolasyon çekilmiştir. Daha sonra bu damarlar birbirine bükülmüş ve son olarak da yine aynı ekstruder hattında kılıflama işlemi

yapılmıştır. Elde edilen granüller vakum sistemi ile ekstruder besleme hunisine çektirilmiştir. Ekstruder hattının ısı profili 120-170 C^2 arasındadır. Ayrıca numunelerin kolay ayırt edilebilmesi adına her bir formülasyona ekstrüzyon sırasında volümetrik dozajlama makinası ile %1 boya masterbatch eklenmiştir. 2 farklı formülasyon ile aynı parametrelerde numuneler çekilmiştir.

3.3 Mekaniksel Testler

İki farklı numuneyi karşılaştırmak için öncellikle her iki damardan da TS EN ISO 6259-1 standartlarına uygun MT-NKK kaşık numune alma aparatı ile papyon numuneler alındı.

3.3.1.Kopma Uzaması ve Mukavemeti Ölçümü

Her iki damardan da alınan papyon numuneler Devotrans marka DVT-BB4 model ile 200 mm/dk hızında çekme yapılarak kopma uzaması ve kopma mukavemetleri ölçülmüştür.

3.3.2. Yaşlandırma Öncesi ve Sonrası Uzama ve Mukavemet Değerlerinin Karşılaştırılması

Sentezlenmiş DOTP ve geri dönüşüm DOTP kullanılan numunelere sıcak hava etüv fırınında 80 C° sıcaklıkta 168 saat yaşlandırma uygulanmıştır. Daha sonra fırından çıkan numuneler 16 saat oda sıcaklığında şartlandırılmıştır. Şartlanan numuneler çekme cihazı ile 200 mm/dk hızında çekilmiştir. Yaşlandırma öncesi ve sonrası uzama ve kopma değerlerinin ortancası alınarak karşılaştırma yapılmıştır.

3.3.3. Isı şoku testi

TS EN 60811-3-1 standardına göre hazırlığı yapılan 2 adet numune TS IEC 60502 standardına göre sıcak hava etüvünde 1 saat boyunca 150 C°'de bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan numuneler oda sıcaklığına geldiğinde büyüteç yardımı olmaksızın göz ile muayene sonucu çatlak tespiti yapılmıştır.

3.3.4. Yüksek Sıcaklıkta Basınç Testi

Senztezlenmiş DOTP ve geri dönüşüm DOTP den üretilen kablo kılıf malzemeleri 10 x 2 cm ebatlarında kesilmiştir. Et kalınlıkları göre aşağıdaki formülasyon uygulanarak sıkıştırma kuvveti hesaplanmıştır. 80 C°'de sıcak hava etüvünde 6 saat boyunca çelikten yapılmış bir bıçak kullanılarak numune üzerine ağırlıklar vasıtasıyla sıkıştırma kuvvet uygulanmıştır. Daha sonra numuneler su ile hızlı soğutulmuş ve dijital mikroskop ile numuneler üzerindeki izlerin derinlikleri ölçülmüştür.

3.3.5. Kütle Kaybı Deneyi

IEC 60811-3-2 standardına göre 3 er adet numune halter biçiminde hazırlanmıştır. 20 saat desikatörde bekletilen numuneler sıcak hava etüvünde 80 C° sıcaklıkta 168 saat boyunca bekletilmiştir. Fırından çıkan numuneler tekrar 20 saat boyunca desikatörde bekletilmiştir ve ardından kütleleri ölçülerek fırın öncesi ve sonrası kütleleri arasındaki fark tespit edilmiştir. Hesaplamalar aşağıdaki yüzey alanı formülüne ve kütle kaybı formülüne göre yapılmıştır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kopma uzaması ve kopma mukavemetleri karşılaştırıldığında sentezlenmiş dotp'den üretilen numunenin kopma mukavemetinin %9 daha düşük kopma uzamasının ise %9,5 daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna ilaveten yaşlandırma öncesi ve sonrası kopma uzamasının değişimi sentezlenmiş DOTP yağı kullanılan numunede geri dönüşüm DOTP yağı kullanılan numuneye göre %29 daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre geri dönüşüm DOTP yağının yaşlandırma şartlarından daha fazla etkilendiği ortaya çıkmıştır. Yaşlandırma koşulları sırasında geri dönüşüm DOTP yağının uçarak kompozit malzemeden uzaklaştığı ve bunun sonucunda plastifiyan özelliğinin azaldığı görülmüştür. Yaşlandırma öncesi ve sonrası kopma mukavemetinin değişimi sentezlenmiş DOTP yağı kullanılan numunede geri dönüşüm DOTP yağı kullanılan numuneye göre %24 daha az olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre geri dönüşüm DOTP yağı kullanılan plastik kompozit malzemeden yağın bir miktar uçması sonucu kopma mukavemetinin daha fazla değiştiği gözlemlenmiştir. Isı şoku testi sıcak hava etüvünde mandrele sarılmış şekilde 150 C°'de 1 saat olarak sentezlenmiş numune ve geri dönüşüm numuneye uygulanmıştır. Numunelerin her ikisinin yüzeyinde de herhangi bir çatlak, yırtılma veya delinme gözlenmemiştir. Senztezlenmiş DOTP'de kullanılan plastik kompozit numunenin sıkıştırma kuvveti sonucu üzerinde oluşan çentik derinliği ilk kalınlığa göre %12'dir, geri dönüşüm DOTP kullanılan numunenin ise ilk kalınlığa göre çentik derinliği %8'dir. Bu durumda sentezlenmiş DOTP kullanılan numunenin plastisitesi daha fazla olduğu için sıkıştırma kuvveti sonucu daha fazla çentik derinliği meydana gelmiştir. Kütle kaybı test sonuçlarına göre sentezlenmiş DOTP yağından elde edilen numunede kütle kaybı, geri dönüşüm DOTP yağından elde edilen numuneye göre %78 daha azdır. Bu durum geri dönüşüm DOTP yağının sıcaklıkla beraber kompozit malzemeden uçtuğunu ve kütle kaybına daha fazla sebep olduğu açıkca gözükmektedir. Sonuç olarak sentezlenmiş dotp yağının kablo izolasyon ve kılıflarında kullanımının geri dönüşüm dotp yağı kullanımına göre daha iyi sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Fakat geri dönüşüm dotp yağının kullanıldığı numunelerinde kablo

standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu sebeple çevre dostu bir yaklaşım da sergilediği için geri dönüştürülmüş dotp kullanımının literatürde daha fazla yer bulması gerekmektedir. Bu çalışma literatüre bu alanda bilgi sağlamayı hedeflemektedir.

KAYNAKÇA

[1] Ahmet Akın Şener, Magnezyum Hidroksitin Alçak Gerilim Kablolarda Alev Geciktirici Olarak Kullanılmasının İncelenmesi 2002.

[2] https://www.vatan.com.tr/urunler/alcak-gerilim-kablolari/pvc-izoleli-cok-damarli-bakir-iletkenli-kablolar.html#print-wrap

(Erişim tarihi: 08.12.2023)

[3] https://www.vatan.com.tr/urunler/alcak-gerilim-kablolari/pvc-izoleli-kilifsiz-tek-damarli-bukulgen-bakir-iletkenli-kablolar-.html#print-wrap

(Erişim tarihi: 08.12.2023)

[4] TS EN 60228:2005, Elektroteknik Güvenlik ve Aydınlatma Özel Daimi Komitesi, Kablolar - Yalıtılmış kabloların iletkenleri 2005

[5] https://kabloder.org/wp-content/uploads/2020/03/Kabloder-Brosur-Web-3.pdf

(Erişim tarihi: 10.11.2023)

[6] https://immib.org.tr/tr/cru-2022-tel-ve-kablo-konferansi

(Erişim tarihi: 10.10.2023)

[7] Tanırcan, L. (2006). Denizaltı güç kabloları ve uygulamaları (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[8] YOUSEF NS. PVC COMPOUNDING: PREPARATION, PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES. International Journal of Mechanical and Production Engineering. 2018;6(12).

[9] He H, Zhang Q, Wang X, Wang F, Zhao L, Zhang Y (2017) The infuence of currents on the ignition and correlative smoke productions for PVC-insulated electrical wires. Fire Technol 53:1275–1289. https://doi.org/10.1007/s10694-016-0634-y

[10] Abdel-Gawad NMK, El Dein AZ, Mansour DEA, Ahmed HM, Darwish MMF, Lehtonen M (2018) Multiple enhancement of PVC cable insulation using functionalized SiO2 nanoparticles based nanocomposites. Electr Power Syst

[11] Mirci LE, Boran S (2007) Plasticizers and lubricants of adipic ester type with complex structure. Mater Plast 44:383–392

[12] Wilkes CE, Daniels CA, Summers JW (2005) PVC Handbook. Carl Hanser Verlag, Ohio1

[13] Marceneiro S, Alves R, Lobo I, Dias I, Pinho E, Dias AMA, Rasteiro MG, de Sousa HCC (2018) Efects of poly(vinyl chloride) morphological properties on the rheology/aging of plastisols and on the thermal/leaching properties of flms formulated using nonconventional plasticizers. Ind Eng Chem Res 1:43. https://doi.org/ 10.1021/acs.iecr.7b03097

[14] Sya'bani MW, Devi C, Hermiyati I, Angkasa AD (2019) The efect of PVC's resin K-value on the mechanical properties of the artifcial leather. Majalah Kulit Karet danPlastik 35:75–82. https:// doi.org/10.20543/mkkp.v35i2.5639

[15] P. Walters, D. F. Cadogan and C. J. Howick, "Plasticizers," in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley, 2020, pp. 1-27.

[16] K. Endo, Prog Polym Sci., 27 (2002) 2021

[17] A. Elgozali and M. Hassan, J. Sc. Tech., 9 (2008)

[18] Mazitova, A. K., Aminova, G. K., Maskova, A. R., Yagafarova, G. G., & Mazitov, R. M. (2017). New plasticizers for PVC-compositions in construction. Nanotekhnologii v Stroitel'stve, 9(4), 48-63.

[19] Kozlov P.V., Popkov S.P. Fiziko-himicheskie osnovy plastifikacii polimerov [Physico-chemical basis of plasticization of polymers]. Moscow, Himija [Chemistry], 1982. 224 p. (In Russian).

[20] Chen J, Lv J, Ji Y, Ding J, Yang X, Zou M, Xing L. "Alcoholysis of PET to produce dioctyl terephthalate by isooctyl alcohol with ionic liquid as cosolvent". Polymer Degradation and Stability, 107, 178-183, 2014.

[21] Moulay S. "Chemical modification of poly(vinyl chloride)Still on the run". Progress in Polymer Science, 35(3), 303-331, 2010.

[22] G.P. Gupta, L. Dupont, Production of terephthalate esters by degradative transesterification of scrap or virgin terephthalate polyesters, US5319128A, 1994.

[23] Altun, A., & Fellah, M. F. (2022). A mini-review on different synthesis reactions of dioctyl terephthalate (DOTP) and properties of DOTP plasticized PVC. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28(7), 1001-1013.

TEMPERATURE EFFECT COMPENSATION OF ULTRASONIC FLOW MEASUREMENT

Alkım GÖJÇEN
BAYLAN Ölçü Aletleri, a.gokcen@baylanwatermeters.com, 0000-0002-8131-388X
Bahadır YEŞİL
BALYAN Ölçü Aletleri, b.yesil@baylanwatermeters.com, 000-0002-9622-2593

ABSTRACT

In this paper, the behavior of ultrasonic transducer used in water flow rate measurement studies is investigated under different ambient temperature conditions, and a compensation work is described. These sensors, capable of bidirectional operation and generating ultrasonic sound wave by applying electrical signals, are used in sensor-based studies due to their unique features. Measurement data at pre-determined temperature points from the relevant system were collected to examine the errors in measurement processes resulting from the complexity introduced by different ambient (water) temperature conditions in the dynamics of the sensor system. The aim is to use the data examined in the simulation environment to develop a machine learning-based compensation model that aims to optimize measurement errors. Through repeated tests under different temperature and flow conditions, this model is intended to adapt time-of-flight (TOF) measurements of ultrasonic waves. Within this method, based on establishing a mathematical relationship between temperature changes and TOF signals, machine learning algorithms including linear regression, support vector regression (SVR), Gaussian process regression (GPR), and artificial neural networks (ANN) are utilized. The compensation performance of the proposed model is examined through error metrics such as R^2, root mean square error $(RMSE)$, mean absolute error (MAE) and mean square error (MSE).

Keywords: Time-of-flight measurement, Flow calibration, Temperature compensation, Machine learning-based compensation.

1. INTRODUCTION

Piezoelectric materials are one of the fundamental devices employed in many fields including the biomedical (Sarjova et al., 2005), control (Du et al., 2021), textile (Xin et al., 2016), distance measurement (Carullo & Parvis, 2001) and liquid/gas flow rate measurement (Gökçen & Yeşil, 2022). Ultrasonic transducers are piezoelectric-based bipolar sensor devices which generate ultrasound waves when electric signal is applied, and generates electric signals against ultrasound waves. Conventional use of an ultrasonic transducer is based on measuring the amplitude and time domain features of the echo signal, which is generated and transmitted form one transducer to another. This measurements may be considered to characterize the ultrasonic echo waves. Thus, the medium where the ultrasound waves propagating can be analyzed. However, uncertain change of system parameters caused by various external effects or system aging may cause error in echo signal charaterisation. Herein, related problems and proposed methods given in the literature by other researchers are investigated: In their study, Huang and Young (2009) utilized an external sensor for measuring the temperature within a distance measurement system, thereby adjusting the ultrasound velocity throughout the measurement procedure. During the measurement process, Wang and Zhang (2010), suggested to employee a neural network model which takes into account temperature sensor data and ultrasonic flow measurements to calibrate and compensate the system. This study demonstrated a reduction in measurement error from 5.2% to 3%. Harley and Moura (2012) employed a scale transform and cross-correlation-based methods to identify the phase delays caused by temperature variations. Through this approach, proposed method was able to pinpoint the optimal time-domain charactersitics of ultrasonic waves. Their methodology aimed to accurately characterize the effects of temperature variations on the phase of the waves. Jia et al. (2021) proposed to use a new methodology aimed at modeling the temperature effects on both the signal amplitude and waveform of ultrasound. Their objective was to comprehend how temperature affects the measurements. This approach delves into understanding the intricate relation between temperature variations and the characteristics of ultrasound waves. Huang et al. (2010) utilized transducers to forecast the temperature of a defined medium where the ultrasound velocity is already established. This predictive approach enabled them to accurately extract temperature information.

This paper proposed to employee machine learning models to understand how ultrasonic transducers are afected by a variation in ambient temperature and compensate the effects. In

line with this, a dataset collection process is designed to determine which temperature and flow rate conditions represents the almost entire dynamics. $[10, 20, 30, 40, 50]^{o}C$ degree temperature points and 13 different flow points between $16\frac{L}{h}$ and $5000\frac{L}{h}$ are selected to collect data. Dataset is investigated by considering visual evaluations and statistical metrics to determine which algorithms among the machine learning algorithms will be used. Herein, linear regression, support vector regression (SVR), Gaussian process regression (GPR), artificial neural networks (ANN), decisin tree and random forests are selected to model the relation between temperature effects and TOF measurement to predict optimal flow conditions at $50^{o}C$ degree. Model performances are investigated by evaluating statistical metrics such as $R^2, MAE, MSE, RMSE$ shows how good data is fit and error is minimized. Results are discussed in the perspective of modeling and flow metering.

Remaining parts of the paper are organized as follows: Section 2 gives the necessary background for ultrasonic transducers, TOF measurement, ultrasnoic transducer-based flow metering, dataset and proposed compensation algorithm. Section 3 indicates that machine learning model train/test/validation results and performance evaluation of proposed method. Paper presents a brief abstract of the work, direct discussion of results and future direction of the work.

2. MATERIAL and METHOD

This part of the paper, initially, details the ultrasonic transducer elements and their employment in flow metering process. Afterward, a data acquisition process is explained. Thirdly, machine learning algorithms are investigated.

2.1.Ultrasonic Transducer and Flow Metering

Ultrasonic transducers, as a piezoelectric-based sensor component, are used to generate and/or receive the ultrasound waves (Gökçen & Yeşil, 2022). Pulse exicted transducers generates ultasound wave trains. Propogating ultrasound waves may be captured by transducers to transform ultrasound waves back into electrical signals (Aurelle et al., 1996). The total elapsed time, which represents the duration of wave propogation from one transducer to another, is called TOF. Employement of ultrasonic transducers as sensor components requires measurement of TOF durations. This phenomenon might be employed to measure the flow

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

velocity of liquids or gases (Gökçen & Yeşil, 2021). Let two ultrasonic transducers, transducer A and B, to be places resiprocally on a flow tube where linear water flow exists in one direction and there is no moving parts. Initially, transducer A is excited by a pre-determined length pulse train to generate and transmit ultrasound waves (upstream) throguht to transducer B. Secondly, transdcuer B transforms ultrasound waves into electrical signals and time domain measurements are performed over this signal. Thirdly, same process is repeated in reverse direction (downstream) owing to bipolar behaviour of transducers. TOF differerence, which represents the TOF difference between upstream and downstream signals, is linearly correlated to flow velocity and might be employed to compute water flow rate. This process is visualized as given in Figure 1.

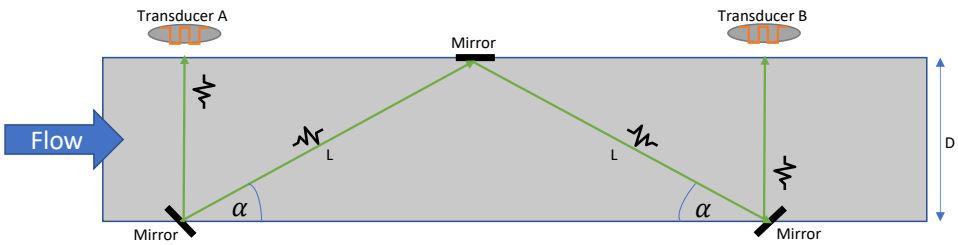


Figure 1. Visual representation of an ultrasonic flow meter.

2.2.Dataset

In order to understand the effects of temperature variaton on ultrasonic transducers electrical dynamics, a data collection process is developed. Temperature points $[10, 20, 30, 40, 50]°C$ are determined to collect upstream measurements, downstream measuremements and a measure of signal quality, which defines how distinct the ultrasound waves from each other and denoted by $pw1st$, are collected under 13 different flow rate conditions between $16\frac{L}{h}$ and $5000\frac{L}{h}$. Figure 2 visualizes the downstream and upstream TOF measurements, TOF differences and TOF summations at each temeprature points.

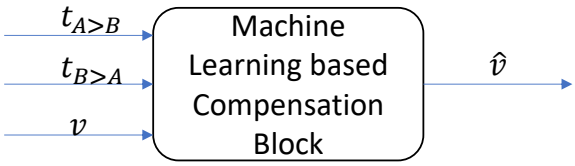


Figure 2. Machine learning-based compensation block diagram.

2.3.Time-of-flight Measurement and Problem Statement

TOF measurement of ultrasound wave, in the direction of upstream, can be computed considering the Figure 1 as follows:

$$t_{A>B} = \frac{D}{C_0} + \frac{L}{C_0 + v cos\alpha} + \frac{L}{C_0 + v cos\alpha} + \frac{D}{C_0} \tag{1}$$

where L is the distance between total distance between transducers, D denotes the diameter of the flow tube, α is the angle between mirros and pipe, C_0 denotes the ultrasound velocity in water, v is the flow velocity of the liquid or gas and $t_{A>B}$ represents the upstream TOF. Same Procedure can be emplpoyed to compute downstream TOF $t_{B>A}$ as follows:

$$t_{B>A} = \frac{D}{C_0} + \frac{L}{C_0 - v\ cos\alpha} + \frac{L}{C_0 + v\ cos\alpha} + \frac{D}{C_0} \tag{2}$$

TOF difference, which is reverse proportional to flow rate, may be computed as follows:

$$\Delta t = t_{B>A} - t_{A>B} = \frac{2L}{C_0 - v\cos\alpha} - \frac{2L}{C_0 + v\cos\alpha} = \frac{4Lv\cos\alpha}{C_0^2 - v^2\cos^2\alpha} \tag{3}$$

Computing flow velocity using above formula may fail in water temperature varying cases due to the C_0 is temperature dependent. To eliminate or minimize this effect, a term may be defined:

$$t_{A>B}t_{B>A} = \frac{4(L+D)^2}{(C_0 - v\cos\alpha)(C_0 + v\cos\alpha)} + \frac{4D\ cos\alpha(L - C_0L - Dv\ cos\alpha)}{C_0^2(C_0 - v\ cos\alpha)(C_0 + v\ cos\alpha)} \tag{4}$$

First part of the Eq. (4) assumed to be zero, and substituting in (3) for $C_0^2 - v^2\ cos\alpha$ results a temperature independent measurement as:

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

$$v = \frac{\Delta T}{t_{A>B} t_{B>A}} \frac{(L+D)^2}{L \cos \alpha} \tag{5}$$

However, although the v is not affected by temperature, ultrasonic transducer dynamics become more complex and uncertain when the temperature change occurs. Varying electrical characteristics of transducer may cause failure in measurement process.

2.4.Temperature Compensation Process

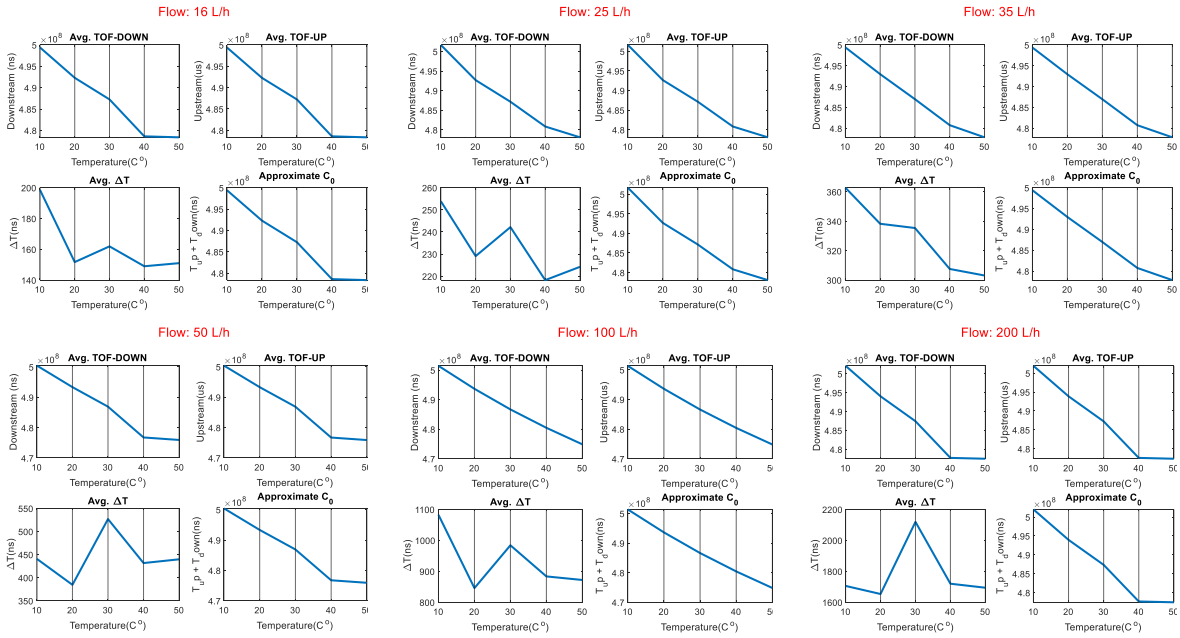
Initially, to be able to compensate the temperature effects, temperature parameter must be known or can be estimated considering a system variable. Herein, summation of TOF measurements can be computed as follows:

$$t_{A>B} t_{B>A} = \frac{4L c_0}{C_0^2 - v^2 \cos^2 \alpha} \tag{6}$$

and assume $C_0^2 \gg v^2 \cos^2 \alpha$, C_0 can be computed as given in Eq. (7):

$$C_0 = \frac{4L}{t_{B>A} + t_{A>B}} \tag{7}$$

Proposed compensation method is based on predicting the optimal flow velocity v (at $50°C$ water temperature) by considering $t_{A>B}, t_{B>A}$ and $pw1st$ (Figure 3).



ISBN NO. 978-625-6830-92-9

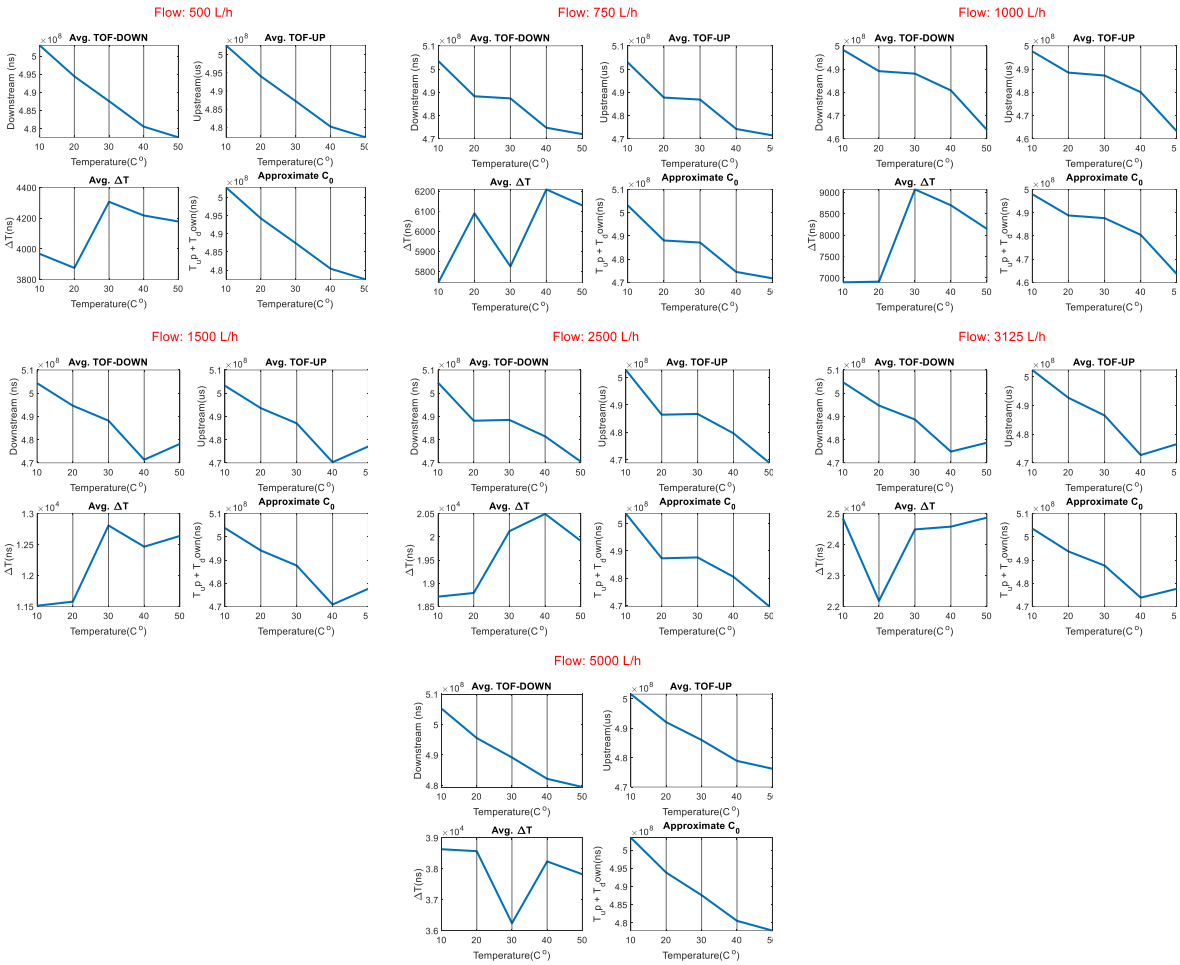


Figure 3. Visual evaluation of dataset.

In this work, to perform compensation process, machine learning algorithms are employed to predict optimal conditions.

Linear regression is a method that aims to construct a linear relation between features and output (Gökçen et al., 2023). This process is performed by calculating a biased form of linearly weighted sum of features, and might be defined as:

$$\hat{y} = \theta^T X \tag{8}$$

where $\hat{y}$ is the prediction, θ is the weight and bias vector and X is the model input.

SVR method uses mapping function called kernel to project the input space onto a higher dimensional hyperplane (Elmaz et al., 2020). This kernel maps input matrix to space F, and input space on F is linear to outputs:

$$\hat{y} = \alpha_i K(x_i, x_j) + b \tag{9}$$

a_i denotes the ith support vector, sub-index j represents the sample and b is the bias value, respectively.

GPR is a non-parametric, probabilistic regression method which optimize a distribution kernel function and its hyper parameters (Deringer et al., 2021). Optimized kernel function, f, defines a fit where the negative log-marginal-likelihood (NLML) measure of dataset is maximized:

$$\hat{y} = f(x) + \epsilon \tag{10}$$

where ϵ term represents a Gaussian distribution.

ANN is an algorithm that mimics the learning behavior of human brain (Taşören et al., 2020) and hypnotized in machine learning perspective. Multi-layer perceptron (MLP) form of ANN consists of an input-layer, hidden-layer and output-layer (Gökçen & Şahin, 2019). In the input layer, feature samples are organized to pass thought to hidden-layer neurons. Here, in hidden-layer, node-like acting neuron units computes the weighted sum of features and apply a function, which is known as activation function and may be selecting considering the dynamics of the dataset. At the output-layer, neuron(s) performs the same computation process to generate output. A prediction of a MLP structure can be defined as follows:

$$\hat{y} = h_o\left(W_o^T h_i(W_{in}^T X)\right) \tag{11}$$

where W_{in} is the weight matrix for hidden-layer input, h_i represents the activation function i^{th} neuron, W_o is the weight matrix for output-layer and h_o denotes the activation function(s) at the output neuron. This work proposes to use a single hidden-layer MLP with 10 number of hidden-layer neurons with $\tanh(\cdot)$ activation function.

3. RESULTS and DISCUSSION

To study on the collected dataset, MATLAB environment is employed. Firstly, upstream and downstream values are computed for each cycle Afterward, sum of this TOF measurements, assumed to be correlated to water temperature. Linear regression, SVR, GPR and ANN are proposed to model compensation block. Model performance metrics are evaluated to discuss their compensation performance (Table 1).

Table 1. Model performance metric evaluations

	Linear Reg	SVR Lin	SVR Quad	SVR Qub	GPR	ANN
R^2	0.81	0.82	0.83	0.84	0.93	0.97
$RMSE$	0.0986	0.1000	0.1004	0.0927	0.0348	0.0707
MAE	0.0091	0.0102	0.0102	0.0084	0.0017	0.0044
MSE	0.0433	0.0424	0.0350	0.0221	0.0081	0.0075

3. CONCLUSION

This paper presents a compensation algorithm for ultrasonic flow rate measurement. Initially, nonlinear complex dynamics of piezoelectric material is explained. Afterward, conventional flow measurement process is detailed. Herein, measuremenet problems caused by ambient temperature changes are stated. The dataset, which is collected using a ultrasonic water meter, is visualized and studied to be able to detail the proposed compensation method. Thus, machine learning algorithms, which are employed to predict optimal TOF measurements at $50^{o}C$, are explained. Error performance metrics are employed to study the performance of the models. According to the results, although all proposed model performances are suitable to compesate the TOF measurements, ANN-based compensation algorithm performs better results in terms of all performance indexes especially comapre to linear algorithms. As the future directions of the study, a well-organized data collection process for temperature points between [10,90] celcius degrees might be performed to model higher-temperature effects on TOF measurement and transducers, correlately. Beside to this, different algorithms of machine learning and additional constraints, which aims to adjust TOF measurements to their optimal values, may be considered.

KAYNAKÇA

[1] Sorvoja, H., Kokko, V. M., Myllyla, R., & Miettinen, J. (2005). Use of EMFi as a blood pressure pulse transducer. IEEE transactions on instrumentation and measurement, 54(6), 2505-2512.

[2] Mehta, Y., Bhargav, V., & Kumar, R. (2022). Characterization and Control of High Temperature Impinging Jet Issued from a Mach 4 Rocket Nozzle. In *AIAA SCITECH 2022 Forum* (p. 0124).

[3] Xin, Y., Li, X., Tian, H., Guo, C., Qian, C., Wang, S., & Wang, C. (2016). Shoes-equipped piezoelectric transducer for energy harvesting: A brief review. *Ferroelectrics*, *493*(1), 12-24.

[4] Carullo, A., & Parvis, M. (2001). An ultrasonic sensor for distance measurement in automotive applications. *IEEE Sensors journal*, *1*(2), 143.

[5] Gökçen, A., & Yeşil, B. (2022). Evaluation of Different Methods on Time of Flight Calculation. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (37), 119-122.

[6] Huang, Y. S., & Young, M. S. (2009). An accurate ultrasonic distance measurement system with self temperature compensation. *Instrumentation Science and Technology*, *37*(1), 124-133.

[7] Wang, Y. X., Li, Z. H., & Zhang, T. H. (2010, October). Research of ultrasonic flow measurement and temperature compensation system based on neural network. In *2010 International Conference on Artificial Intelligence and Computational Intelligence* (Vol. 1, pp. 268-271). IEEE.

[8] Harley, J. B., & Moura, J. M. (2012). Scale transform signal processing for optimal ultrasonic temperature compensation. *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control*, *59*(10), 2226-2236.

[9] Jia, Y., Wu, T., Dou, P., & Yu, M. (2021). Temperature compensation strategy for ultrasonic-based measurement of oil film thickness. *Wear*, *476*, 203640.

[10] Huang, J., Cegla, F., Wickenden, A., & Coomber, M. (2021). Simultaneous measurements of temperature and viscosity for viscous fluids using an ultrasonic waveguide. *Sensors*, *21*(16), 5543.

[11] Gökçen, A., & Yeşil, B. (2022). Evaluation and Compensation of Temperature Effects on Ultrasonic Flow Measurement. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (37), 113-118.

[12] Aurelle, N., Guyomar, D., Richard, C., Gonnard, P., & Eyraud, L. (1996). Nonlinear behavior of an ultrasonic transducer. *Ultrasonics*, *34*(2-5), 187-191.

[13] GÖKÇEN, A., & YEŞİL, B. (2021). Zero flow rate detection of ultrasonic water meter using machine learning techniques. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (26), 477-481.

[14] Gökçen, A., Gökçen, A., & Şahin, S. (2023). Prediction of Li-Ion Battery Discharge Patterns in IoT Devices Under Random Use Via Machine Learning Algorithms. *The Computer Journal*, *66*(6), 1541-1548.

[15] Elmaz, F., Yücel, Ö., & Mutlu, A. Y. (2020). Predictive modeling of biomass gasification with machine learning-based regression methods. *Energy*, *191*, 116541.

[16] Deringer, V. L., Bartók, A. P., Bernstein, N., Wilkins, D. M., Ceriotti, M., & Csányi, G. (2021). Gaussian process regression for materials and molecules. *Chemical Reviews*, *121*(16), 10073-10141.

[17] Taşören, A. E., Gökçen, A., Soydemir, M. U., & Şahin, S. (2020). Artificial neural network-based adaptive PID controller design for vertical takeoff and landing model. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 87-93.

[18] Gökçen, A., & Şahin, S. (2019, October). Design of chaotic system based pacemaker on field programmable analog array board. In *2019 Medical Technologies Congress (TIPTEKNO)* (pp. 1-4). IEEE.

EVALUATION OF STRUCTURAL AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF MORPHOLINE, QUINOLINE-PYRAZOLONE HYBRID STRUCTURES WITH DFT AND *IN SILICO* ADME/T ANALYSIS

[1]Master Student Gamze GÜLER
Institute of Science, Amasya University, Amasya, Turkey
fizikci_gamzekurt@hotmail.com, ORCID ID: 0009-0003-8128-7508
[2]Assoc. Prof. Dr. Serpil ERYILMAZ
Department of Physics, Faculty of Arts and Sciences, Amasya University, Amasya, Turkey
srpleryilmaz@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0935-4644

ABSTRACT

The pyrazolone ring, a member of the five-membered heterocyclic family, and its derivatives exhibit important pharmaceutical activities. Some structural properties of two pyrazolone derivative structures functionalized with morpholine (I) and quinoline (II) rings were determined by Density Functional Theory (DFT) and Time-Dependent Density Functional Theory (TD-DFT) in this study. Optimized molecular geometries were obtained with B3LYP functional and 6-311++G(d,p) basis set. Frontier molecular orbital (FMO) energies, some reactivity descriptors and molecular electrostatic potential (MEP) maps of the structures were examined. Pharmacological profiles were evaluated *in silico* with absorption, distribution, metabolism, excretion (ADME) and toxicity (T) parameters using SwissADME and pKCSM web tools. Compound II displayed a higher chemical reactivity with a band gap value of 3.21 eV and a better electrophilic character with an electrophilicity index value of 4.73 eV. Furthermore, *in silico* ADME/T analysis predicted that the compounds possess a favourable pharmacological profile. Both compounds fulfilled Lipinski's rule of 5 criteria and exhibited drug-likeness properties with bioavailability scores greater than 0.5.

Keywords: Pyrazolone, DFT, *in silico* ADME/T

1. INTRODUCTION

Pyrazolone moiety, which has a carbonyl group and two adjacent nitrogen atoms, is an important member of the five-membered heterocyclic family. Pyrazolone-derived structures have the potential to be applied as dyestuffs in the textile, food and cosmetic industries, and as chelating agents in metal extraction in coordination chemistry [1-4]. Furthermore, recent research indicates that compounds containing the pyrazolone scaffold display diverse biological activities, thus they are considered promising for the determining of novel therapeutic agents in

the field of synthetic chemistry. Researchers have reported papers indicating that they may exhibit activities including antipyretic, analgesic, antibacterial, antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory, antioxidant, antitumor, and anticonvulsant, etc [5,6]. Commercialized pyrazolone-derived pharmaceuticals include *Antipyrine* as analgesic and antipyretic, which was also one of the first synthetic drugs, *Edaravone* as a free radical scavenger and antioxidant, and *Metamizole* recognized for its antipyretic and analgesic effects [7].

It may be possible for synthetic compounds, whose biological activity behaviours are determined by various assay, to be accepted as therapeutic agents if a series of time-consuming and costly clinical findings yield reliable and realistic results. Researchers frequently use computer-aided approaches to minimize these problems that may be encountered in experimental processes for drug candidate molecular structures. These approaches enable the prediction of many physical and chemical properties of candidate structures as well as provide the opportunity *in silico* to evaluate drug-target interactions and toxicity potentials [8].

In this paper, some structural properties of two pyrazolone derivative structures functionalized with morpholine and quinoline rings and their potential as drug candidates were evaluated using computer-aided approaches. Optimized molecular geometries, FMO energies, some chemical reactivity parameters and MEP maps of the structures were investigated with a theoretical approach based on DFT and TD-DFT. The potential of the structures to be drug candidates was evaluated with *in silico* ADME/T parameters.

2. MATERIAL AND METHOD

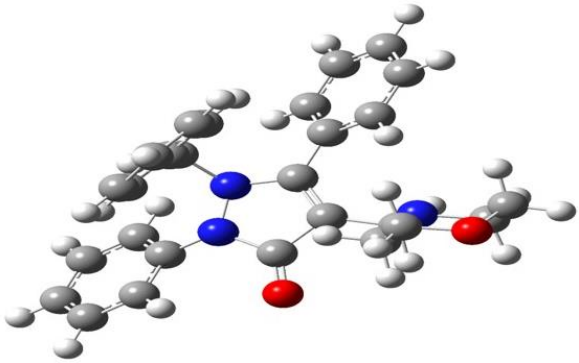
Compound I (*1-Benzyl-4-(morpholinomethyl)-2,5-diphenyl-1,2-dihydro-3H-pyrazol-3-one)* and compound II (*3-Methyl-1-phenyl-4-[phenyl(8-quinolylamino)methylene]pyrazol-5(4H)-one*), whose single crystal structures were reported by Phakdeeyothin et al. [9] and Sun et al. [10] by X-ray diffraction (XRD) technique, were selected as materials. Geometric structures determined by XRD analysis optimized at the DFT method with B3LYP (Becke's Three-Parameter Hybrid Functional with Lee, Yang, and Parr correlation) functional [11] and 6-311++G(d,p) basis set in the gas phase. FMOs, i.e., HOMO (highest occupied molecular orbital) and LUMO (lowest unoccupied molecular orbital) distributions and their energy values were determined by the TD-DFT method. Reactivity behaviours of the compounds were evaluated with ionization potential (I=-E_{HOMO}), electron affinity (A=-E_{LUMO}), electronegativity ($\chi=(I+A)/2$), chemical hardness ($\eta=(I-A)/2$) and softness ($S=1/\eta$), and electrophilicity index ($\omega=\mu^2/2\eta$) [12-14]. Furthermore, the electron density distributions of the compounds were visualized with MEP surface maps. All DFT-based analyses were conducted with the Gaussian 09 electronic structure [15] and GaussView 5.0 interface [16] programmes. The compounds' pharmacological properties were forecasted through the online SwissAdme (http://www.swissadme.ch/) [17] and pkCSM (https://biosig.lab.uq.edu.au/pkcsm/) [18] tools with *in silico* ADME/T parameters.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

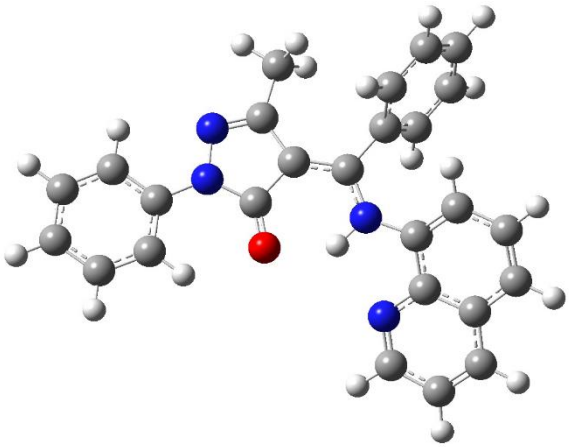
3. RESULTS AND EVALUATION

3.1. DFT-based Analysis

The optimized molecular geometries of the compounds are presented in Figure 3.1. The total energies for compound I and compound II were computed at -1360.152 and -1297.379 Hartree, while dipole moment values were 5.862 and 7.440 Debye, respectively. It was determined that the optimized geometries of both compounds belong to the symmetry of the C1 point group.



a)



b)

Figure 3.1. Optimized molecular geometry of the a) compound I, and b) compound II

FMO distributions of the compounds are presented in Figure 3.2. HOMO and LUMO distributions of compound I are concentrated around the pyrazolone ring and partially aromatic rings. For compound II, HOMO distributions are similarly found around the pyrazolone and partially around the aromatic ring, while LUMOs appear to spread towards the quinoline ring.

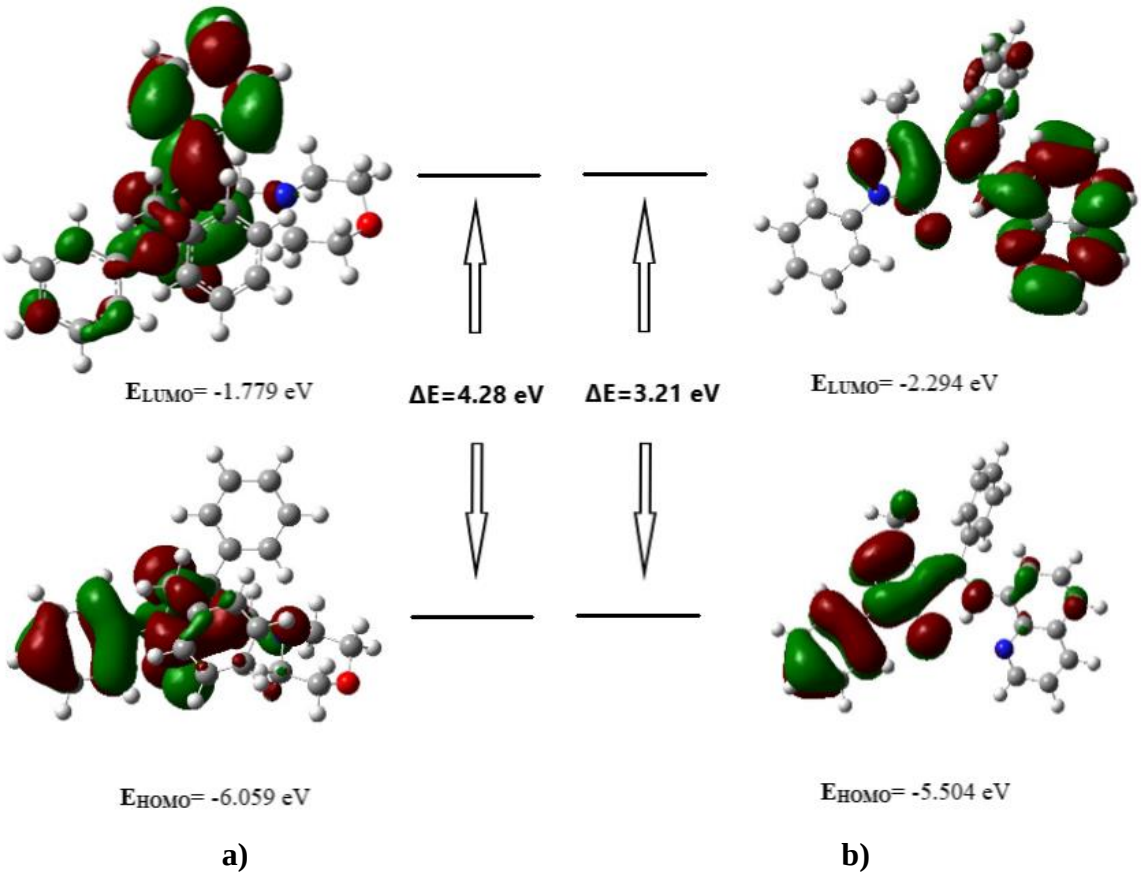


Figure 3.2. FMO distribution of the a) compound I, and b) compound II

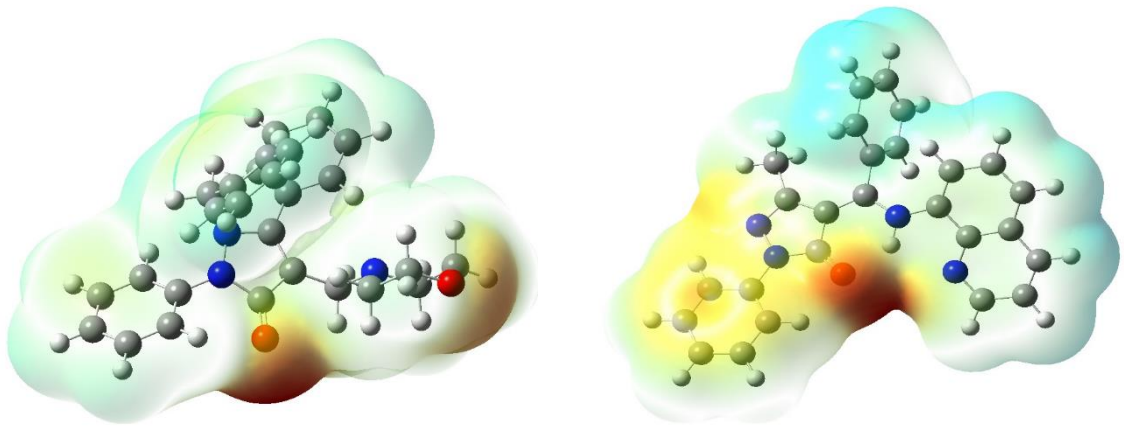
The HOMO energy values of compounds I and II are calculated as -6.059 eV and -5.504 eV, and the LUMO energy values as -1.779 eV and -2.294 eV, respectively. The gap between HOMO and LUMO energy levels is considered an essential parameter for the reactivity behaviours of molecular structures. Compounds having a high ΔE (E_{LUMO}-E_{HOMO}) value exhibit a hard molecular structure, high kinetic stability, and low chemical reactivity [19]. On the other hand, the energy values of FMOs are a good starting point for determining certain reactivity descriptors for molecular structures. Some calculated reactivity descriptors for the compounds are given in Table 3.1.

Table 3.1. Calculated reactivity descriptors for the compounds

Compounds	I (eV)	A (eV)	χ (eV)	η (eV)	S (eV^{-1})	ω (eV)
I	6.059	1.779	3.919	2.139	0.467	3.589
II	5.504	2.294	3.899	1.604	0.623	4.736

The calculated values indicate that compound II exhibits a more reactive (narrower ΔE value), better electron acceptor (higher *A* value), softer (higher *S* value) molecular structure, and a good electrophile character (higher ω value) compared to compound I.

MEP maps provide a visual of molecular structures encoded in different colour tones depending on their electron charge densities. It is a useful tool in predicting possible hydrogen bond interactions of structures as well as regions suitable for electrophilic and nucleophilic attacks [20, 21]. MEP visuals of the compounds are illustrated in Figure 3.3. The regions with higher electron density and more negative electrostatic potential, marked in red and yellow colours, are specifically above the carbonyl group and partly around the nitrogen atoms for both compounds. Regions coloured blue represent regions with lower electron density and more positive electrostatic potential. For both compounds, these regions are concentrated around hydrogen atoms. The mentioned regions indicate the parts of the compounds that are prone to electrophilic and nucleophilic reactivity, respectively.



a) **b)**

Figure 3.3. MEP visual of the a) compound I (between ±0.061 a.u.), b) compound II (between ±0.057 a.u.)

3.2. *in silico* ADME/T Analysis

ADME/T profiles of the compounds were assessed with some selected physicochemical, pharmacokinetic, drug-likeness, medicinal chemistry descriptors, and toxicity prediction parameters. The results are tabulated in Table 3.2.

Lipinski's Rule of Five provides the opportunity to evaluate whether structures have drug-like properties with certain physicochemical parameters and their potential as an oral drug [22]. Rules for the compounds are expected to meet are that the molecular weight (MW) should be ≤ 500 g/mol, the MLOGP value should be ≤ 4.15, the number of H-bond donors (HBD) should be ≤ 5, and the number of H-bond acceptors (HBA) should be ≤ 10. Both compounds satisfy these rules with a violation score of zero. In addition, the number of rotatable bonds (NRB) associated with the flexibility and permeability properties of the compounds was determined to be ≤10, the topological polar surface areas (TPSA) were determined to be ≤ 140 $Å^2$ [23].

Table 3.2 Calculated parameters related to ADME/T profiles of the compounds

	Compound I	Compound II
MW (g/mol)	445.68	405.47
NRB	6	4
HBA	4	2
HBD	0	2
TPSA ($Å^2$)	36.02	62.71
Molar Refractivity	143.05	126.04
Log *Po/w* (MLOGP)	4.07	3.96
Log *Po/w* (XLOGP3)	5.98	5.30
Log *S* (ESOL)	-5.97	-5.93
GI absorption	High	High
BBB permeant	Yes	Yes
P-gp substrate	No	No
Log K_p (cm/s)	-4.77	-5.01
Lipinski violation	0	0
Bioavailability Score	0.55	0.85
Synthetic Accessibility	4.71	4.01
Total Clearance (log ml/min/kg)	0.751	0.546
Renal OCT2 substrate	Yes	No
AMES	No	Yes
Max. tolerated dose (human) (log mg/kg/day)	-1.168	0.854
hERG I inhibitor	No	No
hERG II inhibitor	No	Yes
Hepatotoxicity	No	Yes
T.Pyriformis toxicity (log ug/L)	0.528	0.286
Minnow toxicity (log mM)	-0.974	0.229

GI absorption (Gastro-Intestinal Absorption), BBB permeant (Blood Brain Barrier Permeability) parameters are important pharmacokinetic parameters that provide predictions about passive penetration through gastro-intestinal wall and blood-brain barrier permeability, while P-gp substrate (P-Glycoprotein Substrate) is the tendency of compounds to be substrate or inhibitor of proteins [17]. The Brain Or IntestinaL EstimateD permeability (BOILED-Egg) graph based on lipophilicity (WLogP) and polarity (TPSA) values of compounds, which allows a general evaluation of the GI and BBB descriptors [24], is represented in Figure 3.4. It is predicted that both compounds are suitable for intestinal absorption with a high GIA parameter, may passively permeate through the BBB by being marked at the yellow zone, and also they are not a substrate for P-gp (PGP–, red dot in BOILED-Egg visual). On the other hand, it can be said that their skin permeability is low with a negative skin permeation rate (Log *K*p) values of the compound I and II determined as -4.77 and -5.01 cm/s, and also they have good pharmacokinetic properties with a bioavailability score values of 0.55 and 0.85, respectively.

When examined values of the synthetic accessibility, which is assessed on a scale from 1 to 10 (from easy to difficult), the scores of 4.71 and 4.01 estimated for compounds I and II suggest that their synthesis process may be relatively straightforward.

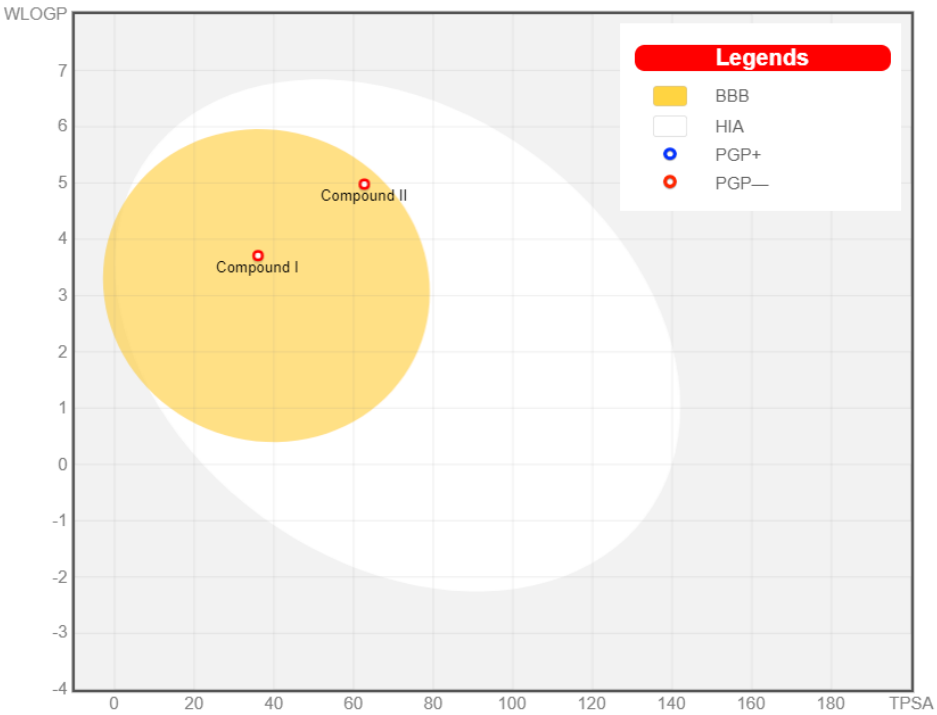


Figure 3.4. BOILED-Egg visual of the compounds

Toxicity estimates of the compounds show that compound I has not a mutagenic effect that may damage chromosome and DNA structure, a hepatotoxic effect that may cause liver damage, and is not likely to be a hERG I/II inhibitor. However, there is a possibility for compound II to have a mutagenic, hepatotoxic effect, and while there is no possibility of it being a hERG I inhibitor, it is estimated that it has a possibility of being a hERG II inhibitor.

4. CONCLUSIONS

In this study, the structural and pharmacological properties of two morpholine and quinoline-pyrazolone hybrid compounds were evaluated with computer-aided approaches. Optimized molecular geometries were obtained with a DFT-based approach, and FMO analysis, some reactivity parameters and MEP images were examined for the compounds. The calculated total energy values indicate that compound I has a more stable geometry, and according to the dipole moment values, compound II has a more polarizable structure. It was determined that compound II would exhibit a more reactive with a smaller ΔE value, softer molecular structure and a higher electrophilic character compared to compound I. Analyses performed with *in silico* approaches indicate that both compounds meet Lipinski's Rule of 5, their bioavailability scores are higher than 0.5, they have a high probability of passive absorption by the gastrointestinal system, and they can pass through blood-brain barriers. The toxicity parameters examined predict that compound I will not show a mutagenic or hepatotoxic effect, unlike compound II.

ADME/T profiles indicate that the compounds have good pharmacological properties and their potential as drug candidates are suitable for evaluation by *in vitro* and *in vivo* assay.

REFERENCES

[1] Basaif, S. A., Hassan, M. A., & Gobouri, A. A. $AlCl_3$-Catalyzed diazocoupling of 1-(aryl/hetaryl)-3-phenyl-1H-pyrazol-2-in-5-ones in aqueous medium. Synthesis of hetaryl-azopyrazolones and their application as disperse dyes, Dyes and Pigments, 72(3), 387-391, 2007. https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2005.09.025

[2] Desai, K. B., Patel, P. S., & Patel, K. C. Synthesis of pyrazolone based heterocylic bisazo acid dyes and their dyeing performance on silk and wool fibers, Materials Today: Proceedings, 56, 3227-3232, 2022. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.371

[3] Casas, J. S., Garcia-Tasende, M. S., Sanchez, A., Sordo, J., & Touceda, A. Coordination modes of 5-pyrazolones: A solid-state overview, Coordination chemistry reviews, 251(11-12), 1561-1589, 2007. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2007.02.010

[4] Marchetti, F., Pettinari, C., Di Nicola, C., Tombesi, A., & Pettinari, R. Coordination chemistry of pyrazolone-based ligands and applications of their metal complexes, Coordination Chemistry Reviews, 401, 213069, 2019. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2019.213069

[5] Zhao, Z., Dai, X., Li, C., Wang, X., Tian, J., Feng, Y., ... & Zheng, X. Pyrazolone structural motif in medicinal chemistry: Retrospect and prospect, European Journal of Medicinal Chemistry, 186, 111893, 2020. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.111893

[6] Mustafa, G., Zia-ur-Rehman, M., Sumrra, S. H., Ashfaq, M., Zafar, W., & Ashfaq, M. A critical review on recent trends on pharmacological applications of pyrazolone endowed derivatives, Journal of Molecular Structure, 1262, 133044, 2022. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.133044

[7] https://go.drugbank.com/ Accessed February 20, 2024.

[8] Shaker, B., Ahmad, S., Lee, J., Jung, C., & Na, D. In silico methods and tools for drug discovery, Computers in Biology and Medicine, 137, 104851, 2021. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104851

[9] Phakdeeyothin, K., Viriyanukul, T., Udomsasporn, K., Phomphrai, K., & Yotphan, S. Metal-Free Aminomethylation of Pyrazolones: Direct Access to 4-Aminomethylated Pyrazolones, Asian Journal of Organic Chemistry, 11(10), e202200467, 2022. https://doi.org/10.1002/ajoc.202200467

[10] Sun, Y. F., Li, J. K., Wu, R. T., & Zheng, Z. B. 3-Methyl-1-phenyl-4-[phenyl (8-quinolylamino) methylene] pyrazol-5 (4H)-one, Acta Crystallographica Section E: Structure Reports Online, 63(5), o2176-o2177, 2007. https://doi.org/10.1107/S1600536807014857

[11] a) C. Lee, W. Yang, R. G. Parr, Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density, Phys. Rev. B. 37(2), 785-789, 1988. https://doi.org/10.1103/PhysRevB.37.785, b) A. D. Becke, Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange, J. Chem. Phys. 98(7), 5648-5652, 1993. https://doi.org/10.1063/1.464913

[12] R. G. Parr, R. A. Donnelly, M. Levy, W. E. Palke, Electronegativity: the density functional viewpoint, J. Chem. Phys. 68(8), 3801-3807, 1978. https://doi.org/10.1063/1.436185

[13] W. Yang, R. G. Parr, Hardness, softness, and the fukui function in the electronic theory of metals and catalysis, Proc. Natl. Acad. Sci., 82(20), 6723-6726, 1985. https://doi.org/10.1073/pnas.82.20.6723

[14] R. G. Parr, L. V. Szentpály, S. Liu, Electrophilicity index, J. Am. Chem. Soc. 121(9) 1922-1924, 1999. https://doi.org/10.1021/ja983494x

[15] Frisch, M. J., et al. Gaussian, Inc., Wallingford CT, Gaussian 09, Revision C.01. 2009.

[16] R. Dennington, T. Keith, J. Millam, GaussView Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission, KS, 2009.

[17] Daina, A.; Michielin, O.; Zoete, V. SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules, Sci Rep. 7, 42717, 2017. https://doi.org/10.1038/srep42717

[18] Pires, D. E., Blundell, T. L., & Ascher, D. B. pkCSM: predicting small-molecule pharmacokinetic and toxicity properties using graph-based signatures, Journal of medicinal chemistry, 58(9), 4066-4072, 2015. https://doi.org/10.1021/acs.jmedchem.5b00104

[19] Miar, M., Shiroudi, A., Pourshamsian, K., Oliaey, A. R., & Hatamjafari, F. Theoretical investigations on the HOMO–LUMO gap and global reactivity descriptor studies, natural bond orbital, and nucleus-independent chemical shifts analyses of 3-phenylbenzo [d] thiazole-2 (3 H)-imine and its para-substituted derivatives: Solvent and substituent effects, Journal of Chemical Research, 45(1-2), 147-158, 2021. https://doi.org/10.1177/1747519820932091

[20] Kavitha, T., & Velraj, G. Density functional theory analysis and molecular docking evaluation of 1-(2, 5-dichloro-4-sulfophenyl)-3-methyl-5-pyrazolone as COX2 inhibitor against inflammatory diseases, Journal of Molecular Structure, 1141, 335-345, 2017. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2017.03.061

[21] Dhonnar, S. L., Adole, V. A., Sadgir, N. V., & Jagdale, B. S. Structural, Spectroscopic (UV-Vis and IR), Electronic and Chemical Reactivity Studies of (3, 5-Diphenyl-4, 5-dihydro-1H-pyrazol-1-yl)(phenyl) methanone, Physical Chemistry Research, 9(2), 193-209, 2021. https://doi.org/10.22036/pcr.2020.248964.1837

[22] Lipinski, C. A., Lombardo, F., Dominy, B. W. & Feeney, P. J. Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings, Adv. Drug. Deliv. Rev. 46, 3–26, 2001. https://doi.org/10.1016/s0169-409x(00)00129-0

[23] Ibrahim, Z. Y. U., Uzairu, A., Shallangwa, G. A., & Abechi, S. E. Pharmacokinetic predictions and docking studies of substituted aryl amine-based triazolopyrimidine designed inhibitors of Plasmodium falciparum dihydroorotate dehydrogenase (PfDHODH), Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 7, 1-10, 2021. https://doi.org/10.1186/s43094-021-00288-2

[24] Daina, A., & Zoete, V. A boiled-egg to predict gastrointestinal absorption and brain penetration of small molecules, Chem. Med. Chem, 11(11), 1117-1121, 2016. https://doi.org/10.1002/cmdc.201600182

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

ELECTROCHEMICAL DETECTION OF CAFFEINE ON 2-AMINO-3-HYDROXYPYRIDINE MODIFIED PENCIL GRAPHITE SENSOR ELECTRODE SURFACE

Şeyma KORKMAZ
Necmettin Erbakan University
seymakrkmz5@gmail.com - 0000-0002-5445-7239
Prof. Dr. Ayşen DEMİR MÜLAZIMOĞLU
Necmettin Erbakan University,
admulazimoglu@erbakan.edu.tr - 0000-0001-5780-3056

ABSTRACT

Electrochemical behaviors of 2-amino-3-hydroxypyridine (AHP) were examined on pencil graphite electrode (PGE) surface by cyclic voltammetry (CV). Modification of AHP to PGE surface was performed in a potential range of -0.1 V to +0.6 V at a scan rate of 0.2 V s^{-1} and for 30 cycles. For electrochemical characterization of the modified surface, 1 mM ferrocene in non-aqueous media and 1 mM ferricyanide redox probe in aqueous media were used. Using linear sweep voltammetry (LSV) technique, scanning speed was studied in the potential range of -0.2 V to +0.6 V. Differential pulse voltammograms and square wave voltammograms were taken using differential pulse voltammetry (DPV) and square wave voltammetry (SWV) techniques with 1 mM Caffeine (CAF) solution. For CAF determination, different supporting electrolyte solutions (0.1 M H_2SO_4, 0.1 M HCl, 0.1 M HNO_3 and 0.1 M CH_3COOH) were prepared and the optimum supporting electrolyte was determined using SWV technique in the potential range of 0.9 V to 1.5 V. Bare PGE and AHP/PGE were compared for CAF determination by SWV technique in 0.1 M H_2SO_4 supporting electrolyte.

Keywords: Caffeine, pencil graphite electrode, linear sweep voltammetry, differential pulse voltammetry, square wave voltammetry

1. INTRODUCTION

Caffeine (CAF) (1,3,7-trimethylxanthine) is classified as a plant alkaloid among the N-methyl derivatives of xanthine. It is commonly found in tea leaves, coffee beans, cocoa beans, and cola nuts (Glade, 2010). CAF exhibits significant physiological effects and can function as a natural insecticide in plants. In humans, it serves as a stimulant for both the central nervous system and the cardiovascular system (Švorc, 2013; Nawrot et al., 2003). Primarily produced synthetically, CAF is widely used in various consumer products such as coffee, dietary supplements, medications, tea, chocolate, non-alcoholic beverages, and energy drinks (Nawrot et al., 2003; Turnbull et al., 2017).

Modified electrodes have been quite intriguing for nanosensors in recent years. The surface of the electrodes can be prepared through electrochemical oxidation or reduction under suitable conditions and optimal preparation conditions in the appropriate environment. SWV, DPV, square wave adsorptive stripping voltammetry, amperometry, and electrochemical impedance spectroscopy (EIS) are strongly recommended techniques for quantitative analysis of various molecules due to their high sensitivity and cost-effectiveness when applied on modified surfaces. The modification of surfaces can significantly enhance the electrocatalytic properties of electroactive groups, elevate the electron transfer rate, and boost the sensitivity of electrode responses (Yavuz et al., 2016).

2. CHEMICALS, REAGENTS AND INSTRUMENTS

All chemicals used in our study were purchased in analytical purity from Fluka and Sigma-Aldrich companies and were used directly without undergoing any purification process. All solutions in the non-aqueous media were prepared in tetrabutylammonium tetrafluoroborate (NBu_4BF_4) supporting electrolyte, which was prepared by dissolving in acetonitrile (CH_3CN) at a concentration of 100 mM. The concentrations of the solutions used in surface modification and characterization were prepared as 1mM. All studies were carried out at 25 ± 1°C. Reference 600+ Potentiostat/Galvanostat/ZRA (Gamry Instruments, Warminster, USA) electrochemical analyzer and BAS (Bioanalytical Systems Inc., West Lafayette, USA) brand C3 cell system were used for all electrochemical measurements. Electrochemical measurements were made with a traditional 3 electrode system. The electrodes used respectively; 0.7 mm diameter Faber Castel brand PGE as the working electrode, Ag/Ag^+ (0.01 M $AgNO_3$) (BAS MF-2042) in non-aqueous media as the reference electrode, Ag/AgCl/ 3 M KCl (BAS MF-2063) in aqueous media and platinum electrode (BAS MF-1032) as counter electrode.

3. EXPERIMENTAL

3.1. Modification of AHP onto PGE

The electrochemical behaviors of AHP were examined using CV on PGE electrode surface. Due to the $–NH_2$ groups in the structure of AHP, modification to PGE surface was carried out in the positive scanning, that is, in the oxidation direction (Demir Mülazımoğlu and

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Mülazımoğlu, 2013). The modification process was carried out using 1 mM AHP solution prepared in 0.1 M NBu_4BF_4. The modification was carried out in the potential range of -0.1 V to +0.6V, at a scan rate of 0.2 V s^{-1} and for 30 cycles in Figure 1.

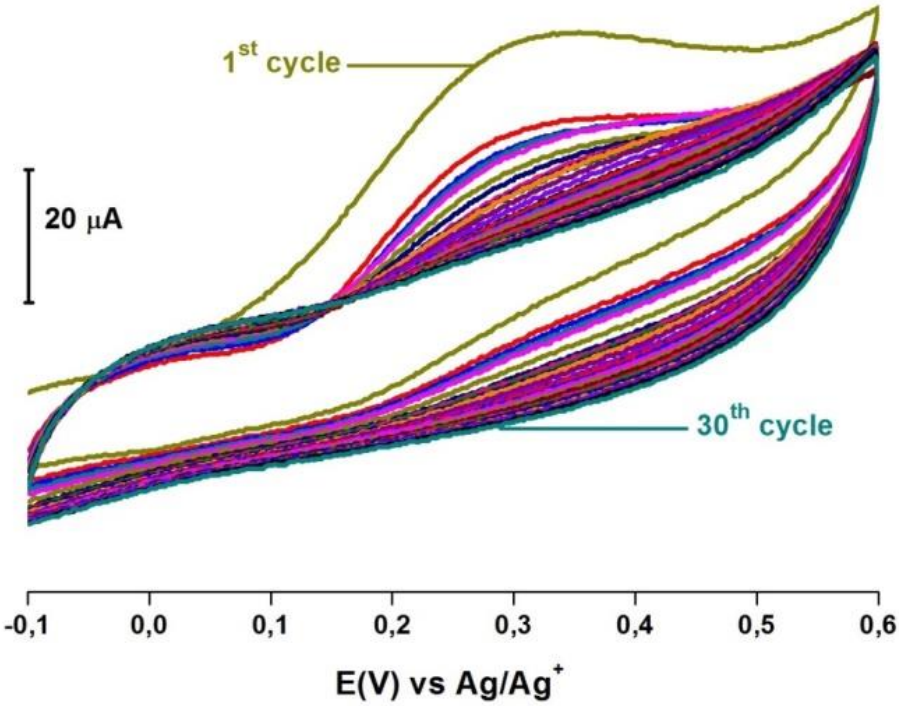


Figure 1. Modification voltammogram of AHP onto PGE surface.

3.2. Surface characterizations of AHP/PGE

For characterization after modification, 1 mM ferrocene (Figure 2A) prepared in 0.1 M NBu_4BF_4 in a non-aqueous media and 1 mM ferricyanide (Figure 2B) prepared in pH=2.00 BR buffer solution in an aqueous media were used. The scanning range on the modified PGE and bare PGE surface for ferrocene is -0.2 V/+0.4 V potential range, for ferricyanide is +0.5/-0.2 V potential range and 0.1 V s^{-1} scanning rate.

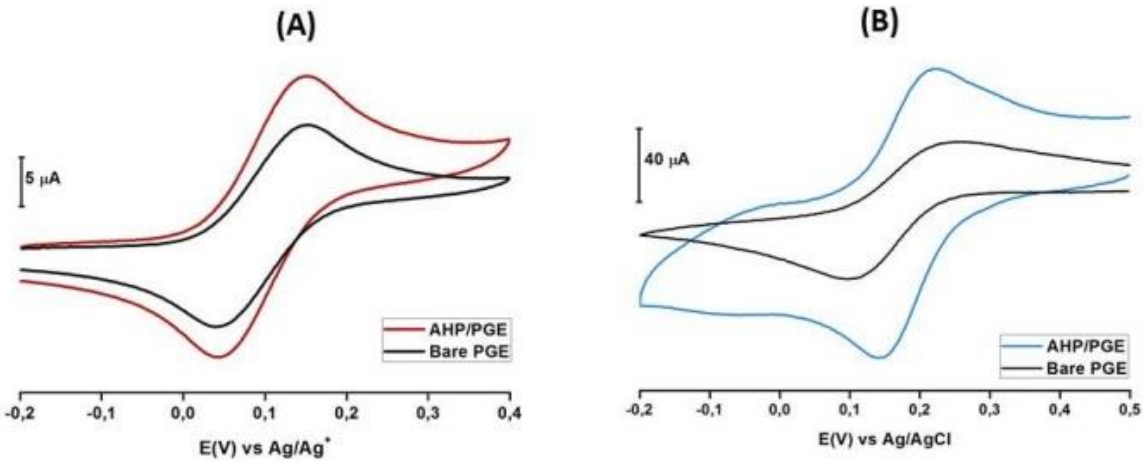


Figure 2. Voltammograms of surface characterization processes using A) Ferrocene, B) Ferricyanide redox probe for AHP modified PGE surface.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Overlayed images of bare PGE and AHP/PGE voltammograms obtained using CV technique with ferrocene and ferricyanide redox probes were examined. Since the peak currents of the modified surface are higher than the bare surface, it has been concluded that AHP/PGE surface is more electroactive.

3.3. Effect of scan rate

After examining the electrochemical behavior of the molecule on the surface, single scan voltammograms were used to understand whether the molecule is transported to the surface under diffusion control with the LSV technique at different scan rates (10, 50, 100, 200, 400, 600 and 800 mV s^{-1}) in the -0.2 to +0.6 V potential range in 0.1 M NBu_4BF_4 containing 1 mM AHP in Figure 3A.

Graphs were drawn as logIp - logυ and Ip - $\upsilon^{1/2}$ against the peak current (Ip) values read from each voltammogram against the scanning speeds (υ). The fact that the graph in Figure 3B is linear and the slope of the graph in Figure 3C is around 0.5 indicates that the molecule is transported to the surface in diffusion-controlled manner during the modification.

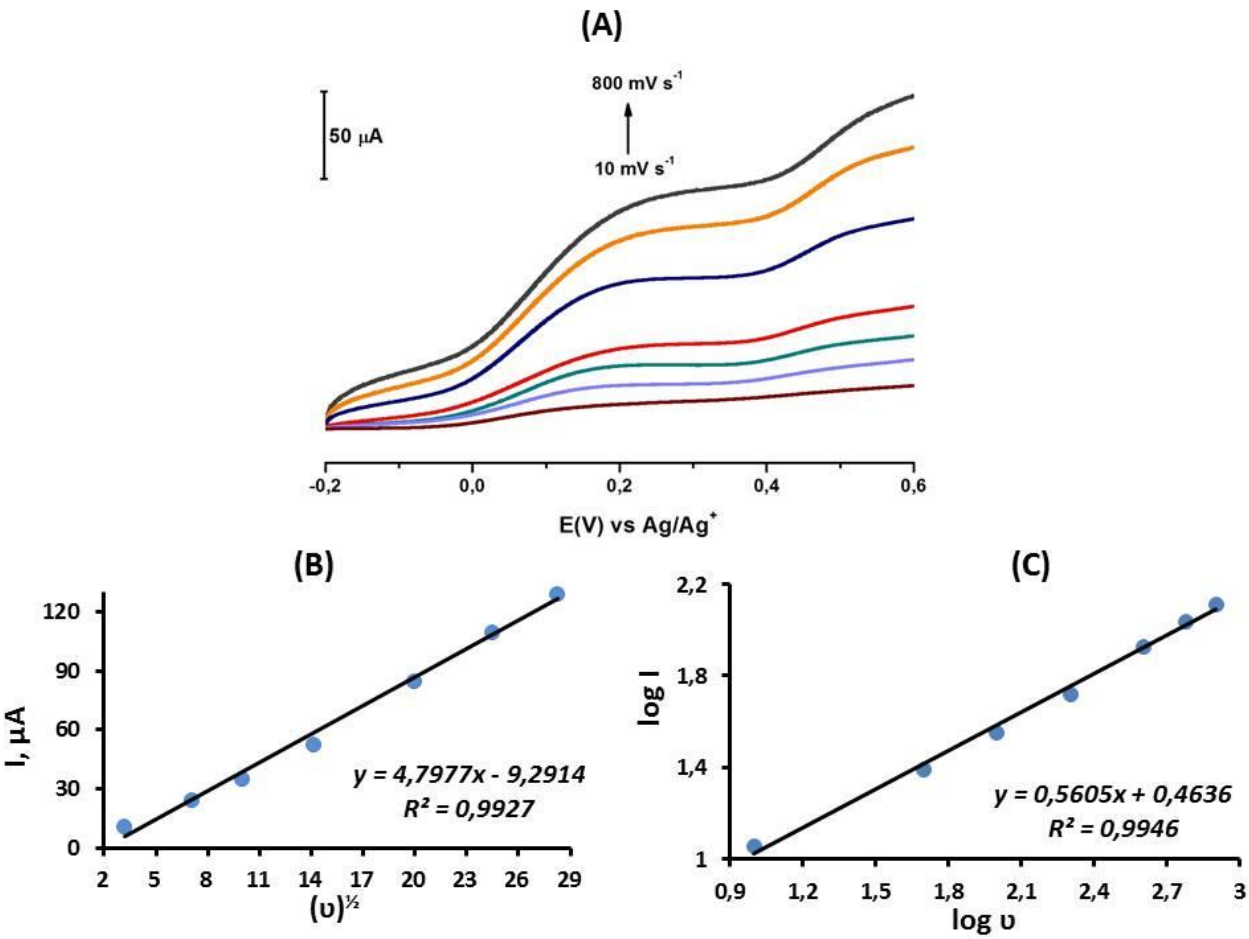


Figure 3. A) LSV voltammograms on PGE surface of AHP at various scan rates of 10, 50, 100, 200, 400, 600 and 800 mV s^{-1}. Graphs drawn between **B)** Ip - $\upsilon^{1/2}$, **C)** logIp – logυ using the peak currents read from first cycles in the scan rate voltammograms.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

3.4. Comparison of SWV and DPV techniques for detectability of CAF

AHP modified PGE within a potential range of +0.9 V to +1.5 V was examined for detectability of CAF using SWV and DPV techniques. SWV's in Figure 4A and DPV's in Figure 4B were taken using 1 mM CAF solution prepared in 0.1 M H_2SO_4 and compared with the supporting electrolyte.

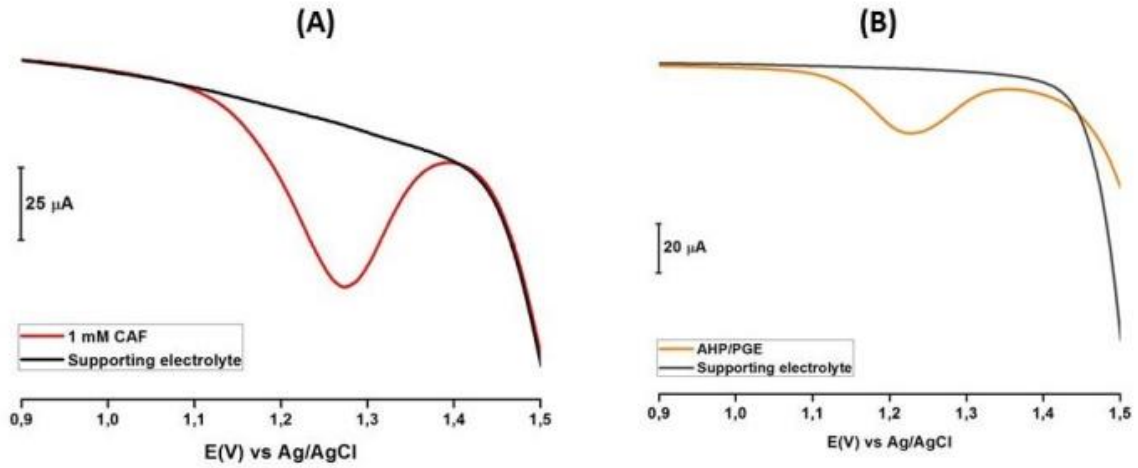


Figure 4. A) SWV's and **B)** DPV's of 1 mM CAF solution onto AHP/PGE surface.

When the results were examined, it was seen that the CAF peak current was higher when SWV technique was used and the studies were continued with SWV technique.

3.5. Effect of supporting electrolyte

The selection of the supporting electrolyte is crucial in explaining the electrochemical behavior of an analytical compound in voltammetric studies. Voltammograms were obtained using the SWV technique on AHP/PGE surface within a potential range of +0.8 V to +1.5 V for 1.0 mM CAF solutions prepared in different supporting electrolyte (0.1 M H_2SO_4, 0.1 M HCl, 0.1 M HNO_3 and 0.1 M CH_3COOH).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

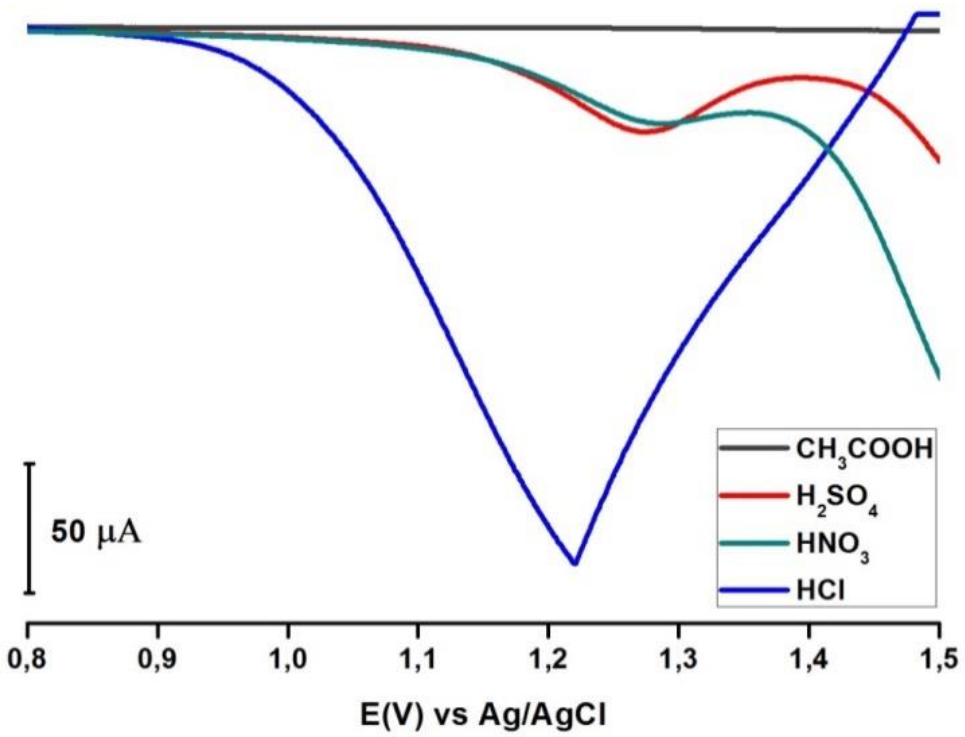


Figure 5. SWV's of 1 mM CAF solution onto AHP/PGE surface using different supporting electrolyte.

The overlayed voltammograms was presented in Figure 5. When the peak currents were examined, it was seen the peak current performed for 0.1 M H_2SO_4 was at the highest value.

3.6. The comparison of AHP/PGE and bare PGE

Voltammograms were taken with SWV technique for CAF determination on bare PGE and AHP/PGE surfaces under optimum conditions. These voltammograms were superimposed in Figure 6.

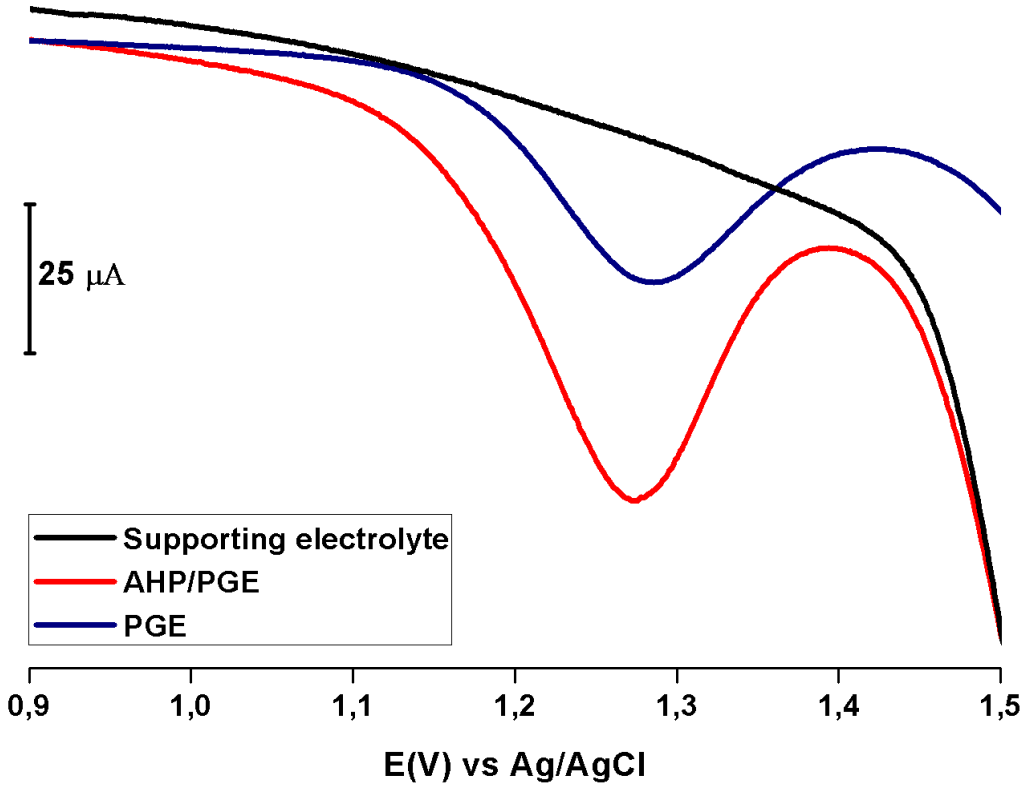


Figure 6. SWV's of 1 mM CAF solution onto bare PGE and AHP/PGE surface in 0.1 M H_2SO_4 supporting electrolyte.

Examining the square wave voltammograms in Figure 6, the peak current and peak intensity for CAF were examined. It was observed in Figure 6 the use of AHP/PGE resulted in a higher peak current.

4. CONCLUSION

In this study, the electrochemical properties of AHP molecule on bare PGE surface were examined. As a result of the characterization processes, it was seen the modified electrode was more active. In the scanning rate study with LSV technique, it was concluded AHP was transported to the electrode surface under diffusion control.

The modified electrode was examined for CAF using SWV and DPV techniques. After the optimum conditions were determined, it was seen AHP/PGE sensor electrode could be used in CAF determination. In future studies, it is aimed to determination of CAF in natural and artificial samples.

Acknowledgment

We would like to thank to the Research Foundation of Necmettin Erbakan University, Konya-TURKEY (BAP-23DR10002) for financial support of this work.

REFERENCES

[1] Glade, M. J.Caffeine-Not Just a Stimulant, Nutrition, October, 26,10, 2010.

[2] Švorc, Ľ.Determination of Caffeine: A Comprehensive Review on Electrochemical Methods, International Journal of Electrochemical Science, March, 8, 2013.

[3] Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hugenholtz, A., Feeley, M.Effects of Caffeine on Human Health, Food Additives and Contaminants, January, 20,1, 2003.

[4] Turnbull, D., Rodricks, J. V., Mariano, G. F., Chowdhury, F.Caffeine and cardiovascular health, Regulatory Toxicology and Pharmacology July, 89,10, 2017.

[5] Yavuz, S., Erkal, A., Kariper, İ. A., Solak, A. O., Jeon, S., Mülazımoğlu, İ. E., Üstündağ, Z. Carbonaceous Materials-12: a Novel Highly Sensitive Graphene Oxide-Based Carbon Electrode: Preparation, Characterization, and Heavy Metal Analysis in Food Samples, Food Analytical Methods, May, 9, 2016.

[6] Mülazımoğlu, A. D., Mülazımoğlu, İ. E. Electrochemical Behaviors of 2-Amino-3-Hydroxypyridine onto the Glassy Carbon Sensor Electrode: Simultaneous and Independent Determinations of Quercetin, Galangin, 3-Hydroxyflavone, and Chrysin, Food Analytical Methods, June, 6,3, 2013.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

INVESTIGATION OF THE DETECTABILITY OF SEROTONIN WITH GRAPHENE/COAL TAR PITCH/PENCIL GRAPHITE ELECTRODE USING DIFFERENTIAL PULSE VOLTAMMETRY AND SQUARE WAVE VOLTAMMETRY TECHNIQUES

Şeyma KORKMAZ
Necmettin Erbakan University
seymakrkmz5@gmail.com - 0000-0002-5445-7239
Prof. Dr. Ayşen DEMİR MÜLAZIMOĞLU
Necmettin Erbakan University,
admulazimoglu@erbakan.edu.tr - 0000-0001-5780-3056

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine Serotonin (5-HT) using the graphene/coal tar pitch/pencil graphite electrode (GR/CTP/PGE) prepared in accordance with the literature. Phosphate buffer (PBS) and Britton-Robinson (BR) buffer were used as support electrolytes at pH values close to body pH. Peak currents were examined to determine 5-HT using differential pulse voltammetry (DPV) and square wave voltammetry (SWV) techniques. After it was decided to continue the study with SWV, the optimum SWV parameters were determined. For the quantitative determination of 5-HT, the calibration curve was drawn between 100 µM and 1 µM using the SWV technique. The correlation coefficient (R^2) value read for the calibration graph drawn with the data obtained from the concentration study is 0.9905.

Keywords: Serotonin, graphene/coal tar pitch/pencil graphite electrode, square wave voltammetry, differential pulse voltammetry

1. INTRODUCTION

Serotonin (Figure 1), also known as 5-hydroxytryptamine (5-HT), is naturally found in plants, fruits, vegetables and edible nuts. Important stores of serotonin in mammals are enterochromaffin cells in the mucosa of the gastrointestinal tract, serotonergic neurons in the brain, pineal gland, and platelets (Kema et al., 2000). Low levels of 5-HT cause various disorders such as depression, anxiety and migraines. A higher than normal amount of 5-HT can cause a potentially fatal toxicity called serotonin syndrome. Due to their coexistence in biological systems, different 5-HT receptors can influence each other in their respective oscillations. Therefore, research interest has been focused on the capacity of electrodes for the electrochemical detection of 5-HT (Kim et al., 2012).

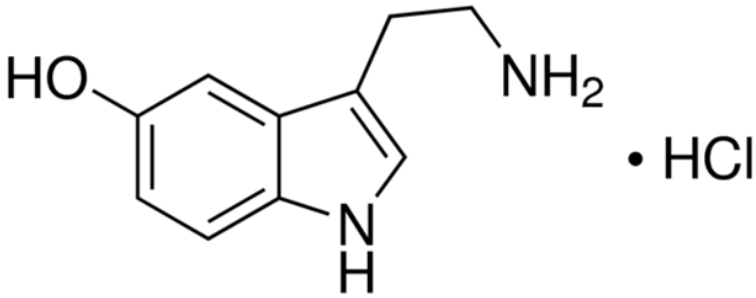


Figure 1. Molecule structure of 5-HT

Development of a rapid, sensitive and selective 5-HT determination method is very important and vital in terms of health and clinical treatment. For the determination of 5-HT, different analytical methods have been used such as; chemiluminescence, high performance liquid chromatography, fluorometry, mass spectrometry, DPV and SWV.

The aim of this study is to examine the quantitative electrochemical detectability of 5-HT on GR/CTP/PGE surface using SWV technique.

2. MATERIALS

2.1. Instruments and Chemicals

Voltammetric measurements used in experimental analyzes were made on the Reference 600+ Potentiostat/Galvanostat/ZRA (Gamry Instruments, Warminster, USA) device. BAS (Bioanalytical Systems Inc., West Lafayette, USA) brand C3 cell system was used for all voltammetry measurements, a three-electrode cell system commonly used in electroanalytical chemistry. The pH of the buffer solutions used as supporting electrolyte was measured with (VWR pH enomenal, UK) pH-ion meter. Pure water obtained from an ultrapure water device (MP MINIPURE purification system, DEST UP, USA) with a conductivity of 18.2 MΩ was used to prepare aqueous solutions and clean glassware. In the three-electrode cell system, Ag/AgCl/3M KCl reference electrode (BAS Model MF-2063) was used as the reference electrode for aqueous media studies, platinum wire electrode (BAS Model MW-1034) was used as the counter electrode. GR/CTP/PGE prepared in accordance with the literature was used as the working electrode.

The chemicals used in this study were purchased commercially in high purity and were used without any prior purification. 5-HT solution was prepared at a concentration of 1 mM using two different buffer solutions: PBS (pH 6.2, 7.2, 8.2) and BR buffer (pH 6.2, 7.2, 8.2) as supporting electrolyte. The prepared solutions were adjusted to the desired pH value using 0.1 M NaOH.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

3. EXPERIMENTAL

3.1. Determination of Supporting Electrolyte and pH using DPV and SWV

In a voltammetric study, the appropriate supporting electrolyte should be selected according to the components of the substance to be determined analytically, and especially in a study where aqueous media solutions are used, attention should be paid to the pH of the solution environment. For this purpose, BR buffer and PBS were used as supporting electrolytes to determine optimum conditions using DPV and SWV.

Voltammograms obtained using GR/CTP/PGE with DPV and SWV technique in the potential range of -0.3 / +0.8 V for 5-HT solutions prepared in PBS and BR buffer in the pH range of 6.2–8.2 were given in Figure 2A,2B and Figure 3A,3B.

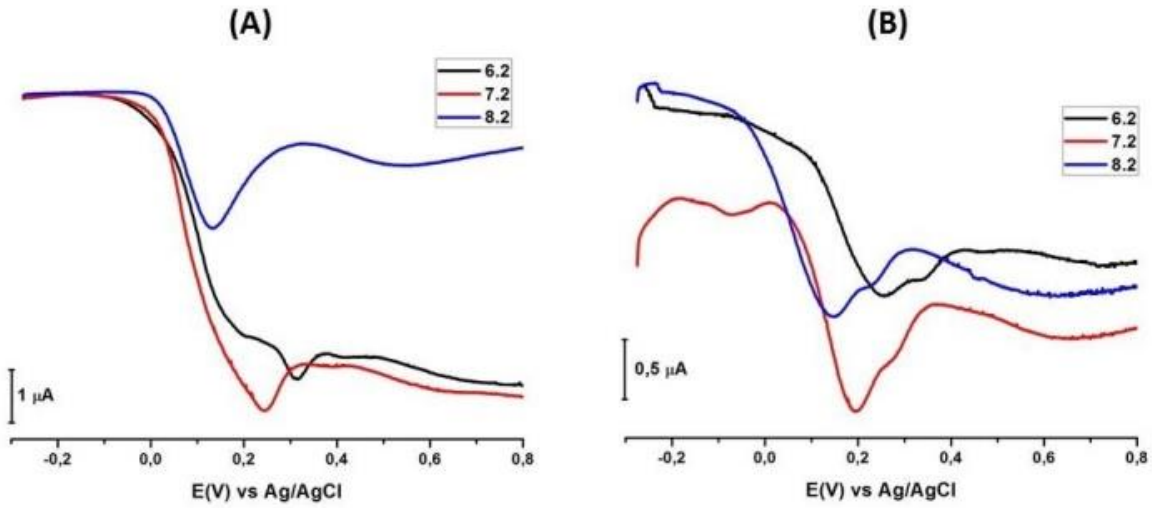


Figure 2. DPV's obtained on GR/CTP/PGE surface of 1 mM 5-HT solution prepared at **A)** Different pH of PBS and **B)** Different pH of BR buffer solution. f = 25 Hz, ΔE_{sw} = 50 mV, ΔEs = 1 mV.

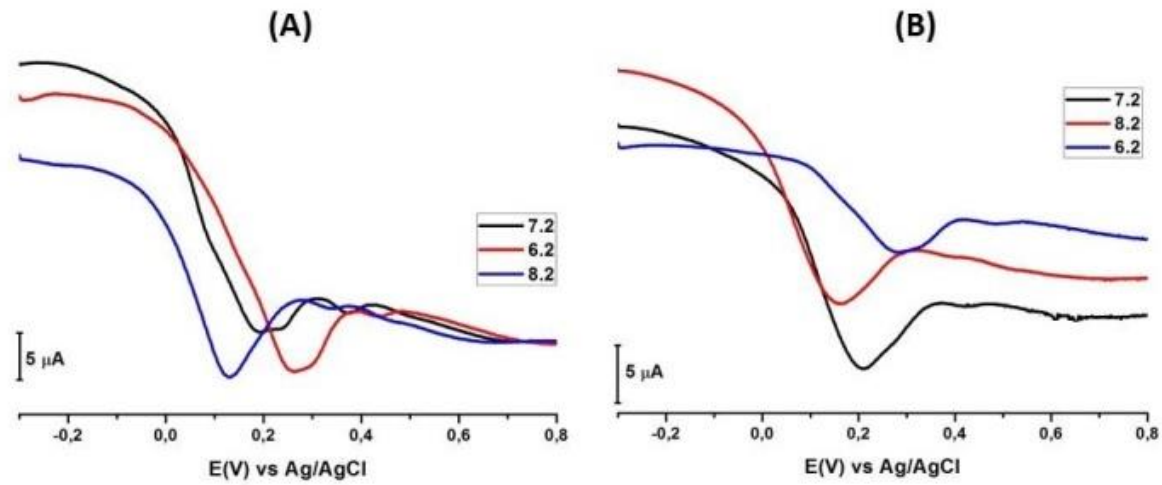


Figure 3. SWV's obtained on GR/CTP/PGE surface of 1 mM 5-HT solution prepared at **A)** Different pH of PBS and **B)** Different pH of BR buffer solution. f = 25 Hz, ΔE_{sw} = 50 mV, ΔEs = 1 mV.

The reason why experiments were carried out with PBS, especially around pH 7.0, is that 5-HT is a substance taken into the human body and the pH value of the blood is around this

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

level. Superimposed voltammograms of 1 mM 5-HT solutions prepared at different pHs (pH 6.2, pH 7.2, pH 8.2) using PBS are given in Figure 2A, 3A and different pHs (pH 6.2, pH 7.2, pH 8.2) using BR buffer are given in Figure 2B, 3B on GR/CTP/PGE surface in the potential range of -0.3 to +0.8 0 V with DPV and SWV technique. When the peak currents of different pH values given in Figure 2A, 3A, 2B, 3B were compared, it was understood that the optimum pH value was 8.2 at PBS using SWV technique.

3.2. Investigation of Optimum SWV Parameters

SWV parameters were optimized to enhance the voltammetric response of the analytes. The experiments were conducted with a 1 mM 5-HT solution prepared in a supporting electrolyte (PBS, pH 8.2) were frequency (*f*; 5, 25, 50, 75 and 100 Hz) in Figure 4B, pulse size (ΔE_{sw}; 25, 50, 75 and 100 mV) in Figure 4D and step size (ΔEs; 1, 2, 3, 4 and 5 mV) in Figure 4F. For each variable, voltammograms were recorded under conditions where the values of the other two variables were held constant (Figure 4A, 4C, 4E). The optimum values were determined when considering the highest peak current and maximum intensity of the analytical signal: f = 75 Hz, ΔE_{sw} = 50 mV, and ΔEs = 2 mV.

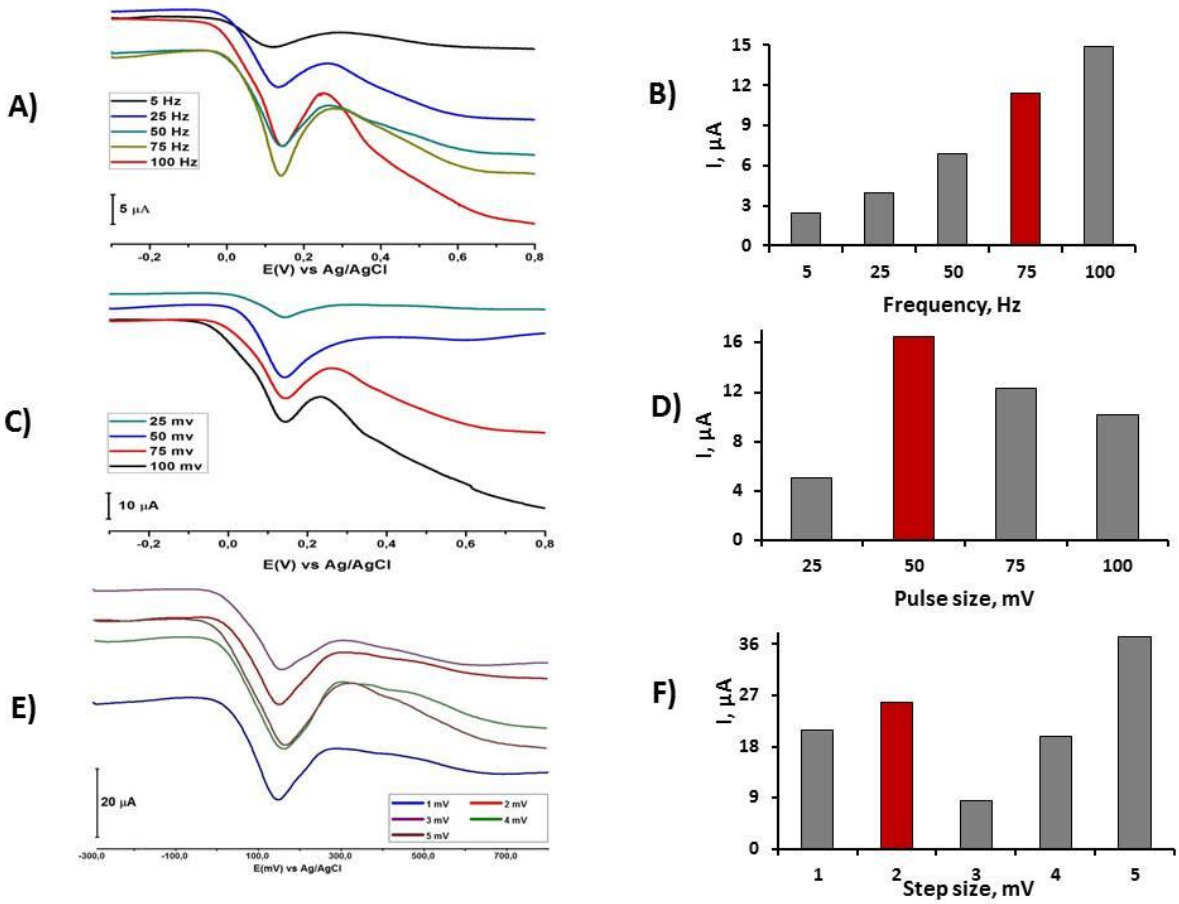


Figure 4. 1 mM 5-HT in PBS pH 8.2 solution using GR/CTP/PGE, **A)** SWV voltammograms obtained at different frequencies (*f*, 5 to 100 Hz), **B)** Bar chart of peak current values versus frequency, **C)** SWV voltammograms obtained for different pulse sizes (ΔE_{sw}, 25 to 100 mV), **D)** Bar chart of values peak current versus different pulse size, **E)** SWV voltammograms obtained at step sizes (ΔEs, 1 to 5 mV), **F)** Bar chart of values peak current versus different step size.

3.3. Quantitative Determination of 5-HT

SW voltammograms were taken on GR/CTP/PGE surface of solutions of 5-HT prepared at different concentrations in PBS pH 8.2, in the potential range of -0.3 to +0.8 V. Superimposed voltammograms of the peak current values measured against changing concentrations were given in Figure 5A, and a graph of concentration versus peak currents is given in Figure 5B. According to the calibration curve drawn between the peak current values obtained from the voltammogram and the concentrations, the 5-HT molecule can be assigned to the range of 1 µM to 100 µM at pH 8.2 PBS. The fact that the correlation coefficient (R^2) obtained from the calibration graph drawn here is 0.9905 shows SWV technique used for 5-HT determination is appropriate and applicable.

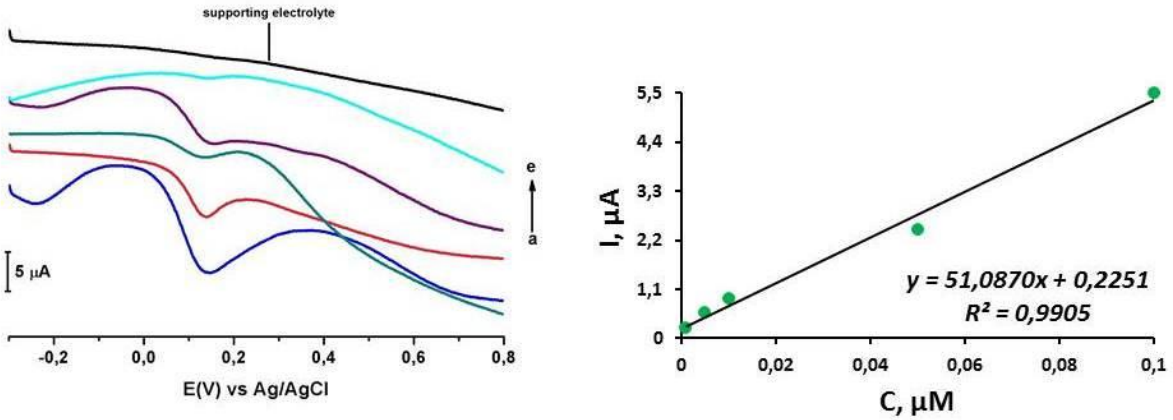


Figure 6. A) SWV's for solutions containing various concentrations of 5-HT (a) 100, b) 50, c) 10, d) 5, e) 1 µM) in PBS pH 8.2 solution at the GR/CTP/PGE and **B)** Linear calibration curve of peak current versus 5-HT concentration in SWV measurements.

4. CONCLUSION

The aim of the study was to quantitatively determine 5-HT, a neurotransmitter, using the voltammetric method. In studies, GR/CTP/PGE prepared in accordance with the literature, carbon-based, disposable, economical, a large and electroactive surface, was used. The SWV technique has been successfully applied for the quantitative determination of 5-HT. In the continuation of this study, it is aimed to investigate the detectability of 5-HT in real samples using different electroanalytical techniques.

Acknowledgment

We would like to thank to the Research Foundation of Necmettin Erbakan University, Konya-TURKEY (BAP-23DR10002) for financial support of this work.

REFERENCES

[1] Kema, I. P., de Vries, E. G., Muskiet, F. A. Clinical Chemistry of Serotonin and Metabolites, Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications, September, 747,1-2, 2000.

[2] Kim, S. K., Kim, D., Jeon, S. Electrochemical Determination of Serotonin on Glassy Carbon Electrode Modified with Various Graphene Nanomaterials, Sensors and Actuators B: Chemical, November, 174, 2012.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

RİSK ANALYSİS STUDY UTİLİZİNG L-TYPE MATRİX METHOD İN OFFİCES OF A ROCK SALT REFİNİNG COMPANY

Zehra Gülten Yalçın

Karatekin University

Mustafa Dağ

Karatekin University

Ercan Aydoğmuş

Fırat University

In this study, a risk analysis was conducted using the L-Type Matrix method in offices, kitchen areas where food service is provided, shower areas, and dressing rooms of the company engaged in refining salt from rock salt. This method, particularly preferred for low and medium-risk tasks, operates on the logic of grading the probability of an event occurring and its potential outcome. Prior to conducting matrix risk analysis, a more effective evaluation can be achieved by pre-checking using the checklist risk assessment method. It is not the preferred method for evaluating complex systems, generally being used for simple systems or processes, and may yield differing results depending on the evaluator's knowledge and experience. Therefore, it is deemed ideal for use in simple systems within low and medium hazardous works. In this study, the highest risk score of 20.25 was obtained, especially evident in instances such as the use of screened vehicles in offices, absence of thermal comfort provision, smoking by personnel in the office, use of electrical machines, inadequate lighting, negligence of staff working in the kitchen, slipping on wet floors in shower areas, failure to maintain necessary hygiene standards, lack of appropriate equipment usage when working at heights, absence of protective measures on electrical panels throughout the facility, absence of a first aid cabinet, inadequate ventilation in offices, insufficient utilization of fire extinguishers, and usage of heavy substances in manual carrying activities. Necessary precautions were taken in high-risk areas, thereby reducing the risks to levels between 1 and 5. Among the precautions implemented were the use of screen filters, ergonomic arrangement of work desks and seating, securing office furniture to prevent tipping, regulation of thermal comfort and ventilation in the office, grounding measures, prevention of wet floors in dressing rooms and shower areas, placement of necessary warning signs, regular cleaning measures to ensure hygiene standards, provision of adequate lighting in offices and other areas, ensuring organized use of electrical cables in offices, repair of broken furniture, and conducting necessary checks on fire extinguishers. These proactive measures significantly mitigated the existing high risks.

Keyword: Risk analysis, offices, L-Type Matrix, security measures

Introduction

In 2012, the enactment of the Occupational Health and Safety Law No. 6331 marked a proactive step towards safeguarding employees from workplace hazards and risks in the business sphere. This law mandates employers to ensure a healthy and safe working environment for their insured employees. As part of this obligation, risk assessment becomes imperative, serving to protect not only the employees themselves but also the workplace and potentially other individuals and entities from any adverse impacts the workplace may pose to the environment. Occupational health and safety initiatives are geared towards safeguarding the well-being of employees. While it is primarily the responsibility of employers to conduct risk analyses, active participation from employees in all relevant activities and adherence to safety guidelines are crucial. Risk assessment is a mandatory requirement across all public and private workplaces, offering a means to mitigate work-related accidents and occupational illnesses [1].

Exploring the Objectives, Definition, and Extent of Risk Assessment

Occupational health and safety focuses on creating a healthy and harmonious work environment by proactively identifying potential hazards and risks associated with work equipment and conditions **[2].** Law No. 6331 places the responsibility for this entirely on the employer. Under this law and its accompanying regulations, all public and private workplaces are required to conduct risk assessments [3]. During a workplace assessment, it's crucial for risk assessment experts or employers to consider key concepts:

Hazard: This refers to potential harm or damage existing in the workplace or originating from external sources that could affect employees or the workplace [4].

Danger: Factors posing a threat of injury, disability, or fatality, such as moving machinery parts, elevated machinery, slippery floors, electrical hazards, excessive noise, toxic or flammable substances, and heavy lifting [5].

Risk: The likelihood of loss, injury, or adverse consequences stemming from identified dangers. It can also be expressed numerically based on the probability of danger within a specific area [5-6].

Acceptable risk level: This is the risk level compliant with legal obligations and the workplace's prevention policy, ensuring it won't lead to harm or loss.

Prevention: All planned and executed measures aimed at eliminating or mitigating risks related to occupational health and safety throughout workplace operations.

Near miss incident: An event occurring at work with the potential to cause harm to employees, workplaces, or equipment but ultimately doesn't result in harm [5].

Risk assessment: The process of identifying workplace hazards, analyzing and prioritizing factors converting hazards into risks, evaluating risks associated with hazards, and deciding on control measures. The primary goal of risk assessment is to safeguard employee health and safety by eliminating hazards and mitigating workplace risks [5].

In a recent study conducted at a facility producing refined salt from rock salt, a risk analysis was carried out using the L-Type Matrix method. The study covered offices, kitchens providing food service, showering areas, and changing rooms. Potential risks were identified, and preventive measures were implemented to reduce the existing high-risk scores to desired levels.

Material and Method

Matrix Risk Analysis Implementation

The L-Type Matrix risk analysis method, commonly known as the Matrix method, is a widely employed systematic approach in occupational health and safety risk assessment. This method involves evaluating two key factors: the likelihood of a risk occurring and the potential severity of its consequences. By assessing these factors, a numerical value is derived to measure the level of risk associated with a particular hazard [7].

Matris

In mathematics, a matrix is commonly described as a rectangular array of numbers or abstract quantities that can be subject to addition or multiplication. While various types of matrix tables are utilized in mathematical computations, the L-type matrix tables specifically serve as a method for conducting risk analysis [8].

Matrix Risk Analysis

Matrix risk analysis stands as the most widely utilized risk assessment method in our country due to its straightforward systematic approach. Particularly favored for low to medium-risk tasks, this method revolves around grading the likelihood of an event and its potential outcomes. However, matrix risk assessment heavily depends on the judgment of the individual or team conducting the assessment. Consequently, its application to complex systems may yield inaccurate results. Similarly, in simpler systems or processes, outcomes may vary based on the

knowledge and experience of the assessor. Hence, it's best suited for straightforward systems in low to medium-risk environments.

Before employing matrix risk analysis, a more comprehensive evaluation can be conducted using the checklist risk assessment method.

In the matrix method, risk grading involves multiplying the numerical values assigned to the probability of occurrence and the impact they pose. In essence, risk equals the product of probability and impact values.

Risk = Probability x Impact

To calculate and categorize risks, a probability table, impact table, and risk rating table need to be established beforehand. Many matrix risk analysis studies adopt a 5-point rating system for both probability and impacts. However, there's no rigid standard for this rating, and variations such as 4, 6, or 10-point systems may be utilized based on specific requirements. This choice often depends on the preference of the individual or organization conducting the risk analysis (see Table 1).

Table 1. Exemplar Impact Rating Table

Impact Rating	Description	Score
VERY LIGHT	No Loss of Working Hours – Only First Aid	1
LIGHT	No Loss of Workdays – First Aid or Medical Treatment	2
MEDIUM	Accident with Loss of Working Days – Minor Injury	3
SERIOUS	Limb Loss, Serious Injury – Long Term Treatment	4
VERY SERIOUS	Death, Environmental Disaster	5

Table 2. Exemplar Probability Rating Table

Probability Rating	**Score**
Almost Not Possible (Once a Year)	1
Less Likely (A Few Times a Year)	2
Possibly (Once a Month)	3
High Probability (Once a Week)	4
Inevitable (Every Day)	5

The provided sample rating tables have been designed for implementation within a 5-point system. Utilizing these tables, a comprehensive risk matrix table comprising 25 sections (Table 3) will be constructed.

Table 3. Exemplar Risk Matrix Table

		Impact				
	Score	1	2	3	4	5
	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
Probability	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

The scores ranging from 1 to 25 in this table represent the severity of each risk. It's essential to categorize these risks by assigning grades based on the organization's decision-making criteria.

For instance:

-Risks with 1 and 2 points are considered acceptable and do not necessitate immediate precautions.

-Risks scoring 3, 4, and 6 points require attention and may warrant precautionary measures in the long run.

-Risks scoring 5, 8, 9, and 10 points are deemed significant, demanding prompt action.

-Risks with scores of 12, 15, and 16 points are of high importance, requiring immediate action.

-Risks scoring 20 and 25 points are unacceptable and should not be undertaken without adequate precautions.

This scoring system should be established based on the organization's specific evaluation criteria. For example, risks rated 3 or 4 points, which are deemed as needing attention, might be considered acceptable risks in a different business context. Additionally, risks receiving a 5-point score are labeled as 'Important Risk' due to their potentially fatal consequences or frequent occurrence. Even if the probability of such risks is low, any outcome resulting in loss of life is considered important.

Similar to the 5-point system described above, matrix risk analysis can also be conducted using a 7-point system.

Table 4. Illustrative 7-Point Impact Rating Table

Impact Rating	Description	Score
HARMFUL	No Loss of Work Hours or Treatment	1
VERY LIGHT	No Loss of Working Hours – Only First Aid	2
LIGHT	No Loss of Workdays – First Aid or Medical Treatment	3
MEDIUM	Accident with Loss of Working Days – Minor Injury	4
IMPORTANT	Accident with Loss of Working Days – Significant Injury	5
SERIOUS	Limb Loss, Serious Injury – Long Term Treatment	6

VERY SERIOUS	Death, Environmental Disaster	7

Table 5. Exemplar 7-Point Probability Rating Table

Probability Rating	**Score**
Almost Not Possible (Once a Year)	1
Less Likely (A Few Times a Year)	2
Possibly (Once a Month)	3
Probably (A Few Times a Month)	4
High Probability (Once a Week)	5
Inevitable (Every Day)	6
Continuous (Several Times a Day)	7

Table 6. Exemplar Risk Matrix Table

	Impact							
Probability	Score	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7	
2	2	4	6	8	10	12	14	
3	3	6	9	12	15	18	21	
4	4	8	12	16	20	24	28	
5	5	10	15	20	25	30	35	
6	6	12	18	24	30	36	42	
7	7	14	21	28	35	42	49	

The definition corresponding to each risk score must be established by the company itself.

To enhance the reliability of risk analyses conducted using the matrix risk assessment method, a scoring methodology involving the averaging of scores provided by multiple individuals can also be implemented [9].

Matrix Methodology

As mentioned earlier, the matrix method is remarkably straightforward to utilize. It serves as a risk analysis technique that doesn't demand specialized expertise or extensive training for many industries, relying solely on mathematical operations. Its simplicity and ease of use facilitate rapid preparation, making it suitable for preliminary risk analysis studies.

For a new venture, initiating a risk analysis with the matrix method can be an initial step, followed by supplementing the process with a more systematic approach. This approach helps to manage risks and prevent unforeseen accidents during the initial phase.

However, despite its simplicity and speed, the matrix method may pose limitations when applied to complex systems or highly hazardous tasks. Its reliance on calculations and historical data is minimal, leading to subjective outcomes and potentially differing results in risk analysis. This lack of reliance on objective data can undermine the method's consistency and reliability, particularly in complex or high-risk scenarios [10].

Utilization Scenarios of Matrix Risk Analysis

The matrix risk assessment method is suitable for application in all low-risk jobs and workplaces without any issues. Due to the low incidence of accidents in such environments and the absence of historical data, the matrix method typically yields simpler and more straightforward results compared to other systematic approaches.

Nevertheless, in workplaces involving hazardous materials, heavy electrical tasks, etc., the use of matrix risk analysis also provides precise outcomes. This applies even to small businesses that don't engage in inherently hazardous activities. For instance, the matrix risk assessment method can effectively assess risks in settings such as barber shops or pharmacies classified as hazardous **[11].**

Result

In this study, possible risks were identified using L-type risk analysis. Based on the risk scores:

-Risks scoring 3, 4, and 6 points signify those needing consideration with precautions that can be implemented in the long term.

-Risks scoring 5, 8, 9, and 10 points are deemed important, requiring immediate action.

-Risks scoring 12, 15, and 16 points represent high importance, necessitating immediate action.

-Risks scoring 20 and 25 points indicate unacceptable risks that should not be undertaken without precautions.

-Mitigation measures were implemented against high-risk areas, resulting in a decrease in risk scores to a range between 1 and 5. The highest score obtained was 20.25.

Specifically, the risks were identified in various scenarios including the use of screened vehicles in offices, lack of thermal comfort, staff smoking in the office, use of electrical machines, insufficient lighting, inattention of staff working in the kitchen, slipping on wet floors in shower areas, inadequate hygiene, improper use of equipment when working at heights, lack of protection on electrical panels nationwide, absence of a first aid cabinet, insufficient ventilation in offices, inadequate use of fire extinguishers, and heavy manual carrying.

Precautions were taken in high-risk areas to reduce risks to levels between 1 and 5. These measures included the use of screen filters, ergonomic arrangement of desk and seating, securing office furniture to prevent tipping, ensuring thermal comfort and ventilation, grounding, preventing wet floors, placing warning signs, regular cleaning for hygiene, adequate lighting, proper use of electrical cables, furniture repairs, and regular inspection of fire extinguishers.

References

1. İzmirli, M. K., Olcay, Z. F., & SAKALLI, A. E. (2021). İş sağlığı ve güvenliği kanunu ve işyerlerinde acil durumlar hakkında yönetmelik kapsamında işverenin yükümlülüğü. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (23), 810-816.

2. PEHLİVAN, M. (2020). 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda çalışanın çalışmaktan kaçınma hakkı ve koronavirüs salgını. Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety, 4(2), 125-136.

3. ATEŞ, Z. G. (2020). Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından eğitilmeleri. Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 28(2), 713-744.

4. KARAAHMETOĞLU, A. (2023). Covid-19 Bağlamında İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenin Koruma ve Gözetme Yükümlülüğü Üzerine Bir Değerlendirme. Sosyal Güvenlik Dergisi, 13(2), 301-319.

5. Dikmen, S. (2022). İş sağlığı ve güvenliği açısından mesleki eğitim uygulama alanlarında risk değerlendirmesi: Bir meslek yüksekokulu örneğinde risk analizi uygulaması (Master's thesis, Hitit Üniversitesi).

6. ŞAHİN, M. E., & TOPALOGLU, İ. (2021). Endüstri 4.0'ın İş Sağlığı ve Güvenliğine Katkıları ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Risk Değerlendirme Metoduyla Ambulansta Bir İnceleme. Takvim-i Vekayi, 9(2), 66-94.

7. LAFÇI, Ö., & Öztekin, A. (2020). Arama/Kurtarma Gemilerindeki Tahlisiye (Can Kurtarma) Faaliyetlerinde L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi. Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries, 3(2), 66-78.

8. Ünverdi, Ş., & Çetinyokuş, S. A. L. İ. H. A. (2021). Bir Kamu Kurumunda Bulunan Asbest Uygulama Merkezi ve SEM Laboratuvarında L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi. Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety, 5(2), 99-107.

9. Evrensevdi, E. (2022). Kaldırma ekipmanlarında Fine Kinney ve L tipi matris yöntemi ile risk değerlendirmesi (Master's thesis, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).

10. BAŞAR, O., & CEYLAN, H. (2020). Tavas Bahçeköy Olivin Üretim Tesisinde İş Güvenliği Risk Analizi. Teknik Bilimler Dergisi, 10(1), 9-15.

11. MOGAN, Ö., & GÜNGÖR, C. (2023). Asbest Söküm İşleri Risk Değerlendirmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(4), 1758-1771.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

RİSK ANALYSİS STUDY USİNG L-TYPE MATRİX FOR SAFETY MEASURES İN POWER TOOLS AND ELECTRİCAL WORKS

Zehra Gülten Yalçın

Karatekin University

Mustafa Dağ

Karatekin University

Ercan Aydoğmuş

Fırat University

Abstract

In this study, a risk analysis was conducted utilizing the L-Type Matrix method within the unit responsible for operating electric hand tools at the company involved in refining rock salt. This method, particularly suitable for low and medium-risk tasks, employs a probability grading approach to assess the likelihood and potential impact of an event. Prior to employing the matrix risk analysis, a preliminary assessment can enhance effectiveness through the use of the check-list risk assessment method. However, the L-Type Matrix method is not recommended for evaluating intricate systems, as it is more suited for straightforward systems or processes, and outcomes may vary depending on the evaluator's expertise and knowledge. The study revealed a maximum risk score of 20.25, primarily attributed to instances of improper tool usage such as electric shock due to mishandling spiral machines, leaving hand tools connected to power sources, employing fixed and portable generators, utilizing water heaters, sharpening stones, electric welding machines, fixed ventilation fans, and explosive hole drills. Upon identifying heightened risks, necessary precautions were implemented to mitigate these risks. Measures included employing suitable and undamaged tools, avoiding the use of machines with damaged power cables, ensuring proper grounding, authorizing personnel for electrical tool usage, unplugging electrical tools when not in use, wearing appropriate personal protective equipment, and displaying warning signs as needed. Through proactive measures such as regular cable checks and routine grounding procedures, significant improvements were achieved, reducing the current high-risk levels to a range of 2-5.

Keywords: Safety measures, electrical works, L-type matrix, risk analysis

Introduction

In the realm of Occupational Health and Safety (OHS) research, the significance of electrical accidents within the workplace cannot be overstated. Negligence or oversight in implementing necessary precautions may precipitate incidents resulting in temporary or permanent incapacitation, as well as substantial loss of productivity. The implementation of Occupational Health and Safety Law No. 6331 in 2012 marked the inception of a concerted effort to mitigate work-related accidents and occupational ailments. Within myriad industrial settings where machinery is integral, encompassing domains such as electricity provision, lighting infrastructure, and climate control systems, electricity stands as an indispensable resource, necessitating meticulous attention to its judicious utilization. Critical to ensuring the occupational health and safety of personnel operating in environments where electrical hazards are prevalent is the provision of comprehensive training and the periodic execution of thorough assessments. Empirical investigations conducted within workplaces have identified lapses in insulating precautions as contributing factors to electric shock incidents. [1].

Electrical energy is categorized into distinct voltage bands, delineated as low, medium, and high voltage, delineating voltage thresholds in accordance with the Electrical High Current Facilities Regulation. Low voltage signifies phase-to-phase voltages with an effective value not exceeding 1000 V, while medium voltage denotes voltage levels ranging from 1000 V to 36,000 V. High voltage denotes phase-to-phase voltages exceeding 1000 V in effective value [2]. For individuals, hazardous voltage thresholds are defined as 50 V for alternating current and 120 V or higher for direct current. Moreover, the phenomenon of electric shock can also be attributed to static electricity, arising from the contact and friction between disparate substances or objects, which generate positive and negative charges. This potential disparity, termed static electricity, persists in insulating materials by impeding the flow of electrons to the ground, necessitating measures to restore equilibrium in charge distribution [3]. In addition to the hazards posed by current-carrying transmission lines, static electricity presents a significant risk of electric shock incidents. The generation of positive and negative charges through contact and friction between dissimilar substances or objects results in a potential difference, known as static electricity, which is typically transient on metal surfaces. However, insulating materials, unable to facilitate electron flow to the ground, retain electrons permanently, necessitating measures to restore charge equilibrium and mitigate static electricity buildup.

The magnitude of potential difference attributable to static electricity is contingent upon ambient humidity levels, influencing its prevalence both in social settings and across diverse sectors within workplaces. Low voltage electrical accidents are predominantly encountered in office environments and during the utilization of small hand tools, with a noteworthy proportion of electrical fires stemming from low voltage devices [4]. Common catalysts for workplace electrical accidents include malfunctioning heating systems, inadvertent metal contact with electrical sockets, the use of deteriorated cables, and deficiencies in grounding and insulation infrastructure. Additionally, the execution of tasks without deactivating the main switch poses a significant risk, while the absence of thermal switches to mitigate excessive currents, as well as the omission of magnetic circuit breakers and insulating mats, jeopardizes individual safety within the network [5].

This study endeavors to discern the root causes of electrical accidents and delineate preventive measures against electrical malfunctions utilizing the L-type matrix risk analysis methodology, thereby elucidating effective solutions to mitigate these risks.

Material and Method

Methodological Approaches to Matrix Risk Analysis Implementation

The L-type matrix risk analysis method, also known as matrix risk analysis, stands as one of the systematic methodologies widely employed in occupational health and safety risk assessment. It involves evaluating two factors – the likelihood of a risk occurring and the severity of its potential consequences – to derive a risk measurement value [6].

Understanding the Matrix

In the realm of mathematics, a matrix is formally delineated as a structured arrangement of numerical elements organized within a rectangular array. However, its conceptual breadth extends beyond mere numerical configurations, encompassing abstract quantities amenable to algebraic operations such as addition and multiplication. While various matrix typologies abound in mathematical discourse, the L-type matrix specifically emerges as a pivotal instrument within the domain of risk analysis methodology [6].

Navigating Matrix Risk Analysis

Matrix risk analysis stands as the predominant method of risk assessment within our nation due to its systematic simplicity. This approach, widely favored for endeavors of low to moderate

risk, operates on the principle of categorizing the likelihood and consequences of potential events.

The efficacy of matrix risk assessment hinges significantly upon the discernment of the individual or team conducting the evaluation. Hence, its application to intricate systems may yield fallacious results. Similarly, its outcomes in simple systems or processes may vary contingent upon the expertise and knowledge of the assessor. Consequently, its optimal utilization is reserved for straightforward systems involved in low to moderate risk endeavors.

Prior to embarking on matrix risk analysis, enhanced scrutiny may be achieved through preliminary assessment utilizing the checklist risk assessment method.

Within the matrix methodology, risk grading entails the multiplication of numerical values representing the probability and impact of identified risks. In essence, risk is construed as the product of probability and impact values, as represented by the equation:

Risk = Probability x Impact.

To facilitate risk quantification and classification, preliminary development of probability tables, impact tables, and risk rating tables is requisite. While a prevalent framework adopts a 5-point rating scale for both probability and impact assessments, the selection of an appropriate rating system - be it 4, 6, or 10-point - remains contingent upon the specific requirements and preferences of the assessor or the governing organization. Such flexibility underscores the tailored nature of risk analysis endeavors [7].

Table 1. Exemplar Impact Rating Table

Impact Rating	Description	Score
VERY LIGHT	**No Loss of Working Hours – Only First Aid**	**1**
LIGHT	**No Loss of Workdays – First Aid or Medical Treatment**	**2**
MEDIUM	**Accident with Loss of Working Days – Minor Injury**	**3**
SERIOUS	**Limb Loss, Serious Injury – Long Term Treatment**	**4**
VERY SERIOUS	**Death, Environmental Disaster**	**5**

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Table 2. Exemplar Probability Rating Table

Probability Rating	Score
Almost Not Possible (Once a Year)	**1**
Less Likely (A Few Times a Year)	**2**
Possibly (Once a Month)	**3**
High Probability (Once a Week)	**4**
Inevitable (Every Day)	**5**

The aforementioned sample rating tables have been devised in accordance with the 5-point system. Employing these tables in tandem will yield a comprehensive risk matrix comprising 25 distinct sections [7].

Table 3. Exemplar Risk Matrix Table

		Impact				
	Score	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
Probability	**3**	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

The scores ranging from 1 to 25 within this table signify the magnitude of each identified risk. It is imperative to categorize these risks by assigning grades based on the organizational decision-making process.

For instance:

-Risks accruing 1 and 2 points denote an acceptable level of risk that may not necessitate immediate precautionary measures.

-Risks accumulating 3, 4, and 6 points signify a level of risk warranting long-term consideration and precautionary measures.

-Risks amassing 5, 8, 9, and 10 points denote an urgent need for immediate action due to their significant importance.

-Risks totaling 12, 15, and 16 points underscore a critical level of importance, demanding immediate and decisive action.

-Risks totaling 20 and 25 points signify an unacceptable level of risk, mandating precautionary measures before undertaking any associated activities.

This scoring methodology should be entirely tailored to the organization's specific risk evaluation criteria. It's crucial to note that risks deemed significant within one business context may be deemed acceptable within another. Furthermore, the designation of 5-point risks as 'Important Risks' is attributed to their potential fatal consequences or recurring frequency. Any risk resulting in fatality holds paramount importance, regardless of its probability.

Similar to the aforementioned 5-point system, matrix risk analysis can also be conducted within a 7-point framework.

Table 4. Illustrative 7-Point Impact Rating Table [8].

Impact Rating	Description	Score
HARMFUL	No Loss of Work Hours or Treatment	1
VERY LIGHT	No Loss of Working Hours – Only First Aid	2
LIGHT	No Loss of Workdays – First Aid or Medical Treatment	3
MEDIUM	Accident with Loss of Working Days – Minor Injury	4
IMPORTANT	Accident with Loss of Working Days – Significant Injury	5
SERIOUS	Limb Loss, Serious Injury – Long Term Treatment	6

VERY SERIOUS	Death, Environmental Disaster	7

Table 5. Exemplar 7-Point Probability Rating Table

Probability Rating	**Score**
Almost Not Possible (Once a Year)	1
Less Likely (A Few Times a Year)	2
Possibly (Once a Month)	3
Probably (A Few Times a Month)	4
High Probability (Once a Week)	5
Inevitable (Every Day)	6
Continuous (Several Times a Day)	7

Table 6. Exemplar Risk Matrix Table

	Impact							
Probability	Score	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7	
2	2	4	6	8	10	12	14	
3	3	6	9	12	15	18	21	
4	4	8	12	16	20	24	28	
5	5	10	15	20	25	30	35	
6	6	12	18	24	30	36	42	
7	7	14	21	28	35	42	49	

The delineation of risk definitions corresponding to each risk score is contingent upon the discretion of the company.

To enhance the reliability of risk analyses conducted using the matrix risk assessment method, the scoring methodology can be further refined by aggregating ratings provided by multiple individuals and subsequently calculating an average score.

Advantages of the Matrix Methodology

As initially indicated, the matrix method stands out for its simplicity and accessibility. It represents a risk analysis approach that does not demand specialized expertise or training across many sectors, relying solely on mathematical operations. Its straightforward nature facilitates rapid preparation, rendering it a widely accepted preliminary risk assessment tool.

For nascent ventures, the matrix method offers an expedient means to conduct initial risk analysis, which can subsequently be complemented by more rigorous methodologies. This sequential approach aids in mitigating risks and preempting unforeseen incidents during the developmental phase.

Despite its expediency, the matrix method's applicability to complex systems and high-risk domains is often hindered by its reliance on simplistic calculations and absence of historical data. Moreover, its inherent subjectivity yields disparate results across risk analyses, thereby compromising methodological consistency [8].

Applications of Matrix Risk Analysis

The matrix risk assessment method is particularly suited for application in low-risk work environments and occupations. Given the limited occurrence of accidents and absence of historical data in such settings, the matrix method offers straightforward and reliable risk evaluation compared to more intricate systematic approaches.

Moreover, the utility of matrix risk analysis extends to small-scale enterprises categorized as hazardous, yet devoid of activities involving hazardous materials or complex electrical operations. For instance, establishments such as barbershops or pharmacies fall within this classification and can effectively employ the matrix risk assessment method to assess and manage potential risks. [9].

Result

In the present study, the highest risk score recorded was 20.25, primarily attributable to improper handling practices observed during the operation of equipment such as the Spiral machine, negligent maintenance leading to tools being left connected to power outlets, and the use of various electrical and mechanical devices including generators, water heaters, sharpening stones, electric welding machines, fixed ventilation fans, and explosive hole drills. Subsequently, upon the identification of elevated risk levels, requisite precautionary measures were implemented, resulting in a reduction of these risks.

The implemented precautions encompassed the use of appropriate and undamaged tools tailored to specific tasks, avoidance of equipment with damaged power cables coupled with proper grounding procedures, exclusive operation of electrical tools by authorized personnel, diligent adherence to unplugging protocols, utilization of requisite personal protective equipment, and conspicuous daisplay of warning signs. Notably, the mitigation of the initially high-risk scenario to a range of 2-5 was achieved through preemptive measures such as routine cable inspections and consistent grounding protocols.

References

1. ATEŞ, F. M., TEBER, A., & GÜNGÖR, O. (2019). Elektrik Kazalarına Karşı Temel Önlemler ve İlk Yardım Üzerine Bir Çalışma. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), 336-347.

2. Mercan, A. (2023). Metal Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Risk Değerlendirilmesi.

3. ATEŞ, F. M., TEBER, A., & GÜNGÖR, O. (2019). Elektrik Kazalarına Karşı Temel Önlemler ve İlk Yardım Üzerine Bir Çalışma. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), 336-347.

4. Mevzuat Bilgi Sistemi, “Elektrik Tesislerinde Topraklamalar Yönetmeliği, ” 2019. [Online]. Available: https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.10392&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=ELEKTR%C4%B0K%20TES%C4%B0SLER%C4%B0NDE%20TOPRAKLAMALAR%20Y%C3%96NET MEL%C4%B0%C4%9E%C4%B0 [Accessed: 14-Sep-2019].

5. TOSUN, S. (2022). Elektrikle Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Bir Değerlendirme. Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi, 5(2), 232-246.

6. KIRAY, D. Tuzla Bölgesindeki (Çanakkale, BigaYarımadası) Jeotermal Enerji Santrallerindeki Tehlike ve Risklerin 5x5 L Tipi Matris ve Fine-Kinney Risk Metotları ile Karşılaştırılması. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 5(2), 227-247.

7. ŞAHİN DURGUT, M., & VAPUR, H. (2021). Bir Kuaför Salonunda Risk Analizi Uygulaması. Gümüshane Üniversitesi Saglik Bilimleri Dergisi, 10(4).

8. ÇETİNTAŞ, K., & KUZUCUOGLU, A. H. (2022). ÇOK TEHLİKELİ İŞLERDE RİSKLERİN TESPİTİNDE İŞVEREN ETKİNLİĞİ: İNŞAAT SEKTÖRÜ. Teknik Bilimler Dergisi, 12(1), 8-16.

9. MOGAN, Ö., & GÜNGÖR, C. (2023). Asbest Söküm İşleri Risk Değerlendirmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(4), 1758-1771.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

DEMİR (III) OKSİT (FE_2O_3) NANOPARTİKÜLERİNİN ASİDİK VE ALKALİ ORTAMLARDA ZETA POTANSİYELİ DEĞİŞİMLERİ

Yüksek Lisans Öğrencisi, Saynur Arslan

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, saynurkosearslan@gmail.com - 0009-0009-8675-8472

Dr.Öğretim Üyesi, Kerim Emre Öksüz

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, emre.oksuz@cumhuriyet.edu.tr - 0000-0001-7424-5930

ÖZET

Metal oksit nanopartiküller, günümüz teknolojisinde ticari, endüstriyel ve biyomedikal uygulamalarda yaygın olarak kullanılan malzemelerdir. Demir (III) oksit nanopartikülleri (Fe_2O_3-NPs), fizikokimyasal ve yüksek yüzey alanı gibi özelliklerinden dolayı birçok uygulamada tercih edilmektedir. Fe_2O_3-NPs'ler kimyasal bileşimlerine, mikro yapılarına, partikül boyutlarına ve şekillerine göre farklı özellikler sergileyebilmektedir. Bu nedenle, nanopartiküllerin stabilitesi ve aglomerasyonunun kontrolü için, Zeta potansiyeli (ζ) ve pH arasındaki etkileşimlerinin anlaşılması oldukça önemlidir. Yapılan bu deneysel çalışmada, Fe_2O_3-NPs'lerinin farklı pH değerlerine bağlı olarak değişen Zeta potansiyeli değerleri incelendi. Elde edilen ölçümler, nanopartiküllerin yüzey gruplarının protonasyonu ve deprotonasyonunun, asidik ortamlardan alkali ortamlara geçiş sırasında, Zeta potansiyelindeki değişiklikler ile nasıl açıklanabileceğini göstermektedir. Nanopartiküllerin aglomerasyon davranışı ve reaktivitesi üzerinde bu değişikliklerin doğrudan etkiye sahip olduğunu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, malzeme bilimi ve nanoteknoloji alanlarında, özellikle süspansiyon stabilitesinin optimizasyonunda farklı pH değerlerinin, nanopartiküller üzerindeki etkisinin anlaşılmasını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Demir (III) oksit, nanopartikül, pH, Zeta potansiyeli

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

1. GİRİŞ

Nanomalzemeler, tanım itibarıyla, 1 ile 100 nanometre (nm) arasında bir boyut aralığına sahip olan materyallerdir [1]. Nanopartiküller (NP'ler), şekilleri, boyutları ve çevresel koşullara bağlı olarak özgün kimyasal ve fiziksel özellikler sergileme kapasitesine sahiptirler. Günümüzde, manyetik nanopartiküller özellikle manyetik biyoseparasyon, çeşitli biyolojik moleküllerin ve entitelerin (örneğin hücreler, proteinler, nükleik asitler, enzimler, bakteriler ve virüsler) tespiti, klinik diagnostik ve tedaviler (Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ve Manyetik Sıvı Hipertermisi (MFH) dahil) gibi önemli biyomedikal uygulamalarda kullanılmaktadır [2]. Demir oksit nanopartiküllerinin çeşitli oksidasyon durumlarına sahip olmaları, zengin polimorfizm özellikleri ve nanofazda polimorfik dönüşümlere uğrayabilme kapasiteleri gibi temel karakteristikleri, bu materyallere geniş çapta ilgi uyandırmıştır [3]. Uzun zamandır, demir oksit nanoparçacıklarının in vitro tanı yöntemlerinde kullanımı bilimsel araştırmalarda yer almaktadır [4].
Demir oksit nanopartiküllerinin aglomerasyon düzeyi ve partikül boyutu, pH seviyeleri tarafından etkilenmektedir [5]. Yüksek yüzey-hacim oranına sahip manyetik demir oksit nanopartikülleri, yüksek yüzey enerjileri nedeniyle aglomerasyona eğilim gösterirler ve bu eğilim pH değerine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Nanopartiküllerin boyutu, morfolojisi, stabilitesi ve tercih edilen çözücüler içindeki dispersiyon kabiliyeti üzerinde hassas kontrol sağlamak, büyük bir teknolojik zorluktur [2]. Nanopartiküllerin karakterizasyonuyla ilgili çalışmalar, özellikle partikül büyüklüğü ve yüzey yükünün tespitine yönelik detaylı incelemeleri kapsamaktadır [6]. Mevcut deneysel yöntemlerle yüzey yükü doğrudan ölçülememekte; bu değer, sadece bir ortamda ölçülen zeta potansiyeli (ζ) aracılığıyla dolaylı olarak tahmin edilebilmektedir [7]. Zeta potansiyeli, bir nanopartikülün yüzey yükünün, çevresel şartlara bağlı olarak nasıl değiştiğini ifade eder [8]. Zeta potansiyeli, bir parçacığın yüzeyindeki ve çevresindeki sıvıdaki yüklü gruplar arasındaki elektrik potansiyeli farkı olarak tanımlanır ve bu ölçüm, parçacığın yüzey yükü hakkında bilgi sağlamak için kullanılır [9]. Nanopartiküllerin yüzey yükleri, bunların aglomerasyon davranışlarını ve reaktivitelerini önemli ölçüde etkilemektedir [10]. Zeta potansiyeli düşük olduğunda ya da partiküller karşıt yükler taşıdıklarında, elektrostatik itme kuvveti yeterli olmayabilir; bu da partiküllerin bir araya gelip aglomere olmalarına neden olabilir [11].

Zeta potansiyeli, süspansiyonun stabilitesi ve parçacığın yüzeyinin morfolojik özellikleri ile yakından ilişkilidir ve ilgili alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır [10]. Süspansiyon sistemlerinde, zeta potansiyeli partiküller arası itme kuvvetinin şiddetini ve dağılımın stabilitesini belirten önemli bir gösterge olarak kabul edilir [12]. Bu çalışma, demir oksit nanopartiküllerinin zeta potansiyeli ile pH seviyeleri arasındaki etkileşiminin ve bu etkileşimin partikül stabilitesi ile reaktivitesi üzerindeki potansiyel etkilerinin incelenmesini hedeflemektedir. Elde edilecek sonuçlar, nanoteknoloji tabanlı uygulamaların geliştirilmesine ve bunların performansının optimizasyonuna katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

2. MALZEMELER VE METHOD

2.1.Kimyasal Malzemeler

Ferrik klorür hekzahidrat ($FeCl_3.6H_2O$, % 99 saflıkta), demir sülfat heptahidrat ($FeSO_4.7H_2O$, % 99 saflıkta), sodyum hidroksit (NaOH, %98 saflıkta), Poli(vinil alkol) polimeri (PVA-$(C_2H_4O)x$, %15 ağırlık/hacim; Mw=60,000 g/mol), Etanol (CH_3CH_2OH, % 96 saflıkta) ve oleik asit ($C_{18}H_{34}O_2$, %99 saflıkta) Sigma–Aldrich (ABD) firmasından temin edilmiştir. Sitrik asit monohidrat (CH_2COOH, %99.5 saflıkta), ZAG Kimya firmasından satın alınmıştır.

2.2.Fe_2O_3 nanopartiküllerinin sentezi

Birinci adımda, 13.9 g $FeSO_4.7H_2O$ ve 27.033 g $FeCl_3.6H_2O$, demir tuzlarının her biri ayrı olarak 50 mL deiyonize su içinde 500 rpm'de, yaklaşık 15 dakika oda sıcaklığında tamamen çözüldü ve daha sonra bu çözeltiler birleştirildi. İkinci adımda, kapalı bir kapta 14.398 g NaOH, 80 °C'de 200 mL deiyonize su içerisinde 900 rpm'de hızlıca karıştırılarak çözüldü. Ardından hazırlanan demir oksit çözeltisi, kapalı bir kap içindeki NaOH çözeltisine damla damla, dikkatli bir şekilde eklendi. Bu işlemden sonra 15 dakika beklenildi ve manyetik karıştırıcı kapatıldı. Son olarak, oluşan çözelti, en az 10 kez deiyonize su ile yıkandı, manyetik bir ayırıcı ile ayrıştırıldı ve kurutma fırınında 80 °C'de, 12 saat boyunca kurutuldu [13].

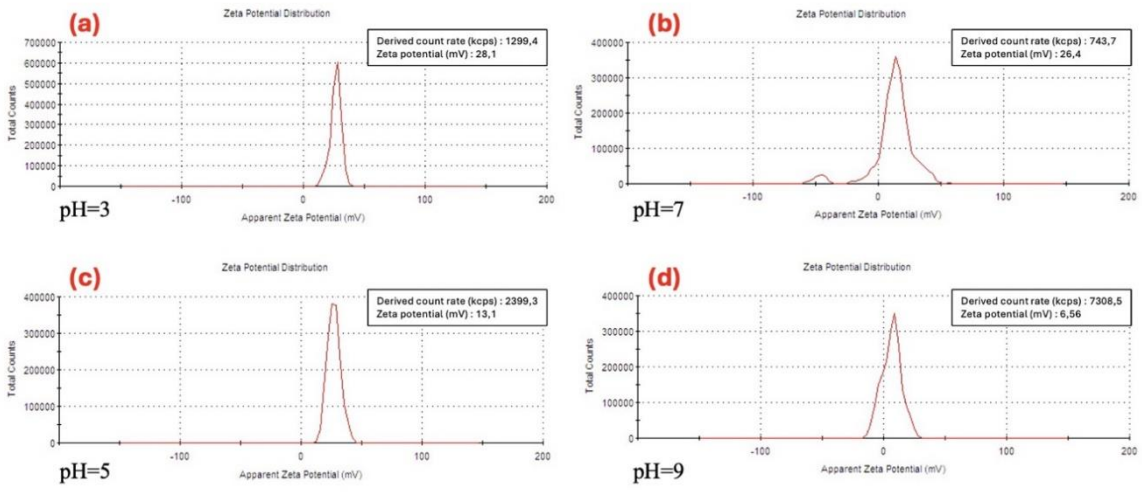
2.3.Zeta-Potensiyeli ölçümleri için Fe_2O_3 nanopartiküllerinin hazırlanması

Zeta potansiyeli değerleri, üç ayrı ölçümün ortalaması alınarak Malvern Zetasizer-Nano-Z, ZEN2600 (Malvern Panalytical, UK) model zeta metre ile belirlendi. Her bir ölçüm için, 0.005 g Fe_2O_3 nanopartikülleri 100 mL deiyonize su içinde 15 dakika boyunca ultrasonik homojenizatör (Sonics, VCX/750, ultrasonic processors, Newtown, ABD) kullanılarak disperse edildi (450 W, 40 kHz). Ardından 0.00575 g NaOH eklendi ve çözelti, iki saat boyunca ultrasonik banyoda tekrar disperse edildi. Elde edilen çözeltiyi, çeşitli pH seviyelerine ayarlamak için HCl ve NaOH eklenerek çözeltinin stabilizasyonu sağlandı [14].

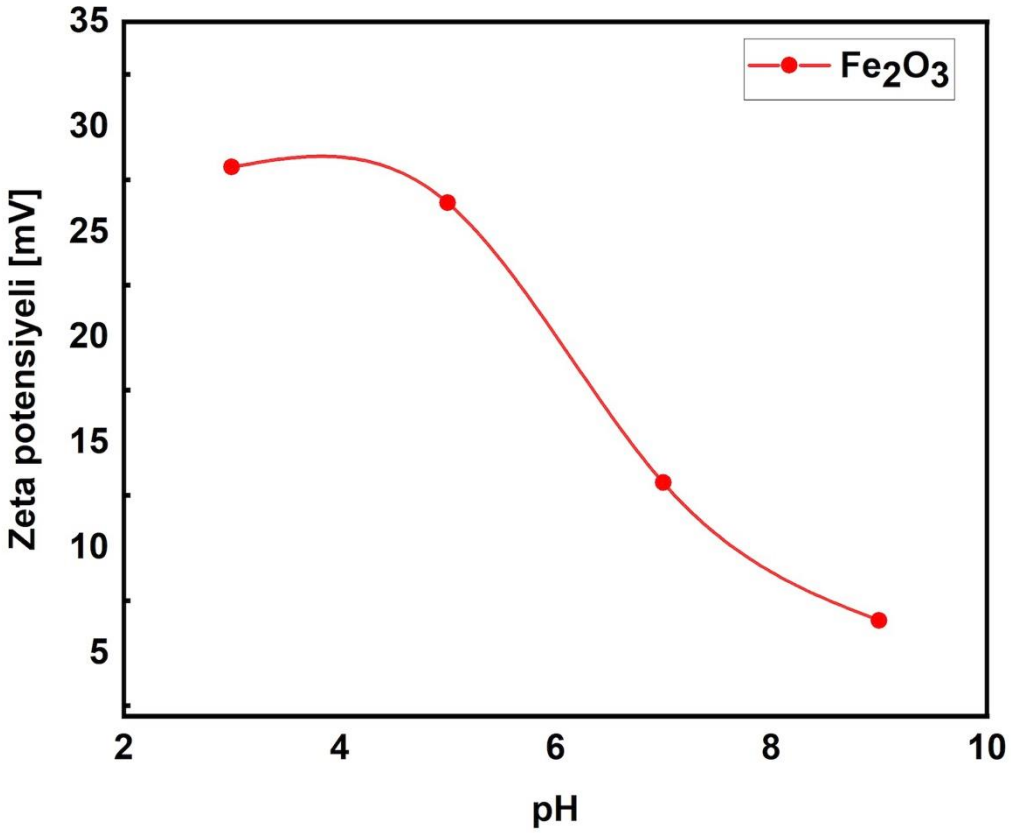
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu deneysel araştırmanın sonuçları, analiz edilen farklı pH değerlerine sahip her bir Fe_2O_3 nanopartikül çözeltilerinin zeta potansiyeli üzerinde pH değerlerinin önemli bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Zeta potansiyelinde gerçekleşen değişikliklerin, nanopartikül süspansiyonlarının stabilitesi üzerinde doğrudan bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Görsel 1'de, farklı pH değerlerinde Fe_2O_3 nanopartiküllerinin zeta potansiyelini gösteren grafikler verilmiştir. Asidikten alkaliye geçiş sırasında farklı pH seviyelerinde, Fe_2O_3 nanopartikülleri, yüzey yükündeki değişiklikler ve kolloidal stabiliteye işaret eden önemli zeta potansiyeli değişiklikleri sergilemektedir. pH'nin zeta potansiyeli üzerindeki önemli etkisi, nanopartiküllerin yüzey gruplarının protonasyonu ve deprotonasyon süreçlerine atfedilebilir. Metal oksit nanopartikülleri tipik olarak sulu ortamlarda hidrasyona uğrar ve sonuç olarak yüzeyleri hidroksil gruplarıyla kaplanır. Bu nedenle, asidik koşullarda metal oksit nanopartiküller pozitif zeta potansiyeline sahipken, alkali koşullarda negatif zeta potansiyeli sergilerler [10].

ISBN NO. 978-625-6830-92-9



Görsel 1. Fe_2O_3 nanopartiküllerinin farklı pH seviyelerinde Zeta Potansiyeli grafikleri, (a) ph=3, (b) pH=5, (c) pH=7 ve (d) pH=9

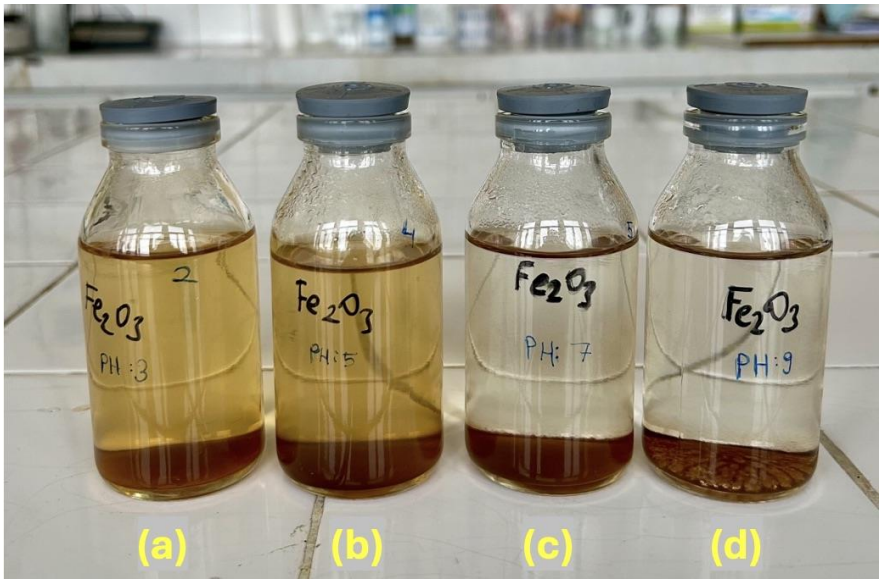


Görsel 2. Fe_2O_3 nanopartiküllerinin çözelti pH'ına göre zeta potansiyelinin değişimi

Zeta potansiyeli ölçümü, kolloidal sistemlerin stabilitesini belirlemede önemli bir kriterdir [15].

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Görsel 2'de yer alan grafik, artan pH değerleri ile Fe_2O_3 nanopartiküllerinin zeta potansiyelinin doğrusal bir biçimde azaldığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu durum, çözelti pH'ının, süspansiyonda bulunan Fe_2O_3 nanopartiküllerinin elektrostatik stabilitesi üzerindeki önemli etkisini özetlemektedir. pH 3'te, yüzey gruplarının protonasyonu nedeniyle güçlü elektrostatik itme kuvveti gösteren yüksek pozitif zeta potansiyeli, stabiliteyi teşvik eder ve aglomerasyonu engeller. pH 5'e ve ardından pH 7'ye yükseldikçe, zeta potansiyelinde bir azalma gözlenmektedir. Bu durumda da pozitif yüzey yükünde ve elektrostatik itmede azalmaya ve dolayısıyla kolloidal stabilitede düşüşe işaret etmektedir. pH 9'da zeta potansiyeli nötr bir değere yaklaşır ve bu da artan deprotonasyon nedeniyle minimal pozitif yük ve partikül aglomerasyonu potansiyelinin arttığını gösterir.



Görsel 3. Fe_2O_3 nanopartikül çözeltilerinin (a) pH=3, (b) pH=5, (c) pH=7 ve (d) pH=9 görüntüsü

Görsel 3'te gösterildiği gibi, pH seviyesindeki artış, nanopartiküllerin gözle görülür aglomerasyonu ve daha fazla çökmesiyle ilişkilendirilmektedir. Çözeltide belirgin bir çökmüş parçacık katmanı, önemli bir aglomerasyonu göstermektedir. Bu gözlem, pH 9'da zeta potansiyelinin, itici kuvvetlerin minimum olduğu ve partikül aglomerasyonuna yol açan izoelektrik noktaya yakın olduğunu öne süren Görsel 2'deki grafik ile uyumludur. Bu araştırmanın sonuçları, incelenen nanopartiküllerin zeta potansiyeli ile pH değişiklikleri arasında önemli bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Zeta potansiyel değerleri, artan pH ile azalmakta ve farklı pH ortamlarında nanopartiküllerin yüzey yükündeki değişiklikleri açığa çıkarmaktadır. Bu değişiklikler, nanopartiküllerin aglomerasyon davranışı ve reaktifliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Elde edilen bulgular, malzeme bilimi ve nanoteknoloji alanlarında, özellikle süspansiyon stabilitesinin optimizasyonunda farklı pH değerlerinin nanopartiküller üzerindeki etkisinin anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

REFERANSLAR

1. Murdock, R. C., Braydich-Stolle, L., Schrand, A. M., Schlager, J. J., & Hussain, S. M. Characterization of nanomaterial dispersion in solution prior to in vitro exposure using dynamic light scattering technique, Toxicological Sciences, 101(2), 239–253, 2008.

2. Wu, W., He, Q., & Jiang, C. Magnetic iron oxide nanoparticles: Synthesis and surface functionalization strategies, Nanoscale Research Letters, 3(11), 397–415, 2008.

3. Woo, K., Hong, J., Choi, S., Lee, H. W., Ahn, J. P., Kim, C. S., & Lee, S. W. Easy synthesis and magnetic properties of iron oxide nanoparticles, Chemistry of Materials, 16(14), 2814–2818, 2004.

4. Gupta, A. K., & Gupta, M. Synthesis and surface engineering of iron oxide nanoparticles for biomedical applications, In Biomaterials (Vol. 26, Issue 18, pp. 3995–4021), 2005.

5. Meng, X., Ryu, J., Kim, B., & Ko, S. Application of Iron Oxide as a pH-dependent Indicator for Improving the Nutritional Quality, Clinical Nutrition Research, 5(3), 172, 2016.

6. Xu, R. Progress in nanoparticles characterization: Sizing and zeta potential measurement. Particuology, 6(2), 112–115, 2008.

7. Mikolajczyk, A., Gajewicz, A., Rasulev, B., Schaeublin, N., Maurer-Gardner, E., Hussain, S., Leszczynski, J., & Puzyn, T. Zeta potential for metal oxide nanoparticles: A predictive model developed by a nano-quantitative structure-property relationship approach, Chemistry of Materials, 27(7), 2400–2407, 2015.

8. Berg, J. M., Romoser, A., Banerjee, N., Zebda, R., & Sayes, C. M. The relationship between pH and zeta potential of ~ 30 nm metal oxide nanoparticle suspensions relevant to in vitro toxicological evaluations, Nanotoxicology, 3(4), 276–283, 2009.

9. Cho, W. S., Duffin, R., Thielbeer, F., Bradley, M., Megson, I. L., MacNee, W., Poland, C. A., Tran, C. L., & Donaldson, K. Zeta potential and solubility to toxic ions as mechanisms of lung inflammation caused by metal/metal oxide nanoparticles, Toxicological Sciences, 126(2), 469–477, 2012.

10. Wang, N., Hsu, C., Zhu, L., Tseng, S., & Hsu, J. P. Influence of metal oxide nanoparticles concentration on their zeta potential, Journal of Colloid and Interface Science, 407, 22–28, 2013.

11. Carlson, J. J., & Kawatra, S. K. Factors affecting zeta potential of iron oxides, Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, 34(5), 269–303, 2013.

12. Liao, D. L., Wu, G. S., & Liao, B. Q. Zeta potential of shape-controlled TiO_2 nanoparticles with surfactants, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 348(1–3), 270–275, 2009.

13. Li, L., Mak, K. Y., Leung, C. W., Chan, K. Y., Chan, W. K., Zhong, W., & Pong, P. W. T. Effect of synthesis conditions on the properties of citric-acid coated iron oxide nanoparticles, Microelectronic Engineering, 110, 329–334, 2013.

14. Ateş, A. The effect of microwave and ultrasound activation on the characteristics of biochar produced from tea waste in the presence of H_3PO_4 and KOH, Biomass Conversion and Biorefinery, 13(10), 9075–9094, 2023.

15. Zhang, Y., Yang, M., Portney, N. G., Cui, D., Budak, G., Ozbay, E., Ozkan, M., & Ozkan, C. S. Zeta potential: A surface electrical characteristic to probe the interaction of nanoparticles with normal and cancer human breast epithelial cells, Biomedical Microdevices, 10(2), 321–328, 2008.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

PRENATAL DÖNEMDE FİZİKSEL AKTİVİTEYE İLİŞKİN GÜNCEL KANITLAR

Arş. Gör., Seda GÜRAY
Tarsus Üniversitesi, sedaguray@tarsus.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-3001-5639
Dr. Öğr. Üyesi, Özlem AKGÜN
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, ozlem.akgunebe@gmail.com - ORCID ID: 0009-0005-2704-8391

ÖZET

Her yaştan sağlıkla ilişkilendirilen fiziksel aktivitenin gebelik boyunca da hem kadın hem de fetüs için güvenli ve faydalı olduğu kanıtlanmıştır. Sağlıklı gebelerde düzenli fiziksel aktivite, kardiyorespiratuar kondisyonun artması, gebelik hipertansiyonu, preeklampsi, gestasyonel diyabet ve aşırı kilo alım riskinin azalmasıyla ilişkilidir. Fiziksel olarak aktif olan veya düzenli olarak egzersiz yapan kadınların daha yüksek iken, idrar kaçırma, doğum sonrası kilo alma ve depresyon belirtilerine yakalanma olasılıkları daha düşüktür. Ayrıca prenatal dönemde egzersiz yapmak, kadın ve çocuklarda obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların gelişmesini engellemektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kılavuzları, tıbbi kontrendikasyonları olmayan tüm kadınların gebelik boyunca düzenli fiziksel aktivite yapmalarını önermektedir. Hem DSÖ hem de Amerikan Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji (ACOG), tüm sağlıklı gebelere haftada 150 dakika orta düzeyde fiziksel aktivite önermektedir. Ancak araştırmalar, kadınlarda fiziksel aktivitenin prekonsepsiyonel dönemden prenatal döneme kadar azaldığı, çoğunun günlük fiziksel aktivite için önerilen süreyi kullanmadığını göstermektedir. Gebelerin fiziksel aktiviteden uzak kalmalarına yönelik bildirilen nedenler arasında fiziksel rahatsızlık, yorgunluk, zaman veya motivasyon eksikliği ve kadın ve/veya fetüsün güvenliğiyle ilgili endişeler, gerekli profesyonel bilgi ve sosyal destek eksikliği yer almaktadır. Egzersiz yönergeleriyle ilgili belirsizlik, kadınların fiziksel aktivite türleri ve süresiyle ilgili yönergelere uymasını da engellemektedir.

Klinik uygulama kılavuzları, en yüksek düzeyde nitelikli kanıt ve pratik uygulama için altın standart olarak kabul edilmektedir. Fiziksel aktivite konusunda en güçlü kanıtlara dayanmayan kılavuzlar, bireyleri riske atabilmekte ve kılavuzlar arasındaki tutarsızlıklar gebeler ve sağlık çalışanları için kafa karıştırıcı olabilmektedir. Bu derleme prenatal dönemde fiziksel aktivite ve egzersize ilişkin yayınlanmış kılavuzları bir arada ortaya koyabilmek için oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Prenatal dönem, Fiziksel aktivite, Kanıta dayalı uygulamalar

PRENATAL DÖNEMDE FİZİKSEL AKTİVİTEYE İLİŞKİN GÜNCEL KANITLAR

Her yaştan sağlıkla ilişkilendirilen fiziksel aktivitenin gebelik boyunca da hem kadın hem de fetüs için güvenli ve faydalı olduğu kanıtlanmıştır (1,2,3). Sağlıklı gebelerde düzenli fiziksel aktivite, kardiyorespiratuar kondisyonun artması, gebelik hipertansiyonu, preeklampsi, gestasyonel diyabet ve aşırı kilo alım riskinin azalmasıyla ilişkilidir. Fiziksel olarak aktif olan veya düzenli olarak egzersiz yapan kadınların vajinal doğum yapma olasılıkları daha yüksek iken, idrar kaçırma, doğum sonrası kilo alma ve depresyon belirtilerine yakalanma olasılıkları daha düşüktür (4,5). Güçlü bilimsel kanıtlar, gebelik sırasındaki fiziksel aktivitenin; düşük, ölü doğum, erken doğum, erken membran rüptürü, yenidoğan ölümü, yenidoğan hipoglisemisi, düşük doğum ağırlığı, doğum kusurları ve doğum indüksiyonu ile ilişkili olmadığını göstermektedir (5,6). Ayrıca prenatal dönemde egzersiz yapmak, kadın ve çocuklarda obezite, tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların gelişmesini engellemektedir (3,7).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) kılavuzları, tıbbi kontrendikasyonları olmayan tüm kadınların gebelik boyunca düzenli fiziksel aktivite yapmalarını tavsiye etmektedir (8,9). Hem WHO hem de Amerikan Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji (The American College of Obstetricians and Gynecologists- ACOG), tüm sağlıklı gebelere haftada 150 dakika orta düzeyde fiziksel aktivite önermektedir (9,10). Ancak araştırmalar, kadınlarda fiziksel aktivitenin prekonsepsiyonel dönemden prenatal döneme kadar azaldığını göstermektedir (11,12). Ek olarak gebelerin çoğunluğunun günlük fiziksel aktivite için önerilen süreyi kullanmadığı görülmektedir (13,14,15). Gebelerin fiziksel aktiviteden uzak kalmalarına yönelik bildirilen nedenler arasında fiziksel rahatsızlık, yorgunluk, zaman veya motivasyon eksikliği ve kadın ve/veya fetüsün güvenliğiyle ilgili endişeler yer almaktadır (16,17). Gebeler tarafından bildirilen fiziksel aktivitenin önündeki engeller gerekli profesyonel bilgi ve sosyal destek eksikliğidir (16). Egzersiz yönergeleriyle ilgili belirsizlik, kadınların fiziksel aktivite türleri ve süresiyle ilgili yönergelere uymasını da engellemektedir (15). Bazı sağlık profesyonellerinin gebeleri fiziksel aktiviteye teşvik etme önerileri hakkındaki bilgi eksikliği, tavsiyelerinin doğru olup olmadığına, mevcut kılavuzlarda tutarsızlık olduğu endişesi, fiziksel aktiviteyi artırmaya yönelik tavsiyelerinin olumsuz sonuçlar oluşturabileceğine dair çekinceleri de dahil olmak üzere birçok engeli içermektedir (18,19).

Klinik uygulama kılavuzları, en yüksek düzeyde nitelikli kanıt ve pratik uygulama için altın standart olarak kabul edilmektedir (20). DSÖ, kılavuzların sistematik incelemelerle desteklenmesini önermektedir (21). Her ne kadar bu hususları ele alan kılavuzlar fiziksel aktivite 1985'ten bu yana geliştirilse de (22,23), gebelere yönelik fiziksel aktivite kılavuzlarına ilişkin önceki incelemeler, gebelere yönelik fiziksel aktivite kılavuzlarının metodolojik titizliğinin ve kalitesinin belirsiz olduğunu ortaya koymuştur (22,24,25). En iyi kanıtlara dayanmayan kılavuzlar, bireyleri riske atabilmekte ve kılavuzlar arasındaki tutarsızlıklar gebeler ve sağlık çalışanları için kafa karıştırıcı olabilmektedir (26,27). Bu derleme prenatal dönemde fiziksel aktivite ve egzersize ilişkin yayınlanmış kılavuzları bir arada ortaya koyabilmek için oluşturulmuştur.

1. Gebelikte Fiziksel Aktiviteye İlişkin Temel Öneriler

Gebelik dönemi, anne ve fetüs için hem geçici hem de uzun süreli faydalar sağlayabilecek sağlık davranışları geliştirmek konusunda önemli bir dönemdir (4).

Çizelge 1. Gebelikte Fiziksel Aktiviteye İlişkin Temel Öneriler

	Öneriler	**Öneren Kılavuzlar**
Gebelikte Fiziksel Aktiviteye Başlangıç Önerileri	Kontrendikasyonu olmayan tüm kadınların gebelik boyunca fiziksel olarak aktif olması gerekir	SOGC, 2019; ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; FIGO, 2015; ADA, 2016; Almanya, 2018; NICE, 2010; Birleşik Krallık, 2019; FA, 2018; DSÖ, 2020
	Gebelikten önce düzenli egzersiz yapan ve sağlıklı gebelik geçiren kadınların düzenli egzersiz programlarına katılabilmesi gerekir	ACOG, 2020; HHS, 2018; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018; NICE, 2010; Birleşik Krallık, 2019; FA, 2018; DSÖ, 2020
	Daha önce aktif fiziksel aktivite yapmayan kadınların gebelikte fiziksel aktiviteye başlamaları teşvik edilir, ancak yavaş yavaş, daha düşük yoğunlukta başlamaları ve gebelik ilerledikçe süreyi ve yoğunluğu artırmaları gerekebilir.	SOGC, 2019; RANZCOG, 2020; FA, 2018; DSÖ, 2020
Gebelik Tarama Önerileri	Tıbbi veya obstetrik komplikasyonları olan kadınlar, gebelik sırasında fiziksel aktiviteye başlamadan önce değerlendirilmelidir	SOGC, 2019; ACOG, 2020; HHS, 2018; RANZCOG, 2020; NZGG, 2014; FA, 2018; DSÖ, 2020
Fiziksel Aktivite Süresi Önerileri	Gebeler her hafta, en az 150 dakika, orta yoğunlukta fiziksel aktivite yapmalıdır	SOGC, 2019; HHS, 2018; NZGG, 2014; Birleşik Krallık, 2019; RANZCOG, 2020; DSÖ, 2020
	Haftanın genelinde, tek seferde en az 30 en fazla 60 dakika fiziksel aktivite yapmalıdır	ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; FIGO, 2015; NZGG, 2014; ADA, 2016; Almanya, 2018; NİCE, 2010
Fiziksel Aktivite Sıklığı Önerileri	Gebeler haftanın çoğu ve tercihen tüm günlerinde fiziksel olarak aktif olmayı hedeflemelidir.	ACOG, 2020; SOGC, 2019; RANZCOG, 2020; NZGG, 2014; ADA, 2016; Almanya, 2018; NICE, 2010; İngiltere, 2019
	Fiziksel aktiviteye birbirini takip etmeyen günlerde haftada en az 3 gün boyunca devam edilmelidir	SOGC, 2019; NZGG, 2014; Almanya, 2018; ACOG, 2020
Fiziksel Aktivite Yoğunluğu Önerileri	"Konuşma testi"; (Bir kadın egzersiz yaparken konuşmayı sürdürebildiği sürece muhtemelen kendini aşırı yormuyordur)	ACOG, 2020; HHS, 2018; RANZCOG, 2020; NZGG, 2014; Almanya, 2018; İngiltere, 2019
	"Brog ölçeği"; Algılanan efor ölçeğinin Borg derecelendirmeleri yapılmalıdır	ACOG, 2020; FA, 2018; RANZCOG,2020
	0'dan 10'a kadar algılanan eforun derecelendirilmesi ölçeği; burada 0 sabit oturmak ve 10 mümkün olan en büyük efordur (orta şiddette aktivite 5 ila 6 arası bir efor olacaktır)	HHS, 2018; DSÖ, 2020
	Kalp atım hızı değerlendirmesi	SOGC, 2019; RANZCOG, 2020; ACOG, 2020
	Nefes hızı değerlendirmesi	İngiltere, 2019
	Borg'un ölçeği kalp atım hızından daha etkilidir	ACOG, 2020; FA, 2018; RANZCOG, 2020

Kısaltmalar: ACOG, Amerikan Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; ADA, Amerikan Diyabet Derneği; FIGO, Uluslararası Jinekoloji ve Obstetrik Federasyonu; FA, Fitness Avustralya; Almanya, Almanya çapında Sağlıklı Başlangıç - Genç Aile Ağı; HHS, ABD Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı; NICE, Ulusal Sağlık ve Bakım Mükemmeliyeti Enstitüsü; NZGC, Yeni Zelanda Kılavuz Grubu; RANZCOG, Avustralya Kraliyet ve Yeni Zelanda Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; SOGC, Kanada Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Derneği; Birleşik Krallık, Birleşik Krallık Baş Sağlık Görevlileri; DSÖ, Dünya Sağlık Örgütü.

Çizelge 2. Gebelikte Fiziksel Aktivite Türü ve Güvenli Egzersiz Önerileri

	Öneriler	**Öneren Kılavuzlar**
Fiziksel Aktivite Türü Önerileri	Gebelerin yüksek fayda elde etmek için çeşitli aerobik ve direnç antrenmanı aktivitelerine katılması gerekir	SOGC, 2019; ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; FA, 2018; DSÖ, 2020
	Hafif esneme ve denge çalışmaları	SOGC, 2019; Birleşik Krallık, 2019; DSÖ, 2020
	Pelvik taban eğitimi (örneğin Kegel egzersizleri)	SOGC, 2019; NICE, 2019; FA, 2018; DSÖ, 2020
	Kadınlar, birbirini takip etmeyen günlerde vücudun ana kas gruplarını kullanan güçlendirme egzersizleri yaparak haftada 2 seansı hedeflemelidir	RANZCOG, 2020; İngiltere, 2019
	Isınma ve soğuma egzersizleri	RANZCOG, 2020; FA, 2018; HHS, 2018
Güvenli Egzersiz Önerileri	Tempolu yürüyüş	SOGC, 2019; ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; FIGO, 2015; Almanya, 2018; NICE, 2010
	Sabit bisiklet	ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; FIGO, 2015; Almanya, 2018; NICE, 2010
	Hidroterapi, su aerobiği, yüzme	ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018; FIGO, 2015; NICE, 2010
	Aerobik egzersizler, Direnç egzersizleri (örneğin ağırlıklar, elastik bantlar kullanma)	ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; NICE, 2010; DSÖ, 2020
	Esneme egzersizleri	ACOG, 2020; Birleşik Krallık, 2020; DSÖ, 2020
	Yoga	FIGO, 2015; Almanya, 2018; SOGC, 2019
	Tırmanma adımları	FIGO, 2015; Almanya, 2018; SOGC, 2019
	Kros kayağı	Almanya, 2018
	Dans	ACOG, 2020
	Esneklik eğitimi	FA, 2018
	Gevşeme	FA, 2018
	Doğum hazırlığı	FA, 2018
Egzersiz Sırasında Güvenlik Hususları	2500 m'nin altında yaşayan kadınların yüksek rakımda (>2500 m) fiziksel aktiviteden kaçınması gerekmektedir	SOGC, 2019; Almanya, 2018; DSÖ, 2020
	Gebe ve emziren kadınlar için egzersiz öncesinde, sırasında ve sonrasında yeterli miktarda sıvı, kalori ve su içeren besin alımı	SOGC, 2019; ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; DSÖ, 2020; FA, 2018; İngiltere, 2019
	Kısıtlayıcı olmayan rahat kıyafetler ve iyi bir destekleyici balensiz spor sutyeni giyim	FA, 2018; İngiltere, 2019
	Uzun süreli egzersiz, termonötr bir ortamda veya kontrollü çevre koşullarında (klimalı tesisler) yapılması	ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; Birleşik Krallık, 2019; SOGC, 2019
	Atletik yarışmayı veya önerilen kuralların çok üzerinde egzersiz yapmayı düşünenler denetime başvurmalıdır	SOGC, 2019; DSÖ, 2020
	Fiziksel aktiviteyi durdurmanın nedenlerini öğrenin ve bu nedenler ortaya çıkarsa derhal yetkili bir sağlık uzmanına başvurun	SOGC, 2019; NICE, 2019; DSÖ, 2020

Kısaltmalar: ACOG, Amerikan Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; ADA, Amerikan Diyabet Derneği; FIGO, Uluslararası Jinekoloji ve Obstetrik Federasyonu; FA, Fitness Avustralya; Almanya, Almanya çapında Sağlıklı Başlangıç - Genç Aile Ağı; HHS, ABD Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı; NICE, Ulusal Sağlık ve Bakım Mükemmeliyeti Enstitüsü; NZGC, Yeni Zelanda Kılavuz Grubu; RANZCOG, Avustralya Kraliyet ve Yeni Zelanda Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; SOGC, Kanada Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Derneği; Birleşik Krallık, Birleşik Krallık Baş Sağlık Görevlileri; DSÖ, Dünya Sağlık Örgütü.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Çizelge 3. Gebelikte Kaçınılması Gereken Egzersizler ve Egzersiz Sırasında Alınması Gereken Güvenlik Önlemleri

	Öneriler	**Öneren Kılavuzlar**
Gebelikte Kaçınılması Gereken Egzersizler	Fiziksel temas veya düşme tehlikesi içeren aktiviteler	SOGC, 2019; RANZCOG, 2020; FA, 2018; DSÖ, 2020; Almanya, 2018; HHS, 2018; NICE, 2019; Birleşik Krallık, 2019; FA, 2018
	Aşırı sıcakta, özellikle yüksek nemde fiziksel aktivite	SOGC, 2019; RANZCOG, 2020; FA, 2018; DSÖ, 2020; AOCG, 2020; İngiltere, 2019
	Karın travması riski yüksek olan aktiviteler	HHS, 2018; NICE, 2019; RANZCOG, 2020
	Aşırı eklem stresi	NICE, 2019
	Hokey, boks, futbol, basketbol, binicilik veya yokuş aşağı kayak (temas sporları)	HHS, 2018; Birleşik Krallık, 2019; RANZCOG, 2020; FA, 2018
	Su kayağı, sörf, offroad bisiklet, jimnastik	İngiltere, 2019
	Dalma	SOGC, 2019; NICE, 2019; İngiltere, 2019
	Ağır ağırlık kaldırma aktiviteleri	RANZCOG, 2020; FA, 2018
	Yön veya yoğunlukta hızlı değişiklikler	RANZCOG, 2020; FA, 2018
	Duruşta hızlı değişiklikler (yani yatmaktan veya oturmaktan ayağa kalkmaya kadar)	RANZCOG, 2020
	Yürüyüş hamleleri	
	Zorlanmayı, nefesi tutmayı içeren aktiviteler	RANZCOG, 2020; FA, 2018
	Zıplamak	
	1. trimesterden sonra uzun süre sırt üstü düz yatmak	SOGC, 2019; ACOG, 2020; HHS, 2018; RANZCOG, 2020; Birleşik Krallık, 2019; DSÖ, 2020; FA, 2018
	Ağır fiziksel emek, uzun süreli çömelme	FİGO, 2015
Gebelikte Egzersizin Durdurulması İçin Uyarı İşaretleri	Vücudunuzu dinleyin ve uyum sağlayın. Genel kural, hoşunuza gidiyorsa devam edin, rahatsız ediciyse durun ve tavsiye alın	Birleşik Krallık, 2019; FA, 2018
	Dinlenmeyle geçmeyen, kalıcı, aşırı nefes darlığı	SOGC, 2019; FA, 2018
	Açıklanamayan nefes darlığı	RANZCOG, 2020; Birleşik Krallık, 2020
	Karın ağrısı veya kramplar	ACOG, 2020; FA, 2018
	Göğüs ağrısı veya çarpıntı	SOGC, 2019; ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018; Birleşik Krallık, 2020; FA, 2018
	Düzenli ve ağrılı rahim kasılmaları	
	Vajinal kanama	SOGC, 2019; ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018; Birleşik Krallık, 2019; FA, 2018
	Vajinadan sürekli sıvı kaybı, zarların yırtılmasına veya amniyotik sıvı kaybına işaret eder	
	Baş ağrısı	ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018; Birleşik Krallık, 2019; FA, 2018
	Baldır ağrısı veya şişmesi	
	Dengeyi etkileyen kas zayıflığı	ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018; Birleşik Krallık, 2019
	Baş dönmesi veya bayılma	SOGC, 2019; ACOG, 2020; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018; Birleşik Krallık, 2019; FA, 2018
	Efordan önce nefes darlığı	ACOG, 2020; Almanya, 2018
	Fetal hareketin azalması	RANZCOG, 2020; FA, 2018
	Ayak bileklerinin, ellerin veya yüzün ani şişmesi	RANZCOG, 2020
	Bulanık görüş	FA, 2018
	Yeni veya kalıcı mide bulantısı veya kusma	
	Her türlü ağrı veya uyuşukluk	
	Yoğun veya yeni sırt ağrısı	
	Egzersiz sonrası aşırı yorgunluk	

Kısaltmalar: ACOG, Amerikan Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; ADA, Amerikan Diyabet Derneği; FIGO, Uluslararası Jinekoloji ve Obstetrik Federasyonu; FA, Fitness Avustralya; Almanya, Almanya çapında Sağlıklı Başlangıç - Genç Aile Ağı; HHS, ABD Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı; NICE, Ulusal Sağlık ve Bakım Mükemmeliyeti Enstitüsü; NZGC, Yeni Zelanda Kılavuz Grubu; RANZCOG, Avustralya Kraliyet ve Yeni Zelanda Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; SOGC, Kanada Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Derneği; Birleşik Krallık, Birleşik Krallık Baş Sağlık Görevlileri; DSÖ, Dünya Sağlık Örgütü.

Çizelge 4. Gebelikte Egzersizle İlgili Kontrendikasyonlar

Mutlak Kontrendikasyonlar	Açıklanamayan kalıcı vajinal kanama	SOGC, 2019; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018
	Plasenta previa (26 veya 28 haftalık gebelikten sonra)	
	Preeklampsi	
	Kontrolsüz hipertansiyon	
	Diğer ciddi kardiyovasküler, solunumsal veya sistemik bozukluklar	
	Yırtılmış membranlar	SOGC, 2019; RANZCOG, 2020
	Intrauterin büyüme kısıtlaması	
	Yüksek dereceli çoğul gebelik (örneğin üçüzler)	
	Kontrolsüz Tip I diyabet	
	Kontrolsüz tiroid hastalığı	
	Erken doğum	SOGC, 2019
	Yetersiz serviks	
	Erken kasılmalar veya kısalmış servikal uzunluk	RANZCOG, 2020
	Kötü kontrol edilen astım	
	Kemik veya eklem sorunları	
	Rahim ağzı yetmezliği	Almanya, 2018
Bağıl Kontrendikasyonlar	Semptomatik anemi	SOGC, 2019; RANZCOG, 2020; Almanya, 2018
	Tekrarlayan gebelik kaybı	SOGC, 2019
	Gebelik hipertansiyonu	
	Kendiliğinden erken doğum öyküsü	
	Hafif/orta derecede kardiyovasküler veya solunum hastalığı	
	Yetersiz beslenme, yeme bozukluğu	
	28. haftadan sonra ikiz gebelik	
	Diğer önemli tıbbi durumlar	

Kısaltmalar: ACOG, Amerikan Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; ADA, Amerikan Diyabet Derneği; FIGO, Uluslararası Jinekoloji ve Obstetrik Federasyonu; FA, Fitness Avustralya; Almanya, Almanya çapında Sağlıklı Başlangıç - Genç Aile Ağı; HHS, ABD Sağlık ve İnsani Hizmetler Bakanlığı; NICE, Ulusal Sağlık ve Bakım Mükemmeliyeti Enstitüsü; NZGC, Yeni Zelanda Kılavuz Grubu; RANZCOG, Avustralya Kraliyet ve Yeni Zelanda Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji; SOGC, Kanada Kadın Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Derneği; Birleşik Krallık, Birleşik Krallık Baş Sağlık Görevlileri; DSÖ, Dünya Sağlık Örgütü.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

2. Gebelikte Egzersiz İçin Farklılık Gösteren Öneriler

2.1. Egzersiz Sırasında Optimum Kalp Atış Hızı

Egzersiz sırasındaki optimal kalp atış hızı, üç kılavuz arasında farklıydı. Kanada kılavuzu, yaşa göre değişen orta yoğunluktaki fiziksel aktivite sırasında en uygun kalp atış hızının %40 ila %59 kalp atış hızı rezervi olduğunu önermiştir (38). ACOG kılavuzunda yaşa göre tahmin edilen maksimum anne kalp hızının %60 ila %80'inden azı önerilmiştir (7). Kraliyet Avustralya ve Yeni Zelanda Doğum Uzmanları ve Jinekologlar Koleji kılavuzu, egzersiz sırasında optimal kalp atış hızının maksimum aerobik kapasitenin %60 ila %80'i kadar olmasını önermektedir (17).

2. 2. Egzersiz Yoğunluğunun Ölçülmesi

Bu kılavuzlarda egzersiz yoğunluğunun beş değerlendirme yöntemi tanımlanmıştır. Konuşma Testi, Borg ölçeği ve Kalp Atış Hızı üç ayrı kılavuz tarafından önerilmiştir. NICE kılavuzunda "Vücudunuzu dinleyin ve uyum sağlayın" şeklinde öneri sunulmuştur (32). Üç kılavuz, Borg ölçeğinin kalp atış hızının değerlendirilmesinden daha etkili olduğu sonucuna varmıştır (7,17,29). Borg ölçeğine aynı zamanda Algılanan Eforun Borg Derecelendirmesi Ölçeği olarak ta adlandırılmaktadır (35). Algılanan eforun kalp atış hızıyla nispeten iyi bir korelasyonu olduğundan, sıklıkla bireyin egzersiz sırasındaki efor algılarını izlemek ve ölçmek için kullanılmıştır. Ölçek puanı 6 ila 20 arasında değişmekte olup, egzersizin "hiç efor sarfetmemek" ile "çok zor" arasında algılandığını göstermektedir. ACOG, Borg Algılanan Efor Ölçeği Derecelendirmesini kullanarak 13 ila 14 arası bir puanı biraz zor olarak tanımlamıştır (7). Avustralya'dan iki kılavuz, 12 ile 14 arası bir puanı gebelik sırasında biraz ağır, orta yoğunlukta egzersiz olarak tanımlamaktadır (17,39).

2.3. Gebelikte Egzersize Başlamak

Fiziksel aktiviteye başlamak için en iyi gebelik dönemi, üç kılavuz arasında farklıydı ve ilk üç aylık dönemi veya 12 haftadan fazla süren gebelikleri, rezervasyon sırasında (7) (ideal olarak 10 haftaya kadar) (39) ve daha önce hareketsiz kalmışsa ikinci üç aylık dönemin başlarını içermektedir (6). İdeal olarak, en iyisi fiziksel aktiviteye başlama zamanı gebelikten öncedir (36), ancak çok az kontrendikasyonla gebelik sırasında başlamak güvenlidir (37). Bazı araştırmalar gebelik öncesi aktivite ile etkili sonuçlar arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu öne sürerken (40) erken gebelik fiziksel aktivitesine ilişkin veriler daha doğrusal bir doz-yanıt eğrisi göstermektedir (41). Avustralya kılavuzu (42) bir gebeyi eğitmek için en iyi zaman olarak ikinci üç aylık dönemi önermektedir.

Sonuç

Tüm gebelerin gebelik boyunca fiziksel olarak aktif olmaları teşvik edilmelidir. Gebeler, haftada en az 150 dakika, her defasında en az 30 dakika ve seans başına 60 dakikadan az olmak üzere orta yoğunlukta fiziksel aktivite gerçekleştirme hedefiyle gebelik boyunca fiziksel olarak aktif olmalıdır. Bu haftada en az 3 gün veya her gün gerçekleştirilmelidir. Kılavuzların tümü aerobik egzersizi (örneğin, hızlı yürüyüş, sabit bisiklete binme veya yüzme) ve direnç antrenmanı aktivitelerini önermektedir. Bu kılavuzlar arasında farklılık gösteren öneriler, mevcut araştırma yetersizliklerine işaret etmekte ve gelecekteki araştırmalara yön

vermektedir. Sağlık profesyonelleri, gebelerde egzersizin sağlıkla ilgili faydalarından maksimum etkililiği güvenli bir şekilde elde etmek için fiziksel egzersiz programlarının doğru planlanması ve uygulanması konusunda bilgilendirilmelidir. Egzersiz sıklığı, yoğunluğu, süresi ve türü gibi öneriler, doğum öncesi egzersiz programlarının tasarlanması için kılavuz önerileri dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

1. Warburton DE , Nicol CW , Bredin SS . Health benefits of physical activity: evidence . CMAJ. 2006 ; 174 (6) : 801-809.
2. Díaz-Burrueco JR , Cano-Ibáñez N , Martín-Peláez S , Khan KS , Amezcua-Prieto C . Effects of various types of physical activity on maternal-fetal health outcomes in healthy pregnant women. A systematic review and meta-analysis . Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol . 2021; 262: 203-215.
3. Nagpal T S, Mottola M. F. Physical activity throughout pregnancy is key to preventing chronic disease. *Reproduction*. 2020; **160**(5): R111-R118.
4. Dipietro L, Evenson KR, Bloodgood B , et al; 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY BOARD. Benefits of physical activity during pregnancy and postpartum: a general review. Med Sci Sports Exercise. 2019; 51 (6) : 1292-1302.
5. US Department of Health and Human Services. *Physical Activity Guidelines for Americans*. 2nd ed. US Department of Health and Human Services; 2018. Accessed October 27, 2020.
6. Mottola MF, Davenport MH, Ruchat SM, et al. 2019 Canadian guideline for physical activity throughout pregnancy. *Br J Sports Med*. 2018; **52**(21): 1339-1346.
7. Physical activity and exercise during pregnancy and the postpartum period: ACOG committee opinion, number 804. *Obstet Gynecol*. 2020; **135**(4): e178-e188
8. US Department of Health and Human Services. *Physical Activity Guidelines for Americans*. 2nd ed. US Department of Health and Human Services; 2018. Accessed October 27, 2020.
9. World Health Organization. *WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*. World Health Organization; 2020. Accessed November 25, 2020.
10. ACOG committee opinion No. 650: physical activity and exercise during pregnancy and the postpartum period. *Obstet Gynecol*. 2015; **126**(6): e135-142.
11. Román-Gálvez MR, Amezcua-Prieto C, Salcedo-Bellido I, et al. Physical activity before and during pregnancy: a cohort study. *Int J Gynaecol Obstet*. 2021; **152**(3): 374-381.
12. Ussery EN, Hyde ET, Bombard JM, Juhl AL, Kim SY, Carlson SA. Physical activity before and during pregnancy, Colorado pregnancy risk assessment monitoring system, 2012–2015. *Prev Chronic Dis*. 2020; **17**:E55.
13. Okafor UB, Goon DT. Physical activity level during pregnancy in South Africa: a facility-based cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; **17**(21):7928.

14. Silva SG, Ricardo LI, Evenson KR, Hallal PC. Leisure-time physical activity in pregnancy and maternal-child health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and cohort studies. *Sports Med*. 2017; **47**(2): 295-317.
15. Yin YN, Huang Y, Liu XH, Luo BR. Assessment of physical activity status among pregnant women in southwestern China. *Front Nurs*. 2019; **6**(2):135.
16. Coll CV, Domingues MR, Gonçalves H, Bertoldi AD. Perceived barriers to leisure-time physical activity during pregnancy: a literature review of quantitative and qualitative evidence. *J Sci Med Sport*. 2017; **20**(1): 17-25.
17. Exercise during pregnancy; The Royal Australian and New Zealand College of Obstetricians and Gynaecologists. 2020. Accessed October 27, 2020.
18. Whitaker KM, Wilcox S, Liu J, Blair SN, Pate RR. Patient and provider perceptions of weight gain, physical activity, and nutrition counseling during pregnancy: a qualitative study. *Womens Health Issues*. 2016; **26**(1): 116-122.
19. De Vivo M, Mills H. “They turn to you first for everything”: insights into midwives' perspectives of providing physical activity advice and guidance to pregnant women. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2019; **19**(1):462.
20. Dicenso A, Bayley L, Haynes RB. Accessing pre-appraised evidence: fine-tuning the 5S model into a 6S model. *Evid Based Nurs*. 2009; **12**(4): 99-101.
21. World Health Organization. *WHO Handbook for Guideline Development*. 2nd ed. World Health Organization; 2014. Accessed July 19, 2021.
22. Evenson KR, Mottola MF, Artal R. Review of recent physical activity guidelines during pregnancy to facilitate advice by health care providers. *Obstet Gynecol Surv*. 2019; **74**(8): 481-489.
23. Evenson KR, Mottola MF, Owe KM, Rousham EK, Brown WJ. Summary of international guidelines for physical activity after pregnancy. *Obstet Gynecol Surv*. 2014; **69**(7): 407-414.
24. Tsakiridis I, Bakaloudi DR, Oikonomidou AC, Dagklis T, Chourdakis M. Exercise during pregnancy: a comparative review of guidelines. *J Perinat Med*. 2020; **48**(6): 519-525.
25. Savvaki D, Taousani E, Goulis DG, et al. Guidelines for exercise during normal pregnancy and gestational diabetes: a review of international recommendations. *Hormones (Athens)*. 2018; **17**(4): 521-529.
26. McLean RM. The long and winding road to clinical guidelines on the diagnosis and management of gout. *Ann Intern Med*. 2017; **166**(1): 73-74.
27. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American diabetes association. *Diabetes Care*. 2016; **39**(11): 2065-2079.
28. Hanson MA, Bardsley A, De-Regil LM, et al. The International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) recommendations on adolescent, preconception, and maternal nutrition: “Think Nutrition First”. *Int J Gynaecol Obstet*. 2015; **131**(Suppl 4): S213-253.
29. Australia Fitness. *Pre & Post-Natal Exercise Guidelines*. Australia Fitness; 2018. Accessed October 27, 2020. https://bp-

fitnessaustraliaproduction.s3.amazonaws.com/uploads/uploadedfile/file/219/Pre-and-Post-Natal-Exercise-Guidelines.pdf

30. Koletzko B, Cremer M, Flothkötter M, et al. Diet and lifestyle before and during pregnancy - practical recommendations of the Germany-wide healthy start - Young Family Network. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2018; **78**(12): 1262-1282.
31. NICE public health guidance 27: Weight management before, during and after pregnancy. The National Institute for Health and Care Excellence 2010. Accessed October 27, 2020. https://www.nice.org.uk/guidance/PH27
32. Antenatal care for uncomplicated pregnancies. The National Institute for Health and Care Excellence. 2019. Accessed October 27, 2020. https://www.nice.org.uk/guidance/cg62
33. Guidance for healthy weight gain in pregnancy. Ministry of Health. 2014. Accessed October 27, 2020. https://www.health.govt.nz/publication/guidance-healthy-weight-gain-pregnancy
34. UK Chief Medical Officers. Physical activity guidelines: UK Chief Medical Officers' report. 2019. Accessed October 27, 2020. https://www.gov.uk/government/publications/physical-activity-guidelines-uk-chief-medical-officers-report
35. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982; **14**(5): 377-381.
36. Sitzberger C, Oberhoffer-Fritz R, Meyle K, et al. Gestational diabetes: physical activity before pregnancy and its influence on the cardiovascular system. *Front Pediatr*. 2020; **8**:465.
37. ACOG committee opinion No. 650: physical activity and exercise during pregnancy and the postpartum period. *Obstet Gynecol*. 2015; **126**(6): e135-e142.
38. Mottola MF, Davenport MH, Ruchat SM, et al. 2019 Canadian guideline for physical activity throughout pregnancy. *Br J Sports Med*. 2018; **52**(21): 1339-1346.
39. AGREE Next Steps Consortium. The AGREE II Instrument (Electronic version). 2017. Accessed October 20, 2020. http://www.agreetrust.org
40. Aune D, Sen A, Henriksen T, Saugstad OD, Tonstad S. Physical activity and the risk of gestational diabetes mellitus: a systematic review and dose-response meta-analysis of epidemiological studies. *Eur J Epidemiol*. 2016; **31**(10): 967-997.
41. Aune D, Saugstad OD, Henriksen T, Tonstad S. Physical activity and the risk of preeclampsia a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*. 2014; **25**(3): 331-343.
42. Yang, X., Li, H., Zhao, Q., Han, R., Xiang, Z., & Gao, L. (2022). Clinical practice guidelines that address physical activity and exercise during pregnancy: a systematic review. *Journal of Midwifery & Women's Health*, *67*(1), 53-68.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

DOĞUM AĞRISINI GİDERMEYE YÖNELİK ALTERNATİF VE TAMAMLAYICI TERAPİLER

Dr. Öğr. Üyesi, Özlem AKGÜN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, ozlem.akgunebe@gmail.com - ORCID ID: 0009-0005-2704-8391

Arş. Gör., Seda GÜRAY

Tarsus Üniversitesi, sedaguray@tarsus.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-3001-5639

ÖZET

Doğum doğal bir durum olsa da kadınlar eşlik eden ağrıyı şimdiye kadar yaşadığı en şiddetli ağrı olarak tanımlamaktadır. Doğum yapan kadınların çoğu doğum sırasında ağrı kesici yöntemlere ihtiyaç duymaktadır. Doğum ağrısının hafifletilmesine yönelik stratejiler arasında farmakolojik (ağrıyı hafifletmeyi amaçlayan) ve nonfarmakolojik (ağrıyla baş etmeye yardımcı olmayı amaçlayan) müdahaleler yer almaktadır. Epidural analjezi gibi geleneksel yaklaşımların yanı sıra, doğum başlangıcında ve doğum sırasında ağrıyı azaltmak için birçok tamamlayıcı veya alternatif yöntem bildirilmiştir. Doğumdaki ağrıyı gidermede kullanılan metodların amacı, anneye ve bebeğe herhangi bir etkide bulunmadan doğrudan doğum ağrısını azaltmak ya da onu düzenlemektir. Nonfarmakolojik başa çıkma stratejileri, etkili ve tatmin edici bir doğum deneyimini sürdürürken doğum ağrısını azaltmaktadır.

Masaj, kas gevşetme, nefes alma teknikleri, müzik terapisi, zihin vücut teknikleri, refleksoloji, bitkisel ilaçlar, hipnoz ve dokunma terapisi, dünyadaki ağrıyı azaltmak için kullanılan bazı tamamlayıcı ve alternatif terapi türleridir. Doğum ağrısına uygulanabilecek tamamlayıcı ve alternatif yöntemler, zihin-beden müdahalelerine, alternatif tıp uygulamaları sistemlerine, ellerin şifalandırılmasına, biyoelektromanyetik ve fiziksel yöntemler ve alternatif ilaçlar olarak geçmektedir.

Nonfarmakolojik yöntemlerin birey tarafından kolaylıkla uygulanabilir olması, herhangi bir yan etkisinin olmaması, anneye ve fetüse zararsız olması, doğum eylemini yavaşlatmaması, doğumun anne katılım ve kontrolünde gerçekleşmesi ve alerji riskinin olmaması gibi avantajları bulunmaktadır. Ebeler anne bebek bağlanması üzerinde olumsuz etkileri olan analjezi kullanımı ve epidural anestezi uygulamalarına olan gereksinimi azaltmak için diğer seçenek olarak ilaç dışı yöntemlere yönelmelidir. Doğum ağrısının azaltılmasında kullanılan nonfarmakolojik

yöntemlerin bilimsel kanıtlarla desteklenerek ebelik uygulamalarında daha yaygın kullanılması önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğum ağrısı, Alternatif tıp, Ebelik

ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY THERAPIES TO RELIEVE LABOR PAIN

ABSTRACT

Although childbirth is a natural event, women describe the accompanying pain as the most intense pain they have ever experienced. Most women in labor need pain relief during childbirth. Strategies to alleviate labor pain include pharmacological (aimed at relieving pain) and nonpharmacological (aimed at helping to cope with pain) interventions. In addition to traditional approaches such as epidural analgesia, many complementary or alternative methods have been reported to reduce pain at the onset of labor and during labor. The aim of the methods used to relieve pain in childbirth is to directly reduce or regulate the pain of childbirth without affecting the mother and baby. Nonpharmacological coping strategies reduce labor pain while maintaining an effective and satisfying birth experience.

Massage, muscle relaxation, breathing techniques, music therapy, mind body techniques, reflexology, herbal medicine, hypnosis and touch therapy are some of the complementary and alternative therapies used to reduce pain around the world. Complementary and alternative methods that can be applied to birth pain include mind-body interventions, alternative systems of medical practice, hands-on healing, bioelectromagnetic and physical methods and alternative medicines.

Nonpharmacologic methods have the advantages of being easily applicable by the individual, having no side effects, being harmless to the mother and fetus, not slowing down labor, allowing birth to take place under the participation and control of the mother, and having no risk of allergy. Midwives should turn to non-drug methods as another option to reduce the need for analgesia and epidural anesthesia, which have negative effects on mother-baby bonding. It is important that nonpharmacological methods used in reducing labor pain are supported by scientific evidence and used more widely in midwifery practices.

Keywords: Birth pain, Alternative medicine, Midwifery

DOĞUM AĞRISINI GİDERMEYE YÖNELİK ALTERNATİF VE TAMAMLAYICI TERAPİLER

Ağrı

Ağrı, insanoğlunun her zaman yaşadığı, duyusal, emosyonel, bilişsel ve sosyal bileşenlerle birlikte gerçek veya potansiyel doku hasarıyla ilişkili sıkıntı verici bir deneyimdir (Williams & Craig, 2016).

Doğum Eyleminde Ağrı

Doğum eylemi, memelilerin yaşadığı akut ve kronik ağrıların aksine, herhangi bir hastalık veya patoloji ile ilişkili olmayan bir olgudur (Dabiri & Shahi, 2014). Her ne kadar fizyoloji doğum üzerinde bir etkiye sahip olsa da doğum yapan kadının ağrıyla ilgili deneyimi, doğum ortamı, önceki deneyimleri, psikososyal yönler ve kadının içinde bulunduğu koşullar ağrı algısında etkili olmaktadır (Mascarenhas ve ark., 2019). Doğum ağrısı, anneyi mekanik olarak yoran, stres ve anksiyeteye neden olan hiperventilasyon ile oksijen ihtiyacını arttıran bir olaydır. Ağrı ile mücadelede başarısız olunması; annenin tükenmesine sebep olarak, anne bebek etkileşimini zorlaştırmakta, doğum eyleminden alınacak mutluluğu engellemekte, doğum sonu konforu azaltmakta ve annenin diğer doğumlara yönelik tepkisini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Erkek & Pasinlioğlu, 2016).

Doğum Eyleminde Ağrının Fizyolojisi

Serviks dilatasyonu sırasında (ilk aşama), rahim ve uterusun alt kısımlarında visseral ağrı baskındır. Bu uyaranlar omurilikte onuncu torasik seviyesinde ilk lomber köke iletilir. Uterin kasılmaları sırt ağrısı olarak hissedilebilir, çünkü uterusu besleyen sinirler aynı zamanda deriyi alt sırt ya da lumbosakral bölgede besler. İniş aşaması sırasında (ikinci aşama) ağrı ise pelvik taban ve perinenin gerginleşmesi ve gerilmesinden kaynaklanır. Bu uyaranlar pudendal sinir yoluyla ikinci ila dördüncü sakral sinirlere iletilir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Doğum Eyleminde Ağrının Anne ve Fetüse Etkileri

Doğum ağrısı, insanlarda en şiddetli ağrı olarak bildirilmiştir. Bilinen ağrı komplikasyonları; gerilim ve anksiyete, uzamış doğum ve anormal fetal kalp atım hızı, sezaryen insidansı, yenidoğanda düşük Apgar skoru ve hatta uzun süreli mental bozukluklardır (Dabiri & Shahi, 2014). Ek olarak, anksiyete doğum sırasında ağrı algısını daha da kötüleştirebilir. Doğum sonrası ağrı düzeyini, depresyon gelişimini ve iyileşmeyi etkileyebilmektedir (Carvalho ve ark., 2014).

Doğum Eyleminde Ağrı Yönetimi

Ağrı yönetimi için geleneksel tıp, fiziksel alana daha fazla odaklanırken, alternatif yöntemler esas olarak duygusal düşüncelerle ilgilenmektedir (Tournarie & Yonneau, 2007). Doğum ağrısı çoğu kadının yaşadığı en şiddetli ağrılardan biri iken yeni destekleyici yöntemler kullanılarak doğum ağrısı azaltarak eylemi daha keyifli hale getirebilmektedir (Kazeminia ve ark., 2020).

Doğum Ağrısını Gidermeye Yönelik Alternatif ve Tamamlayıcı Terapiler

Doğum doğal bir durum olsa da kadınlar eşlik eden ağrıyı şimdiye kadar yaşadığı en şiddetli ağrı olarak tanımlamaktadır (Ashagrie ve ark., 2020). Doğum yapan kadınların çoğu doğum sırasında ağrı kesici yöntemlere ihtiyaç duymaktadır. Doğum ağrısının hafifletilmesine yönelik stratejiler arasında farmakolojik (ağrıyı hafifletmeyi amaçlayan) ve nonfarmakolojik (ağrıyla baş etmeye yardımcı olmayı amaçlayan) müdahaleler yer alır (Pietrzak ve ark., 2023). Epidural analjezi gibi geleneksel yaklaşımların yanı sıra, doğum başlangıcında ve doğum sırasında ağrıyı azaltmak için birçok tamamlayıcı veya alternatif yöntem bildirilmiştir. Doğumdaki ağrıyı gidermede kullanılan metodların amacı, anneye ve bebeğe herhangi bir etkide bulunmadan doğrudan doğum ağrısını azaltmak ya da onu düzenlemektir. Nonfarmakolojik başa çıkma stratejileri, etkili ve tatmin edici bir doğum deneyimini sürdürürken doğum ağrısını azalmaktadır (Kömürcü, 2014; Chang ve ark., 2022).

Masaj, kas gevşetme, nefes alma teknikleri, müzik terapisi, zihin vücut teknikleri, refleksoloji, bitkisel ilaçlar, hipnoz ve dokunma terapisi, dünyadaki ağrıyı azaltmak için kullanılan bazı tamamlayıcı ve alternatif terapi türleridir. Tamamlayıcı veya Alternatif Tıp, dominant veya konvansiyonel tıbbi sistemin bir parçası olmayan teoriler veya uygulamalar olarak tanımlanabilir. Bazıları klinik deneyim veya bilimsel verilerle desteklendiğinde geleneksel ilacın bir parçası olarak yeniden sınıflandırılmıştır. Birçok alternatif yöntemin teorik temelleri Doğu geleneğinden veya felsefesinden kaynaklanmaktadır. (Tournarie & Yonneau, 2007; Dabiri & Shahi, 2014; Koyyalamudi ve ark., 2016; Ranjbaran ve ark., 2017).

Farmakolojik yöntemler anne ve fetus için olumsuz yan etkilere sahipken, nonfarmakolojik yöntemler yan etkilerden uzaktır. Doğum ağrısına uygulanabilecek tamamlayıcı ve alternatif yöntemler, zihin-beden müdahalelerine, alternatif tıp uygulamaları sistemlerine, ellerin şifalandırılmasına, biyoelektromanyetik ve fiziksel yöntemler ve alternatif ilaçlar olarak geçmektedir (Tournarie & Yonneau, 2007). Ebeler anne bebek bağlanması üzerinde olumsuz etkileri olan analjezi kullanımı ve epidural anestezi uygulamalarına olan gereksinimi azaltmak için diğer seçenek olarak ilaç dışı yöntemlere yönelmelidir. Cochrane veritabanında 2006 yılında yapılan bir çalışma, kontraksiyonlar ile gelen ağrılarda akapunktur ve kendi kendine hipnoz terapisinin etkinliğini kanıtlamıştır. Analjezik kullanma gereksinimini akupunktur uygulaması %30, kendi kendine hipnoz ise %47 azaltmıştır (Lang, 2018; Smith ve ark., 2018).

Durmaz & Kömürcü (2015) "Doğum Ağrısının Yönetiminde Nonfarmakolojik Yöntemler: Sistematik İnceleme" isimli çalışmasında konuyla ilgili toplamda 2489 tam metin ve 711 özet yayına ulaşılmış olup çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun olan 57 yayın araştırma kapsamında değerlendirilmiştir. Sıcak-soğuk uygulama, akupresür, masaj, TENS, doğum topuyla egzersiz, steril su enjeksiyonu, aroma terapi (ateş çiçeği ile) grubunda ağrı şiddeti azaldığı belirlenmiştir. Akupunktur, suda doğum, suya daldırma, hipnoz, müzik terapi, doğuma hazırlık eğitimi, öz yeterliliği arttırıcı eğitim ve güdümlü imgeleme tekniklerini kullanan grupta doğum ağrısını gidermeye yönelik yeterli kanıt elde edilememiştir.

Chaillet ve ark. (2014) "Doğum Sırasında Ağrı Yönetimi için Olağan Bakım ile Karşılaştırıldığında Nonfarmakolojik Yaklaşımlar: Bir Meta - Analizi" isimli çalışması obstetrik olmayan yaklaşımların doğum eylemi sırasındaki ağrı rahatlamasına etkilerini,

endojen etki mekanizmalarına, obstetrik girişimlere, maternal ve neonatal sonuçlara göre değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Doğumda Kapı Kontrolü (suya daldırma, masaj, ambulasyon, pozisyon) ve alternatif tıp yaklaşımları (akupunktur, akupunktur, elektrik stimülasyonu, su enjeksiyonları) üzerine yapılan farmakolojik olmayan yaklaşımlar, epidural analjezide azalma ve daha yüksek maternal memnuniyet ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

ZİHİN-VÜCUT MÜDAHALELERİ

Zihin-beden müdahaleleri, aklın ve bedenin birbirine bağlılığına ve her birinin diğerini etkileme gücüne dayanır. Pek çok zihin-vücut müdahalesi kronik hastalığa uygulanır, ancak bu teknik aynı zamanda akut doğum durumuna uygulanabilir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Psikofilaktik Yöntemler

Grant-Read, 1933'te "doğal doğum"u tanıtarak doğum ağrısının korku, endişe ve gerginlikten kaynaklanan patolojik bir yanıt olduğuna inanıyordu. Kadınlara doğumun anatomik ve fizyolojik gerçeklerini öğretmek ve onları fiziksel ve zihinsel rahatlama konusunda bilgilendirmek gerektiğini düşündü. Her iki yaklaşım da, gebe kadını doğum süreci ile tanıştırarak ve bir güven atmosferi yaratarak ağrıyı azalttığı iddia edilmektedir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Fernand Lamaze, Rusya'ya yaptığı ziyaretten sonra 1951'de Fransa'daki yöntemini tanıtarak bu yöntem ilk önce iyimser olarak "ağrısız doğum" olarak adlandırıldı, ancak daha sonra daha uygun olan "korkusuz doğum" uygulandı. Pavlov'un koşullu refleks eğitimine dayanmaktadır. Belli solunum şekilleri veya yakındaki bir duvardaki bir işaret gibi konsantrasyon noktalarına odaklanarak, ağrı mesajlarının beyne bloke edilmesi mümkün olmalıdır (Tournarie & Yonneau, 2007).

Bradley'in yöntemi, ekip olarak çalışan ebeveynlerin doğal doğumunu vurgulamaktadır. Bu yöntemde doğum yapan kadının karanlık, sessiz bir ortama, fiziksel rahatlığa, kontrollü nefes almaya, uyku ve bir desteğe ihtiyacı olduğu belirtilmiştir (Tournarie & Yonneau, 2007; Altınayak ve ark., 2023).

Bu yöntemlerin, doğum süreci hakkında daha iyi bilgi vermesi, korkuyu azaltması, başarı duygusuyla daha fazla memnuniyet vermesi beklenmektedir. Mutluluk ve daha iyi bir anne-yenidoğan ilişkisi yaratarak, kadın ile bakım veren ekip arasında iyi bir ilişkinin önemi de vurgulanmıştır (Tournarie & Yonneau, 2007).

Leboyer'in Yöntemi

Leboyer 1974'te Fransa'da "Şiddetsiz Doğum" adlı kitabında kendi yöntemini anlatarak Hint yogadan esinlenen bu yöntem ile yeni doğanlar için daha iyi bir karşılama sunmaya odaklanmaktadır. Bebeği çok fazla ışık ve gürültü ile strese sokan normal ortamın aksine, Leboyer, anne, baba ve profesyoneller için sakin ve karanlık, küçük gürültü ve yenidoğan için sıcak bir banyo önermektedir. Doğum sırasında annenin rahatı için, Leboyer bebeğe dikkat ederek elde edilen huzurun ağrı eşiğini yükselttiğini düşünmektedir. Doğum ağrısı üzerindeki etkilerin spesifik bir değerlendirmesi yapılmamıştır. Bununla birlikte, çiftler yüksek bir memnuniyet derecesini ifade etmektedir. Leboyer'in yöntemi, 1970'lerde anlatıldığı gibi, nadiren kullanılsa da birçok doğum pratisyeni, yeni doğan için nazik ve yüksek bir dikkat

göstererek, bunun olumlu bir etkiye sahip olduğunu düşünmektedir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Hipnoz

Hipnoz kelimesi Yunanca "hipno" anlamına gelen "uyku" anlamına gelmektedir. Aslında, uyku değil, hastanın nispeten farkında olmadığı, ancak çevresine tamamen kör olamayacağı bir odaklanmış konsantrasyon durumu. Hipnozun en önemli fonksiyonu; dikkati yoğunlaştırarak bilinç durumunu daraltmak, dış uyaranlara farkındalığı azaltmak ve dış telkinlere yanıtı azaltmaktır (Başer & Taşcı, 2015). Hipnoz sırasında, ağrı, korku ve endişe konusundaki farkındalığı azaltmaya odaklanarak öneriler yapılabilir. Kadın için üç adımı içeren ilk hipnotik deneyimlerle hazırlanmıştır: terapist tarafından sunulan kelimelerin veya görüntülerin emilimi, ayrışma, eleştirel bir kararın askıya alınması ve cevap verme.

Hafif baş dönmesi, mide bulantısı ve baş ağrısı dahil olmak üzere hipnozun birkaç olumsuz etkisi bildirilmiştir. Bunlar, hastayı doğru bir şekilde hipnotize etmeme ile ilişkili görünmektedir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Uzel ve Yanıkkerem (2018) "İntrapartum Dönemde Kanıta Dayalı Uygulamalar: Doğum Yapan Kadınların Tercihleri" isimli tanımlayıcı çalışmasında normal doğum yapan 325 anne alınmış ve bir sonraki doğum şekli tercihi için %0.9'u hipnoz ile doğum yapmak istediğini ifade etmiştir.

Downe ve ark. (2015) "Nullipar gebe kadınlarda intrapartum ağrı yönetimi için kendi kendine hipnoz: klinik etkinliğin randomize kontrollü çalışması" nda kendi kendine hipnoz eğitimi verilen gebelerin doğumdan sonraki görüşmelerinde intra-partum epidural analjezi kullanımını veya diğer klinik ve psikolojik değişkenleri önemli ölçüde azaltmadığı belirlenmiş ve daha çok araştırmaya ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Yoga

Hint kökenli bir yöntem olan Yoga, zihin ve bedenin kontrolünü önerir. Farklı yoga türleri arasında, "enerji yogası" gebelere ve doğumlara uygulanabilir. Özel nefes alma eğitimi sayesinde, bilinç, gevşeme, dünyaya karşı içkinlik ve iç barış düzeylerindeki değişimleri sağlar. Bu tekniği doğum için kullanan uzmanlara göre yoga, doğum süresini kısaltır, ağrıyı azaltır ve analjezik ilaç ihtiyacını azaltır (Tournarie & Yonneau, 2007).

Jahdi ve ark. (2017) "Gebelikte Yoga: Doğum eylemi ve doğum sonuçları üzerine etkileri (Randomize kontrollü bir çalışma)" antenatal yoga programının algılanan doğum ağrısına ve doğum sonuçlarına etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada antenatal dönemde yoga eğitimi alan annelerin kontrol grubuna göre daha az doğum indüksiyonu aldığı, doğumun ikinci ve üçüncü evresinde daha az ağrı yaşadığı ve kontrol grubuna göre sezaryen oranında azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Sofroloji

Bilinen kelime iki Yunanca sözcükten, 'sos' uyumundan ya da huzurundan ve 'kuramcı' vicdanından ya da ruhundan türemiştir. Hint yogadan türetilen bu teknik, 1960'lı yıllarda Avrupa'da tanıtıldı. Amacı, vücut ve ruh kontrolünü üç derece dinamik gevşeme ile

iyileştirmektir: konsantrasyon, derin düşünme ve meditasyon. Obstetrik uygulamasında, teslim sürecinin daha iyi kontrol edilmesi beklenir. Hastalar bireysel olarak bu deneyimin yüksek düzeyde memnuniyetini bildirirler. Doğum öncesi sınıflar ve doğum sırasında rahatlama olarak ifade edilir, ancak literatürde kontrollü bir değerlendirme yoktur (Tournarie & Yonneau, 2007).

Haptonomi

Yunanca 'hapsis' duygulanımından ve 'nomos' bilgisinden türetilen haptonomi, duygulanım bilimi olarak tanımlanabilir. Bu yaklaşım 1940'larda Hollanda'da Frans Vedman tarafından önerilmiştir. Baba, anne ve bebek arasındaki iletişimi iyileştirmek ve duyguları paylaşmaya yardımcı olmak için özgül etki alanlarının bildirmiştir. Pratikte, haptonomi, gebelik sırasında çiftler tarafından takdir edilmektedir, ancak doğum sırasında takımların düzensiz olarak kullanıldığı, özellikle de doğumdan sorumlu takımların varlığının her zaman farkında olmadığı için. Uygulayıcılar, ebeveynler ve yenidoğan arasında daha hızlı ve daha kolay bir teslimatın yanı sıra daha iyi bir ilişki beklerler. Haptonomi ile ilgili yayınlanmış bir değerlendirme yoktur ve aslında böyle bir değerlendirmenin beklenmemesi gerekir çünkü bu yöntemin uzmanlarının dediği gibi, "duygulanım, sayılara dönüştürülemez" (Tournarie & Yonneau, 2007).

Müzik Terapisi

Dehcheshmeh & Rafiei (2015) "Doğum ağrısını gidermek için tamamlayıcı ve alternatif tedaviler: Müzik terapisi ve Hoku noktası buz masajı arasında karşılaştırmalı bir çalışma" isimli çalışması iki tip nonfarmakolojik ağrı giderme yönteminin "müzik terapisi" ve "Hoku nokta buz masajı" nın doğum ağrısının şiddetine olan etkisi karşılaştırılmıştır. Normal doğum yapan 90 primpar kadına rastgele 3 gruba ayrılarak: "A" grubu müzik terapisi, "B" grubu Hoku noktası buz masajı ve "C" grubu her zamanki doğum bakımını alması sağlanmıştır. Aktif fazın başlangıcında (4 cm servikal dilatasyon) ve her müdahalenin öncesinde ve sonrasında (dilatasyon 4, 6 ve 8 cm), çalışma ağrısının yoğunlukları Görsel Analog Skala (VAS) kullanılarak ölçülmüştür. Müdahale sonrası ağrı skala puanları grup C'ye göre anlamlı olarak düşük bulunmuştur. A ve B grubu etkisi arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

ALTERNATİF TIP UYGULAMA SİSTEMLERİ

Akapunktur

Akupunktur, 2000 yıldan uzun bir süredir Çin'de kullanılmaktadır. Vücudun belirli anatomik bölümleri terapötik amaçlar için uyarılır (Tournarie & Yonneau, 2007).

Akupresür Sistemleri

Akupresür, ellerin, parmakların ve başparmakların kullanılmasıyla noktaların basınçla uyarıldığı akupunktur gibi geleneksel Çin Tıbbına dayanan ve vücutta enerji taşıyan meridyenler üzerinde akupunktur noktalarına parmak, avuç içi veya özel stimülasyon bantlarıyla basınç uygulayarak enerji kanallarının düzgün çalışmasını sağlayan bir tedavi yöntemidir. Akupresür, kan dolaşımını, "yin ve yang"ın uyumunu ve nörotransmitterlerin salgılanmasını teşvik eder, böylece insan vücudunun normal işlevlerini sürdürür ve iyiliği artırır. Bazı ebeler, doğum ağrısını serbest bırakmak için akupresür kullanırlar. Basınç, alt sırttaki omurganın her iki tarafına aynı anda uygulanır. Hassas olan noktalara karşı basınç

özellikle etkili olabilir. Kuvvet öncelikle kasılmalar sırasında ve daha sonra sürekli olarak uygulanır (Tournarie & Yonneau, 2007; Çalık & Kömürcü, 2014).

Dabiri & Shahi (2014) "LI4 Acupressure'in Doğum Ağrısı Şiddeti ve Doğum Süresi Üzerine Etkisi: Randomize Kontrollü Bir Deneme" isimli tek kör, randomize klinik çalışmada, spontan doğumun aktif fazında, herhangi bir tıbbi ya da obstetrik problemi olmayan, tekil gebelik geçiren kadınlar (n = 149) çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcılar üç gruptan birine yerleştirildi: bir LI4 akupressür grubu, bir dokunma grubu ve farmakolojik veya farmakolojik olmayan ağrı kesici yöntemlerin kullanıldığı bir kontrol grubu kullanıldı. Ağrının şiddeti, doğumun ilk aşamasında müdahalenin öncesinde ve sonrasında görsel analog skala ile ölçülmüş ve uterus kasılmaları sırasında 30 dakika basınç veya dokunma uygulanmıştır. Sonuç olarak akupresür, doğum ağrısını azaltmak için etkili, invazif olmayan ve kolay uygulanabilir bir tekniktir.

Çalık & Kömürcü (2014) "SP6 Noktasına Akupresür Uygulanan Gebelerin Doğum Eylemine ve Akupresür Uygulamasına İlişkin Görüşleri" çalışmasında akupresür uygulanan gebelerin çoğunluğunun daha pozitif doğum deneyimi yaşadığı, doğumu algılamalarının daha olumlu olduğu ve akupresür uygulamasından çok/oldukça memnun kaldıkları saptanmıştır. Ayrıca kontrol grubundaki gebeler doğum eyleminde (geçiş fazı hariç) ağrıyı akupresür grubundaki gebelere oranla daha şiddetli algılamışlardır.

Homeopati

Homeopati seyreltilmemiş formda semptomlara neden olan seyreltilmiş maddelerin kullanımını içerir. Homeopatik teoriye göre, çareler kendi kendini iyileştirme mekanizmasını harekete geçirir. Reçetelenen ilaç miktarı o kadar küçüktür ki, çoğu zaman moleküler miktarlarda ölçülemez. Homeopatik tedavinin emek ağrısı üzerine etkisini değerlendiren hiçbir çalışma bulunamamıştır (Tournarie & Yonneau, 2007).

MANUEL ŞİFA

Günümüzde doğum sırasında kullanılan manuel iyileştirme yöntemleri, tedavi edici dokunma ve masaj terapisini içerir.

Terapatik Dokunma

Doğumda terapötik dokunuşun amacı, bakım ve güvenceyi iletmektir. Uterusun ağrılı kasılmaları, el ile kadının sırtına, karnına, kalçalarına, uyluklarına, sakrumuna veya perineye basınç uygulanmasıyla tedavi edilebilir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Masaj Terapisi

Masaj uygulaması 'kung fu' gıdıklama masajından sert bir masaja kadar değişir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Ranjbaran ve ark. (2017) "Primipar Kadınlarda Masaj Tedavisinin Doğum Ağrılarının Azaltılması Üzerine Etkisi: İran'da Randomize Kontrollü Klinik Çalışmaların Sistematik İncelemesi ve Meta Analizi" isimli çalışmasında 2016 yılına kadar İngilizce ve Farsça yayınlanmış toplam 10 makale incelenmiş ve masaj tedavisinin latent fazda doğum ağrısını azalttığını göstermiştir.

BİYOELEKTROMANYETİK UYGULAMALAR VE FİZİKSEL YÖNTEMLER

Transkutanöz Elektriksel Sinir Uyarımı

Transkutanöz elektriksel sinir uyarımı (TENS), ağrıyı aktive ederek ağrıyı azaltmak için karmaşık bir nöronal ağı aktive eden bir farmakolojik olmayan girişimdir (Vance ve ark., 2014). TENS, cilde uygulanan düz elektrotlar aracılığıyla düşük voltajlı elektriksel uyarıların uygulanmasını içerir. TENS üniteleri bir stimülatör ve iki çift elektrottan oluşur. Üst elektrotlar ilk torakal seviyesinde birinci lumbar kökü ve alt çifti ikinci ila dördüncü sakral sinir seviyesinde bantlanır (Tournarie & Yonneau, 2007).

Bedwell ve ark. (2011) "Doğumda ağrıyı azaltmak için transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) kullanımı: kanıtların gözden geçirilmesi" isimli çalışmasında randomize kontrollü çalışmalar incelenmiş ve TENS'in doğumdaki ağrıyı azalttığına dair sadece sınırlı kanıt olduğunu ve bu durum anneler veya bebekler için başka sonuçlar üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmiştir. TENS'in erken doğum eyleminde kullanımı değerlendirilmemiştir.

Vance ve ark. (2014) "Ağrı kontrolü için TENS kullanarak: kanıtların durumu" isimli makalesinde doğum ağrısı üzerine 14 çalışmanın sistematik derlemesinde TENS'in doğumdaki ağrıyı azalttığını gösteren sınırlı kanıt bulunduğunu ve TENS, anneler ve bebekler için başka sonuçlar üzerinde etkili görüldüğünü belirtmiştir.

Steril Su Blokları

Karşı tahriş, lokalize ağrının deriyi aynı dermatomal dağılımda tahriş ederek giderilebileceği bir süreçtir. Örneğin, uterus alt torakal omurilik segmentleri tarafından sağlanır. Bunların bazıları alt sırtın ve sakrumun cildinden uyaran alırlar. Bu alanın karşı tahrişi ile dpğumda analjezi üretilebilir. Tahriş, ince bir iğne ile sakrum üzerinde steril su papüllerinin deri yoluyla enjeksiyonu ile sağlanabilir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Hidroterapi

Ağrıyla başa çıkmada farmakolojik yöntemlerin kullanımının azaltılması, gevşemeyi artırması, doğum ağrısını azaltması, doğum eylemini hızlandırması, annede doğum eylemini kontrol edebilme duygusunu yükseltmesi, doğum kanalı ve perinenin elastikiyetini artırması, yırtıkların şiddetini, insidansını ve epizyotomiye duyulan gereksinimi azaltması gibi avantajları bulunmaktadır ve suyun doğum eylemine olan etkisine dikkat çekmektedir (Nutter ve ark., 2014; Erkek & Pasinlioğlu, 2016; Brilhante ve ark., 2017).

ALTERNATİF İLAÇLAR

Bitkisel İlaç

Bitkisel ilaç, bitki materyallerinin tıpta ve tedavi amaçlı olarak kullanımı olarak tanımlanmaktadır. Doğum öncesi dönemde rahim ve rahim boynunu hazırlamak ve doğum sırasında ve doğum sırasında ağrıyı azaltmak için çeşitli bitkisel ilaçlar kullanılır (Tournarie & Yonneau, 2007).

Aromaterapi

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Aromaterapi, zihin, beden ve ruhu tedavi etmek ve dengelemek için aromatik botanik kaynaklardan elde edilen esansiyel yağları kullanır. Masajın fizyolojik etkilerini uçucu yağların kullanımı ile birleştirir. Bu yöntemin amaçlarından biri de endişe ve stres rahatlatmak ve rahatlamaya yardımcı olmaktır. Alt sırtın etrafında masaj yaparak yasemin, ardıç, sardunya, adaçayı adaçayı, gül lavantasını kullanmanın doğumun sübjektif yararını sağladığı bildirilmiştir (Tournarie & Yonneau, 2007).

Chauhan ve ark. (2016) "Doğummun İlk Aşamasında Doğum Ağrısının Azaltılmasına Zeytin Yağı Sırt Masajının Etkinliği" isimli çalışmasında zeytinyağlı sırt masajının, vücutta doğal ağrı yapıcı özelliklere sahip olan endorfinleri serbest bırakmaya teşvik ettiğinden bahsetmektedir. Deneysel grupta primigravida annesinin doğum eylemi düzeyini, doğumun ilk aşamasında zeytinyağı sırt masajı öncesi ve sonrası değerlendirmek. (ii) Kontrol grubunda primigravida annenin doğum ağrısının düzeyini belirlemek. (iii) Deney grubu ve kontrol grubunda primigravida anneler arasındaki doğum ağrısının düzeyini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Kontrol grubunda zeytinyağı sırt masajı almayan annelere kıyasla, zeytinyağı sırt masajı sonrası deney grubunda daha az ağrı puanı olduğunu ortaya koymuştur. Zeytinyağı sırt masajının, doğumun ilk aşamasında doğum ağrısını azaltmada önemli ölçüde etkili olduğu doğrulanmıştır.

Sonuç

Doğum ağrısının kontrolünde kullanılan nonfarmakolojik yöntemler ya farmakolojik yöntemlerle beraber ya da tek başına kullanılmaktadır. Nonfarmakolojik yöntemler doğum ağrısında analjeziklerin kullanımının azaltılması gibi amaçlarla kullanılır. Bu yöntemlerin birey tarafından kolaylıkla uygulanabilir olması, herhangi bir yan etkisinin olmaması, anneye ve fetüse zarar vermemesi, doğum eylemini duraksatmaması, doğumun anne katılım ve kontrolünde gerçekleşmesi ve alerji riskinin olmaması gibi avantajları vardır. Doğum ağrısının azaltılmasında kullanılan nonfarmakolojik yöntemlerin bilimsel kanıtlarla desteklenerek ebelik uygulamalarında daha yaygın kullanılması önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Altınayak, S.Ö., Gür, E.Y., & Kuş, B.N. (2023). An overview of the bradley method. European Journal of Midwifery, 7(Supplement 1).
2. Ashagrie, H.E., Fentie, D.Y., & Kassahun, H.G. (2020). A review article on epidural analgesia for labor pain management: A systematic review. International Journal of Surgery Open, 24, 100-104.
3. Başer, M., & Taşcı, S. (2015). Kanıta dayalı rehberleriyle tamamlayıcı ve destekleyici uygulamalar. Ankara. Akademisyen Tıp Kitabevi.
4. Bedwell, C., Dowswell, T., Neilson, J.P., & Lavender, T. (2011). The use of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for pain relief in labour: a review of the evidence. Midwifery, 27, 141-148.
5. Brilhante, A.F., Vasconcelos, C.T.M., Damasceno, A.K.C., Pereira, A.M.M., Coelho, T.S., Freitas, C.M. (2017). Obstetrical Nurses Evaluation of Water Births. Journal of Nursing, 11(11), 4418-4423.
6. Carvalho, B., Zheng, M., & Aiono-Le Tagaloa, L. (2014). A prospective observational study evaluating the ability of prelabor psychological tests to predict labor pain, epidural analgesic consumption, and maternal satisfaction. Anesth Analg., 119(3), 632–640.
7. Chaillet, N., Belaid, L., Crochetiere, C., Roy, L., Gagné, G.P., Moutquin, J.M., ... & Bonapace, J. (2014). Nonpharmacologic approaches for pain management during labor compared with usual care: a meta-analysis. Birth, 41(2), 122-137.
8. Chang, C.Y., Gau, M.L., Huang, C.J., & Cheng, H.M. (2022). Effects of non-pharmacological coping strategies for reducing labor pain: A systematic review and network meta-analysis. Plos one, 17(1), e0261493.
9. Chauhan, K., Rani, S., & Bansal, P. (2016). Effectiveness of Olive Oil Back Massage on Reduction of Labor Pain during First Stage of Labor. Int. J. Nurs. Midwif., 3(2&3), 32-36.
10. Çalık, K.Y., & Kömürcü, N. (2014). SP6 Noktasına Akupresür Uygulanan Gebelerin Doğum Eylemine ve Akupresür Uygulamasına İlişkin Görüşleri. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(1), 29-37.
11. Dabiri, F. & Shahi, A., (2014). The Effect of LI4 Acupressure on Labor Pain Intensity and Duration of Labor: A Randomized Controlled Trial. Oman Medical Journal, 29(6), 425-429.
12. Dehcheshmeh, F. S., & Rafiei, H. (2015). Complementary and alternative therapies to relieve labor pain: A comparative study between music therapy and Hoku point ice massage. Complementary therapies in clinical practice, 21(4), 229-232.
13. Downe, S., Finlayson, K., Melvin, C., Spiby, H., Ali, S., Diggle, P., ... & Williamson, M. (2015). Self-hypnosis for intrapartum pain management in pregnant nulliparous women: a randomised controlled trial of clinical effectiveness. BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology, 122(9), 1226-1234.
14. Durmaz, A., & Kömürcü, N. (2015). Doğum Ağrısının Yönetiminde Non-farmakolojik Yöntemler: Sistematik İnceleme. Turkiye Klinikleri J Obstet Womens Health Dis Nurs-Special Topics, 1(3), 48-63.

15. Erkek, Z.Y., & Pasinlioğlu, T. (2016). Doğum Ağrısında Kullanılan Tamamlayıcı Tedavi Yöntemleri. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 19(1), 71-77.
16. Jahdi, F., Sheikhan, F., Haghani, H., Sharifi, B., Ghaseminejad, A., Khodarahmian, M., & Rouhana, N. (2017). Yoga during pregnancy: The effects on labor pain and delivery outcomes (A randomized controlled trial). Complementary therapies in clinical practice, 27, 1-4.
17. Kazeminia, M., Abdi, A., Vaisi-Raygani, A., Jalali, R., Shohaimi, S., Daneshkhah, A., ... & Mohammadi, M. (2020). The effect of lavender (Lavandula stoechas L.) on reducing labor pain: A systematic review and meta-analysis. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.
18. Koyyalamudi, V., Sidhu, G., Cornett, E.M., Nguyen, V., Labrie-Brown, C., Fox, C.J., & Kaye, A.D. (2016). New Labor Pain Treatment Options. Current Pain and Headache Reports, 20(11).
19. Kömürcü N. (2014). *Doğum ağrısı ve yönetimi.* İstanbul. Nobel Kitabevi.
20. Lang C. (2018). *Bağlanma.* (Çev. Üzel N. & Özbalcı S.). Ankara. Modern Tıp Kitabevi.
21. Mascarenhas, V.H.A., Lima, T.R., Negreiros, F.D.S., Santos, J.D.M., Moura, M.Á.P., Gouveia, M.T.D.O., & Jorge, H.M.F. (2019). Scientific evidence on non-pharmacological methods for relief of labor pain. Acta Paulista de Enfermagem, 32, 350-357.
22. Nutter, E., Meyer, S., Shaw-Battista, J., & Marowitz, A. (2014). Waterbirth: An Integrative Analysis of Peer-Reviewed Literature. Journal of Midwifery & Women's Health, 59(3), 286-319.
23. Pietrzak, J., Mędrzycka-Dąbrowska, W., Wróbel, A., & Grzybowska, M.E. (2023, June). Women's Knowledge about Pharmacological and Non-Pharmacological Methods of Pain Relief in Labor. In Healthcare, 11(13), 1882.
24. Ranjbaran, M., Khorsandi, M., Matourypour, P., & Shamsi, M. (2017). Effect of Massage Therapy on Labor Pain Reduction in Primiparous Women: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Clinical Trials in Iran. Iran J Nurs Midwifery Res., 22(4), 257.261.
25. Smith, C.A., Levett, K.M., Collins, C.T., Armour, M., Dahlen, H.G. & Suganuma, M. (2018). Relaxation techniques for pain management in labour. The Cochrane Database of Systematic Reviews. DOI: 10.1002/14651858.CD009514.pub2.
26. Tournaire, M. & Yonneau, A.T., (2007). Complementary and Alternative Approaches to Pain Relief During Labor. ECAM, 4(4), 409-417.
27. Uzel, H.G., & Yanıkkerem, E. (2018). İntrapartum Dönemde Kanıta Dayalı Uygulamalar: Doğum Yapan Kadınların Tercihleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 11(1), 26-34.
28. Vance, C.G., Dailey, D.L., Rakel, B.A., & Sluka, K.A. (2014). Using TENS for pain control: the state of the evidence. Pain management, 4(3), 197-209.
29. Williams, A.C.D.C., & Craig, K.D. (2016). Updating the definition of pain. Pain, 157(11), 2420-2423.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

BAZI UNIT DAĞILIMLARIN İSTATİSTİKSEL ÖZELLİKLERİ, PARAMETRE TAHMİNİ VE MODELLENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Hüseyin GÜL
Giresun Üniversitesi, hasan.huseyin@giresun.edu.tr - 0000-0001-9905-8605
Dr. Öğr. Üyesi, Melih AĞRAZ
Giresun Üniversitesi, melih.agraz@giresun.edu.tr - 0000-0002-6597-762

ÖZET

İstatistiksel bir analizde kullanılan yöntemlerin kalitesi, dikkate alınan olasılık dağılımına bağlıdır. Gerçek veri setlerinin olasılık dağılımları ile modellenmesi istatistiksel çıkarımlar açısından oldukça önemli bir konudur. Uygulamalı istatistikte, sınırlı bir olgunun belirsizliği ile uğraşmak çok yaygındır.

Çeşitli bilgi alanlarında, belirli bir özelliğin oranları, bazı yetenek testlerinin puanları, farklı endeksler ve oranlar gibi (0, 1) aralığında yer alan değişkenlerle sıklıkla karşılaşırız. Bu gibi durumlarda, etki alanı (0, 1) aralığında olan sürekli olasılık dağılımları, olguların olasılıksal modellemesi için çok önemlidir. Birim (unit) modelleme uygulanmak istendiğinde, hiç şüphesiz araştırmacıların aklına ilk olarak beta, düzgün, Kumaraswamy gibi dağılımlar gelmektedir. Bu dağılımlar, birim destek üzerindeki verilere uyacak farklı yoğunluk şekillerine sahip olmasına rağmen, veri setlerinden çıkarımlara dayalı daha iyi sonuçlar elde etmek amacıyla, istatistiksel dağılım literatüründe birim aralık üzerinde yeni alternatif modeller tanımlanmıştır.

Bu çalışmada Unit Lindley, Unit Gompertz ve Unit Weibull dağılımlarının dağılım şekilleri, momentleri, quantile fonksiyonları gibi temel matematiksel ve istatistiksel özellikleri ve en çok olabilirlik (EÇO) tahminleri incelenmiştir. Ayrıca 2 farklı veri seti üzerinde bahsedilen dağılımların uygulanabilirlikleri gösterilmiş ve modelleme performansları karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Unit dağılımlar, quantile fonksiyon, momentler, en çok olabilirlik tahmini.

1. GİRİŞ

İstatistiksel bir analizde kullanılan yöntemlerin kalitesi, dikkate alınan olasılık dağılımına bağlıdır. Gerçek veri setlerinin olasılık dağılımları ile modellenmesi istatistiksel çıkarımlar açısından oldukça önemli bir konudur. Uygulamalı istatistikte, sınırlı bir olgunun belirsizliği ile uğraşmak çok yaygındır. Çeşitli bilgi alanlarında, belirli bir özelliğin oranları, bazı yetenek testlerinin puanları, farklı

endeksler ve oranlar gibi (0, 1) aralığında yer alan değişkenlerle sıklıkla karşılaşırız. Bu gibi durumlarda, etki alanı (0, 1) aralığında olan sürekli olasılık dağılımları, olguların olasılıksal modellemesi için çok önemlidir. Birim (unit) modelleme uygulanmak istendiğinde, hiç şüphesiz araştırmacıların aklına ilk olarak beta, düzgün, Kumaraswamy gibi dağılımlar gelmektedir. Bu dağılımlar, birim destek üzerindeki verilere uyacak farklı yoğunluk şekillerine sahip olmasına rağmen, veri setlerinden çıkarımlara dayalı daha iyi sonuçlar elde etmek amacıyla, istatistiksel dağılım literatüründe birim aralık üzerinde yeni alternatif modeller tanımlanmıştır.

Birim dağılımlar $X = e^{-Y}$ tipinde bir dönüşüm uygulanarak elde edilir; burada Y temel dağılım, X ise (0,1) üzerinde destekli yeni elde edilen dağılımdır. Son yıllarda, araştırmacılar tarafından birim aralıkta yeni dağılımlar ortaya konmuştur. Mazucheli ve diğerleri [1] tarafından unit Birnbaum-Saunders, Mazucheli ve diğerleri [2] tarafından unit Weibull, Ghitany ve diğerleri [3] tarafından unit inverse Gaussian, Mazucheli ve diğerleri [4] tarafından unit Gompertz, Modi ve Gill tarafından [5] unit Burr III, Mazucheli ve diğerleri [6] tarafından unit Lindley, Gündüz ve Korkmaz [7] tarafından unit Johnson S_U, Ribeiro-Reis [8] tarafından unit Log-Logistic, Krishna ve diğerleri [9] tarafından unit Teissier, Maya ve diğerleri [10] tarafından unit Muth ve Fayomi ve diğerleri [11] tarafından unit üstelleştirilmiş Lomax dağılımları önerilmiştir.

Bu çalışmada Unit Lindley, Unit Gompertz ve Unit Weibull dağılımlarının şekilleri, momentleri, quantile fonksiyonları gibi temel istatistiksel özellikleri ve en çok olabilirlik tahminleri incelenmiştir. Ayrıca 2 farklı veri seti üzerinde bahsedilen dağılımların uygulanabilirlikleri gösterilmiş ve modelleme performansları karşılaştırılmıştır.

2. UNIT DAĞILIMLAR

2.1. Unit Lindley Dağılımı

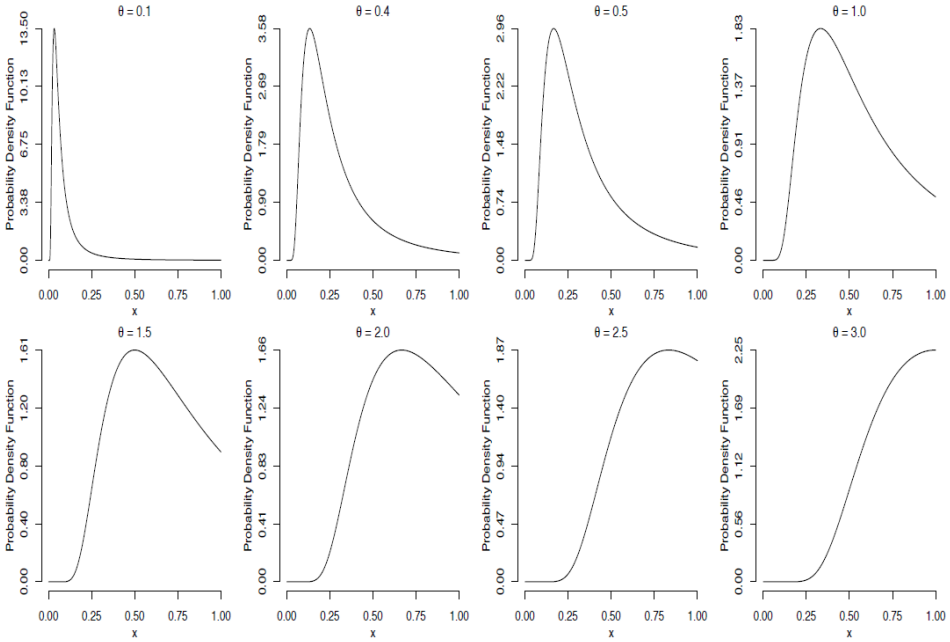
Unit Lindley (UL) dağılımı $X = 1/(1+Y)$ unit dönüşümü kullanılarak Mazucheli ve diğerleri [6] tarafından önerilmiştir. UL dağılımının ilgili olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf) ve dağılım fonksiyonu (df):

$$f(x) = \frac{\theta^2}{x^3(1+\theta)} exp\left(-\theta\left(\frac{1-x}{x}\right)\right), \tag{1}$$

$$F(x) = \frac{(\theta+x)}{x(1+\theta)} exp\left(-\theta\left(\frac{1-x}{x}\right)\right), \tag{2}$$

şeklindedir. Burada $0 \leq x \leq 1$ ve $\theta > 0$. UL dağılımının farklı θ parametreleri için oyf grafiği Görsel 1 de verilmiştir.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9



Görsel 1. UL dağılımının farklı θ parametreleri için oyf grafiği.

2.1.1. UL Dağılımının Hazard ve Quantile Fonksiyonları

UL dağılımının hazard fonksiyonu:

$$h(x) = \frac{\theta^2}{x^2(\theta+x)}, \tag{3}$$

UL dağılımının quantile fonksiyonu:

$$Q(x) = -\frac{x}{1+W[-\exp(-(1+\theta))u(1+\theta)]}. \tag{4}$$

şeklindedir. Burada W, Lambert W fonksiyonunu ifade etmektedir.

2.1.2. UL Dağılımının EÇO Tahmini

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ UL dağılımından alınan n boyutlu rasgele örneklem olsun. UL dağılımının Log-likelihood fonksiyonu Eşitlik (5) de verildiği gibi elde edilir:

$$l(\theta, x) = 2nlog(\theta) - nlog(1+\theta) - \theta t(x). \tag{5}$$

θ parametresinin EÇO tahmini Eşitlik (6) da verilen denklemin çözümü ile elde edilir:

$$\frac{dl}{d\theta} = \frac{2n}{\theta} - \frac{n}{1+\theta} - t(x) = 0. \tag{6}$$

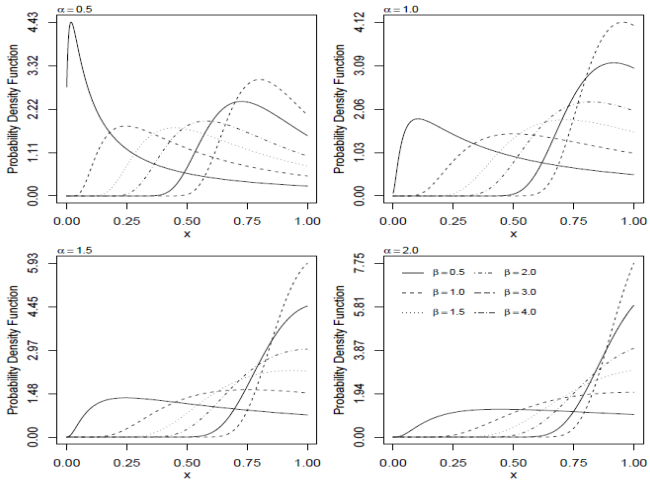
2.2. Unit Gompertz Dağılımı

Unit Gompertz (UG) dağılımı $X = e^{-Y}$ unit dönüşümü kullanılarak Mazucheli ve diğerleri [4] tarafından önerilmiştir. UG dağılımının ilgili oyf ve df:

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

$$f(x) = \alpha\beta x^{-(\beta+1)} exp\left[-\alpha\left(x^{-\beta} - 1\right)\right], \tag{7}$$
$$F(x) = exp\left[-\alpha\left(x^{-\beta} - 1\right)\right], \tag{8}$$

şeklindedir. Burada $0 \leq x \leq 1$ ve $\alpha, \beta > 0$. UG dağılımının farklı α ve β parametreleri için oyf grafiği Görsel 2 de verilmiştir.



Görsel 2. UG dağılımının farklı α ve β parametreleri için oyf grafiği.

2.2.1. UG Dağılımının Hazard ve Quantile Fonksiyonları

UG dağılımının hazard fonksiyonu:

$$h(x) = \frac{\alpha\beta x^{-(\beta+1)} exp[-\alpha(x^{-\beta}-1)]}{1-exp[-\alpha(x^{-\beta}-1)]}, \tag{9}$$

UG dağılımının quantile fonksiyonu:

$$Q(x) = exp\left[-\frac{1}{\beta}\log(\alpha - \log(u)) - \log(\alpha)\right]. \tag{10}$$

şeklindedir.

2.2.2. UG Dağılımının EÇO Tahmini

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ UG dağılımından alınan *n* boyutlu rasgele örneklem olsun. UG dağılımının Log-likelihood fonksiyonu Eşitlik (11) de verildiği gibi elde edilir:

$$l(\theta, x) = nlog(\alpha) + nlog(\beta) - (\beta + 1)\sum_{i=1}^{n}\log(x_i) - \alpha\sum_{i=1}^{n} x_i^{-\beta} + n\alpha. \tag{11}$$

α ve β parametrelerinin EÇO tahmini Eşitlik (12) ve (13) de verilen denklemlerin çözümü ile elde edilir:

$$\frac{dl}{d\alpha} = n\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) - \sum_{i=1}^{n} x_i^{-\beta} = 0, \tag{12}$$

$$\frac{dl}{d\beta} = \frac{n}{\beta} + \alpha \sum_{i=1}^{n} \frac{\log(x_i)}{x_i^{\beta}} - \sum_{i=1}^{n} \log(x_i) = 0. \tag{13}$$

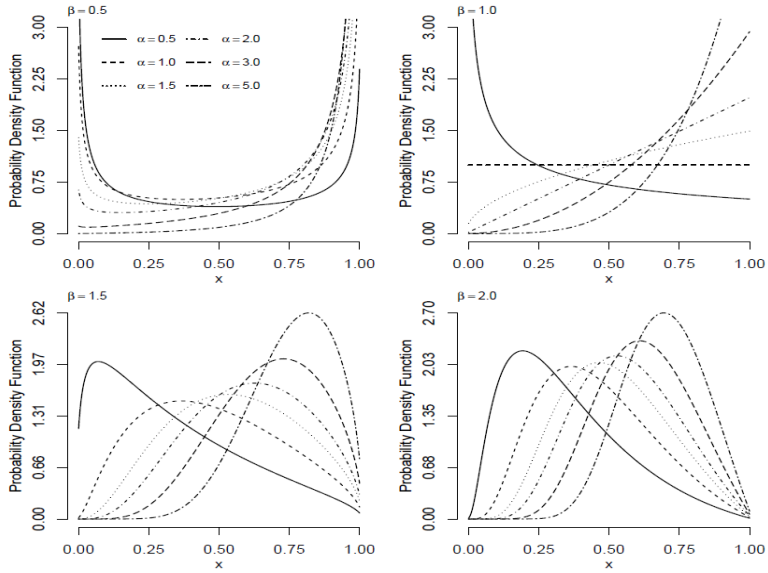
2.3. Unit Weibull Dağılımı

Unit Weibull (UW) dağılımı $X = e^{-Y}$ unit dönüşümü kullanılarak Mazucheli ve diğerleri [2] tarafından önerilmiştir. UW dağılımının ilgili oyf ve df:

$$f(x) = \frac{1}{x}\alpha\beta(-logx)^{\beta-1}exp\{-\alpha(-logx)^{\beta}\}, \tag{14}$$

$$F(x) = exp\{-\alpha(-logx)^{\beta}\}, \tag{15}$$

şeklindedir. Burada $0 \leq x \leq 1$ ve $\alpha, \beta > 0$. UW dağılımının farklı α ve β parametreleri için oyf grafiği Görsel 3 de verilmiştir.



Görsel 3. UW dağılımının farklı α ve β parametreleri için oyf grafiği.

2.3.1. UW Dağılımının Hazard ve Quantile Fonksiyonları

UW dağılımının hazard fonksiyonu:

$$h(x) = \frac{\alpha\beta x^{-(\beta+1)}exp[-\alpha(x^{-\beta}-1)]}{1-exp[-\alpha(x^{-\beta}-1)]}, \tag{16}$$

UW dağılımının quantile fonksiyonu:

$$Q(x) = exp\left[-\frac{1}{\beta}\log(\alpha - \log(u)) - \log(\alpha)\right]. \tag{17}$$

şeklindedir.

2.3.2. UW Dağılımının EÇO Tahmini

$X_1, X_2, \dots, X_n$ UW dağılımından alınan *n* boyutlu rasgele örneklem olsun. UW dağılımının Log-likelihood fonksiyonu Eşitlik (18) de verildiği gibi elde edilir:

$$l(\theta, x) = n(log\alpha + log\beta) - \sum_{i=1}^{n} logx_i + (\beta - 1)\sum_{i=1}^{n} log(-logx_i) - \alpha\sum_{i=1}^{n}(-logx_i)^{\beta}. \quad (18)$$

α ve β parametrelerinin EÇO tahmini Eşitlik (19) ve (20) de verilen denklemlerin çözümü ile elde edilir:

$$\frac{dl}{d\alpha} = \frac{n}{\alpha} - \sum_{i=1}^{n}(-logx_i)^{\beta} = 0, \quad (19)$$

$$\frac{dl}{d\beta} = \frac{n}{\beta} + \sum_{i=1}^{n} log(-logx_i) - \alpha\sum_{i=1}^{n}(-logx_i)^{\beta} log(-logx_i) = 0. \quad (20)$$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, incelenen UL, UG ve UW dağılımlarının uygulanabilirliğini göstermek amacıyla iki veri seti üzerinde uygulama yapılmıştır. İlk veri seti Quesenberry ve Hales [12] tarafından derlenmiştir ve Polyester elyafların çekme direncine ait 30 ölçümden oluşmaktadır. İkinci veri seti ise Dumonceaux ve Antle [13] tarafından derlenmiştir ve Harrisburg, Pennsylvania da bulunan Susquehanna Nehri için maksimum taşma seviyesinin gösteren 20 ölçümden oluşmaktadır. Çizelge 1 de iki veri seti için UL, UG ve UW dağılımlarının EÇO tahminleri verilmiştir. Ayrıca dağılımlar, Kolmogorov-Smirnov (KS) test istatistiği, Akaike's bilgi kriteri (AIC) ve Bayesian bilgi kriteri (BIC) vasıtasıyla karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. EÇO tahminleri, KS, AIC ve BIC değerleri.

	Veri Seti 1					
Dağılım	$\hat{\theta}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}$	KS	AIC	BIC
UL	13.38	-	-	0.6313	-1.3662	-0.0350
UG	-	1.0381	0.4211	0.0733	-3.8976	-1.0952
UW	-	0.5717	1.3689	0.0576	101.2249	104.0273
	Veri Seti 2					
Dağılım	$\hat{\theta}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}$	KS	AIC	BIC
UL	3.4813	-	-	0.6254	0.6499	1.6456
UG	-	0.0151	4.1148	0.1522	-28.7329	-26.7414
UW	-	1.0249	3.9036	0.1448	24.5115	26.5029

Çizelge 1 deki sonuçlara bakıldığında, AIC ve BIC kriterlerine göre, UG dağılımının her iki veri setini de daha iyi modellediği görülmektedir. UG dağılımını UL izlemekte iken en kötü performansı UW dağılımı göstermiştir. Bu yüzden (0,1) aralığına sahip verileri modellerken, araştırmacılara UG dağılımını kullanmayı öneriyoruz.

KAYNAKÇA

[1] Mazucheli, J., Menezes, A.F.B., Dey, S. The unit-Birnbaum-Saunders distribution with applications. Chilean Journal of Statistics, 9(1), 47-57, 2018.

[2] Mazucheli, J., Menezes, A.F.B., Ghitany, M.E. The unit-Weibull distribution and associated inference. Journal of Applied Probability and Statistics, 13(2), 1-22, 2018.

[3] Ghitany, M.E., Mazucheli, J., Menezes, A.F.B., Alqallaf, F. The unit-inverse Gaussian distribution: A new alternative to two-parameter distributions on the unit interval. Communications in Statistics-Theory and methods, 48(14), 3423-3438, 2019.

[4] Mazucheli, J., Menezes, A.F.B., Dey, S. Unit-Gompertz distribution with applications. Statistica, 79(1), 25-43, 2019.

[5] Modi, K., Gill, V. Unit Burr-III distribution with application. Journal of Statistics and Management Systems, 23(3), 579-592, 2020.

[6] Mazucheli, J., Bapat, S.R., Menezes, A.F.B. A new one-parameter unit-Lindley distribution. Chilean Journal of Statistics (ChJS), 11(1), 2020.

[7] Gündüz, S., Korkmaz, M.Ç. A new unit distribution based on the unbounded Johnson distribution rule: the unit Johnson SU distribution. PJSOR, 16(3), 471-490, 2020.

[8] Ribeiro-Reis, L.D. Unit log-logistic distribution and unit log-logistic regression model. Journal of the Indian Society for Probability and Statistics, 22(2), 375-388, 2021.

[9] Krishna, A., Maya, R., Chesneau, C., Irshad, M.R. The unit Teissier distribution and its applications. Mathematical and Computational Applications, 27(1), 12, 2022.

[10] Maya, R., Jodra, P., Irshad, M.R., Krishna, A. The unit Muth distribution: statistical properties and applications. Ricerche di Matematica, 1-24, 2022.

[11] Fayomi, A., Hassan, A.S., Almetwally, E.M. Inference and quantile regression for the unit-exponentiated Lomax distribution. Plos one, 18(7), 2023.

[12] Quesenberry, C.P., Hales, C. Concentration bands for uniformity plots. Journal of Statistical Computation and Simulation, 11(1), 41-53, 1980.

[13] Dumonceaux, R., Antle, C.E. Discrimination between the Log-Normal and the Weibull Distributions. Technometrics, 15(4), 923, 1973.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

POWER ÜSTELLEŞTİRİLMİŞ RAYLEIGH DAĞILIMI İÇİN PARAMETRE TAHMİN METOTLARI

Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Hüseyin GÜL
Giresun Üniversitesi, hasan.huseyin@giresun.edu.tr - 0000-0001-9905-8605
Dr. Öğr. Üyesi, Melih AĞRAZ
Giresun Üniversitesi, melih.agraz@giresun.edu.tr - 0000-0002-6597-762

ÖZET

Tıp, mühendislik ve finans gibi birçok uygulamalı bilim dalında, yaşam süresi verilerinin modellenmesi ve analiz edilmesi çok önemlidir. Çeşitli yaşam süresi dağılımları bu tür verileri modellemek için kullanılır. Bir istatistiksel analizde kullanılan prosedürlerin etkinliği büyük ölçüde varsayılan olasılık modeline veya dağılımına bağlıdır. Bunula birlikte, gerçek verilerin, standart dağılım modellerinden hiçbirine uymadığı birçok önemli problem mevcuttur. Bu nedenle, standart dağılımların yeni sınıflarının geliştirilmesi ve buna bağlı olarak yeni olasılık dağılımları önerilmesi oldukça önem kazanmıştır.

Rayleigh dağılımı, iletişim teorisi, fizik bilimi, tıbbi görüntü analizi ve hayatta kalma analizi alanlarındaki problemleri incelemek için kullanılan, iyi bilinen ve önemli bir olasılık dağılımdır. Şekil parametresi iki olduğunda iki parametreli Weibull dağılımının özel bir hali olmaktadır. Rayleigh dağılımı gerçek hayat problemlerine kolay uygulanabilir olması nedeniyle çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılmış ve yeni versiyonları önerilmiştir.

Bu çalışmada, Power Üstelleştirilmiş Rayleigh (PÜR) dağılımı incelenmiştir. PÜR dağılımının momentleri, quantil fonksiyonu, sıra istatistikleri gibi önemli istatistiksel özellikleri incelenmiştir. Ayrıca en çok olabilirlik, en küçük kareler, ağırlıklı en küçük kareler, Anderson Darling, Raight Tail Anderson Darling tahmin metotları farklı parametre ve örnek çapları altında, yan ve hata kare ortalaması kriterlerine göre karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rayleigh dağılımı, parametre tahmini, en çok olabilirlik, en küçük kareler, Anderson Darling.

1. GİRİŞ

Tıp, sigortacılık ve mühendislik gibi birçok uygulamalı bilim dalında, verilerin modellenmesi ve yaşam testlerinin analiz edilmesi çok önemlidir. Gerçek veri setlerinin olasılık dağılımları ile modellenmesi istatistiksel çıkarımlar açısından oldukça önemli bir konudur. Araştırmacılar, standart olasılık

dağılımlarının geniş sınıflarının geliştirilmesi dolayısıyla yeni esnek dağılımların üretilmesi için büyük çaba harcamaktadır. Farklı olguları tanımlamak için birçok dağılım sınıfı geliştirilmiştir.

Rayleigh [1] dağılımı, iletişim teorisi, fizik bilimi, tıbbi görüntü analizi ve hayatta kalma analizi alanlarındaki problemleri incelemek için kullanılan, iyi bilinen ve önemli bir olasılık dağılımıdır. Şekil parametresi 2'ye eşit olduğunda, iki parametreli Weibull dağılımına eşit olmaktadır. Rayleigh dağılımının olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf) ve dağılım fonksiyonu (df) Eşitlik (1) ve (2) de verildiği gibidir:

$$F(x) = 1 - exp(-\theta x^2), \tag{1}$$
$$f(x) = 2\theta x exp(-\theta x^2). \tag{2}$$

Son yıllarda, Rayleigh dağılımının tıp bilimi, fiziksel analiz ve hayatta kalma analizinde uygulanabilirliğini artırmak için çeşitli genişletmeler yapılmıştır. Çok sayıda yazar Rayleigh dağılımının genelleştirilmesi üzerinde çalışmıştır; bunlar arasında Surles ve Padgett[2], Voda [3], Kundu ve Raqab [4], Raqab ve Madi [5], Merovci [6], Dey ve diğerleri [7], Merovci ve Elbatal [8], Ahmad ve diğerleri [9], Saima ve diğerleri [10] ve Ateeq ve diğerleri [11] bulunmaktadır.

Gerçek verilere uyum iyiliğini artırmak için fazladan bir şekil parametresi eklemek işlem karmaşıklığını beraberinde getirse de modelin esnekliğini arttırmaktadır. Bhat ve Ahmad [12] power dönüşümünü, $X = Y^{1/\alpha}$, kullanarak power üstelleştirilmiş Rayleigh (PÜR) dağılımını önermişlerdir. Burada Y üstelleştirilmiş Rayleigh dağılımını temsil etmektedir.

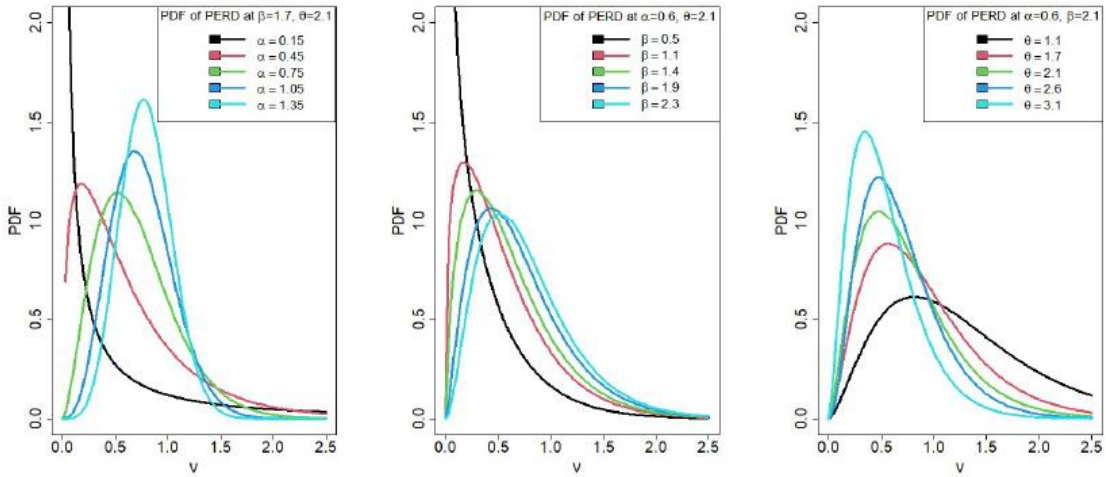
Bu çalışmada, PÜR dağılımının şekli, momentleri ve quantil fonksiyonu gibi önemli istatistiksel özellikleri incelenmiştir. Ayrıca en çok olabilirlik (EÇO), en küçük kareler (EKK), ağırlıklı en küçük kareler (AEKK), Anderson Darling (AD), Raight Tail Anderson Darling (RTAD) tahmin metotları farklı parametre ve örnek çapları altında, yan ve hata kare ortalaması kriterlerine göre karşılaştırılmıştır.

2. PÜR DAĞILIMI

PÜR dağılımının ilgili olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf) ve dağılım fonksiyonu:

$$F(x) = \left(1 - exp(-\theta x^{2\alpha})\right)^{\beta}, \tag{3}$$
$$f(x) = 2\alpha\beta\theta x^{2\alpha-1} exp(-\theta x^{2\alpha})\left(1 - exp(-\theta x^{2\alpha})\right)^{\beta-1}, \tag{4}$$

şeklindedir. Burada $\alpha, \beta > 0$ şekil parametreleri ve $\theta > 0$ ölçek parametresidir. PÜR dağılımının farklı parametre değerleri için oyf grafiği aşağıdaki gibi verilmiştir.



Görsel 1. PÜR dağılımının farklı parametre değerleri için oyf grafiği.

2.1. PÜR Dağılımının Hazard ve Quantile Fonksiyonları

PÜR dağılımının hazard fonksiyonu:

$$h(x) = \frac{2\alpha\beta\theta x^{2\alpha-1} exp(-\theta x^{2\alpha})\left(1-exp(-\theta x^{2\alpha})\right)^{\beta-1}}{1-\left(1-exp(-\theta x^{2\alpha})\right)^{\beta}}, \tag{5}$$

PÜR dağılımının quantile fonksiyonu:

$$Q(x) = \left(-\frac{1}{\theta} log\left(1-u^{\frac{1}{\beta}}\right)\right)^{1/2\alpha}, \tag{6}$$

şeklindedir.

3. PARAMETRE TAHMİN METOTLARI

3.1. PÜR Dağılımının EÇO Tahmini

$X_1, X_2, \dots, X_n$ PÜR dağılımından alınan n boyutlu rasgele örneklem olsun. PÜR dağılımının Log-likelihood fonksiyonu Eşitlik (7) de verildiği gibi elde edilir:

$$l(\theta, x) = nlog(2\alpha\beta\theta) + (2\alpha-1)\sum_{i=1}^{n}\log(x_i) - \theta\sum_{i=1}^{n} x_i^{2\alpha}$$
$$+(\beta-1)\sum_{i=1}^{n}\log[1-exp(-\theta {x_i}^{2\alpha})]. \tag{7}$$

α, β ve θ parametrelerinin EÇO tahmini, Eşitlik (7) de verilen denklemin ilgili parametrelere göre türevleri alınarak elde edilen olabilirlik denklemlerinin çözümü ile elde edilir.

3.2. PÜR Dağılımının EKK ve AEKK Tahminleri

EKK ve AEKK tahmin edicileri Beta dağılımlarının parametrelerini tahmin etmek için Swain ve diğerleri [13] tarafından önerilmiştir. $F(X_{(j)})$'nin $X_1, X_2, \dots, X_n$ sıralı rastgele değişkenlerinin dağılım fonksiyonunu gösterdiğini varsayalım; burada $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, $F(\cdot)$ dağılım fonksiyonundan *n* büyüklüğünde bir rastgele örnektir. Dolayısıyla, EKK tahmin edicileri Eşitlik (8) in minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$S(\alpha,\beta,\theta) = \sum_{i=1}^{n}\left(F(X_{(i)}) - \frac{i}{n+1}\right)^2. \tag{8}$$

PÜR dağılımının bilinmeyen parametrelerinin EKK tahmin edicileri Eşitlik (9) un minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$S(\alpha,\beta,\theta) = \sum_{i=1}^{n}\left(\left(1 - exp(-\theta x_i{}^{2\alpha})\right)^{\beta} - \frac{i}{n+1}\right)^2. \tag{9}$$

AEKK tahmin edicileri de Eşitlik (10) un minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$W(\alpha,\beta,\theta) = \sum_{i=1}^{n} w_i\left(F(X_{(i)}) - \frac{i}{n+1}\right)^2, \tag{10}$$

burada $w_i = \frac{(n+1)^2(n+2)}{i(n-i+1)}$. PÜR dağılımının bilinmeyen parametrelerinin AEKK tahmin edicileri Eşitlik (11) in minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$W(\alpha,\beta,\theta) = \sum_{i=1}^{n}\frac{(n+1)^2(n+2)}{i(n-i+1)}\left(\left(1 - exp(-\theta x_i{}^{2\alpha})\right)^{\beta} - \frac{i}{n+1}\right)^2. \tag{11}$$

3.3. PÜR Dağılımının AD ve RTAD Tahminleri

AD ve RTAD tahmin edicileri D'Agostino ve Stephens [14] ve Luceno [15] tarafından önerilmiştir. AD tahmin edicisi Eşitlik (12) nin minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$AD = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)\left\{logF(X_{(i)}) + log\left(1 - F(X_{(n+1-i)})\right)\right\}. \tag{12}$$

PÜR dağılımının bilinmeyen parametrelerinin AD tahmin edicileri Eşitlik (13) ün minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$AD = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)\left\{\log\left(\left(1 - exp(-\theta x_i{}^{2\alpha})\right)^{\beta}\right) + log\left(1 - \left(1 - exp\left(-\theta x_{(n+1-i)}{}^{2\alpha}\right)\right)^{\beta}\right)\right\}$$

. (13)

RTAD tahmin edicileri de Eşitlik (14) ün minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$RTAD = \frac{n}{2} - 2\sum_{i=1}^{n}F(X_{(i)}) - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)\,log\left(1 - F(X_{(i)})\right), \tag{14}$$

PÜR dağılımının bilinmeyen parametrelerinin RTAD tahmin edicileri Eşitlik (15) in minimize edilmesiyle elde edilebilir:

$$RTAD = \frac{n}{2} - 2\sum_{i=1}^{n} F\left(\left(1 - exp(-\theta x_i^{2\alpha})\right)^{\beta}\right)$$

$$-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)\, log\left(1 - \left(1 - exp(-\theta x_i^{2\alpha})\right)^{\beta}\right). \quad (15)$$

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, PÜR dağılımının bilinmeyen parametrelerinin EÇO, EKK, AEKK, AD ve RTAD tahmin edicilerinin performanslarını karşılaştırmak için bir Monte Carlo simülasyon çalışması yapılmıştır. Tüm simülasyonlar 10.000 Monte-Carlo çalıştırması için Matlab programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnek çapları *n*=50,75,100 olarak parametre değerleri ise $(\alpha, \beta, \theta) = (0.15, 0.5, 1.0), (1.0, 0.4, 0.1)$ olarak alınmıştır. Tahmin edicilerin performansları yan ve hata kare ortalaması (HKO) kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Çizelge 1 ve 2 de verilmiştir.

Çizelge 1. $(\alpha, \beta, \theta) = (0.15, 0.5, 1.0)$ için tahmin edicilerin yan ve HKO değerleri.

	$(\alpha, \beta, \theta) = (0.15, 0.5, 1.0)$					
	$\hat{\alpha}$		$\hat{\beta}$		$\hat{\theta}$	
Metot	Yan	HKO	Yan	HKO	Yan	HKO
n=50						
EÇO	0.0623	0.0224	0.1251	1.0359	0.0409	0.4113
EKK	0.0539	0.0268	0.6652	4.0462	0.1464	0.8104
AEKK	0.0540	0.0031	0.0133	0.0315	0.6055	0.4536
AD	0.0293	0.0125	0.2301	1.2943	0.1096	0.4770
RTAD	0.0261	0.0190	0.8467	6.9861	0.1878	0.7624
n=75						
EÇO	0.0375	0.0102	0.0320	0.1584	0.0201	0.2597
EKK	0.0410	0.0172	0.3462	7.2289	0.0735	0.5074
AEKK	0.0536	0.0030	0.0018	0.0297	0.6142	0.4076
AD	0.0162	0.0062	0.1174	0.2147	0.0864	0.2794
RTAD	0.0108	0.0066	0.2059	0.3898	0.1647	0.3910
n=100						
EÇO	0.0235	0.0054	0.0245	0.0761	0.0138	0.1944
EKK	0.0257	0.0096	0.1536	0.4851	0.0594	0.3321
AEKK	0.0241	0.0030	0.0114	0.0277	0.6048	0.3875
AD	0.0126	0.0044	0.0787	0.1094	0.0583	0.2165
RTAD	0.0119	0.0053	0.1446	0.5274	0.1042	0.2947

Çizelge 2. $(\alpha, \beta, \theta) = (1.0, 0.4, 0.1)$ için tahmin edicilerin yan ve HKO değerleri.

	$(\alpha, \beta, \theta) = (1.0, 0.4, 0.1)$					
	$\hat{\alpha}$		$\hat{\beta}$		$\hat{\theta}$	
Metot	Yan	HKO	Yan	HKO	Yan	HKO
n=50						

EÇO	0.2977	0.5841	0.0806	0.3703	0.0700	0.0689
EKK	0.2726	0.7934	0.5809	23.8216	0.1880	0.2885
AEKK	0.4565	0.2139	1.3720	2.5723	0.4184	0.1861
AD	0.1464	0.4258	0.1844	0.5337	0.1244	0.1107
RTAD	0.2066	0.6168	0.2667	0.6667	0.1437	0.1479
n=75						
EÇO	0.2124	0.3140	0.0321	0.0818	0.0364	0.0320
EKK	0.2386	0.5757	0.7064	0.7286	0.1004	0.0933
AEKK	0.4527	0.2490	1.4665	2.8166	0.4135	0.1794
AD	0.1036	0.2005	0.0890	0.1326	0.0735	0.0482
RTAD	0.1419	0.3750	0.1267	0.2452	0.0902	0.0641
n=100						
EÇO	0.1627	0.2063	0.0115	0.0396	0.0215	0.0176
EKK	0.1879	0.4282	0.0773	0.1251	0.0714	0.0496
AEKK	0.4550	0.2100	1.4576	2.6676	0.4157	0.1785
AD	0.0876	0.2043	0.0662	0.0741	0.0591	0.0323
RTAD	0.0862	0.2186	0.0837	0.0998	0.0642	0.0360

Çizelge 1 ve 2 deki sonuçlara bakıldığında, yan değerlendirme kriterine göre $(\alpha, \beta, \theta) = (0.15, 0.5, 1.0)$ durumunda, α için RTAD, β için AEKK ve θ için EÇO tahmin edicileri, $(\alpha, \beta, \theta) = (1.0, 0.4, 0.1)$ durumunda, α için AD, β ve θ için EÇO tahmin edicileri daha düşük yan değerlerine sahiptir. HKO değerlendirme kriterine göre ise, $(\alpha, \beta, \theta) = (0.15, 0.5, 1.0)$ durumunda, α ve β için AEKK, θ için EÇO tahmin edicileri, $(\alpha, \beta, \theta) = (1.0, 0.4, 0.1)$ durumunda, α için AD, β ve θ için EÇO tahmin edicileri daha düşük HKO değerlerine sahiptir.

KAYNAKÇA

[1] Rayleigh, J. On the resultant of a large number of vibrations of the same pitch and of arbitrary phase. Philos Mag, 10, 73-78, 1880.

[2] Surles, J.G., Padgett, W.J. Inference for reliability and stress- strength for a scaled Burr type X distribution. Lifetime Data Anal., 7, 187-200, 2001.

[3] Voda, V.G. A new generalization of Rayleigh distribution. Reliab: Theory Appl., 2(2), 47-56, 2007.

[4] Kundu, D., Raqab, M.Z. Generalized Rayleigh distribution: different methods of estimation. Comput Stat Data Anal., 49, 187-200, 2005.

[5] Raqab, M.Z., Madi, M.T. Bayesian analysis for the exponentiated Rayleigh distribution. Int J Stat., 269-288, 2009.

[6] Merovci, F. Transmuted Rayleigh distribution. Austrian J Stat., 42(1), 21-31, 2013.

[7] Dey, S., Dey, T., Kundu, D. Two-parameter Rayleigh distribution: Different methods of estimation. Am. J Math Manag Sci., 33, 55-74, 2014.

[8] Merovci, F., Elbatal, I.. Weibull-Rayleigh distribution: theory and applications. Appl Math Inform Sci., 9(5), 1-11, 2015.

[9] Ahmad, A., Ahmad, S.P., Ahmed, A. Characterization and estimation of transmuted Rayleigh distribution. J Stat Appl Prob., 4(2), 315-321, 2015.

[10] Saima, N., Ahmad, S.P., Ahmed, A. Bayesian analysis for generalized Rayleigh Distribution. J Math Theory Model., 6(5), 2224-5804, 2016.

[11] Ateeq, K., Qasim, B.T., Alvi, R.A. An extension of Rayleigh distribution and applications. Cogent Math Stat., 6(1), 1-16, 2019.

[12] Bhat, A.A., Ahmad, S.P. An Extension of Exponentiated Rayleigh Distribution: Properties and Applications. Thailand Statistician, 21(1), 209-227, 2023.

[13] Swain, J.J., Venkatraman, S., Wilson, J.R. Least-squares estimation of distribution functions in Johnson's translation system. Journal of Statistical Computation and Simulation, 29(4), 271-297, 1998.

[14] D'Agostino, R.B., Stephens, M.A. *Goodness-of-Fit Techniques*, Dekker, New York, NY, 1986.

[15] Luceño, A. Fitting the generalized Pareto distribution to data using maximum goodness-of-fit estimators. Computational Statistics & Data Analysis, 51(2), 904-917, 2006.

SOLITON SOLUTIONS OF THE (4+1)-DIMENSIONAL DAVEY–STEWARTSON-KADOMTSEV–PETVIASHVILI EQUATION USING UNIFIED METHOD

Dr.Öğr.Üyesi, Mustafa Ekici
Çanakkale Onsekiz Mart University, mustafa.ekici@comu.edu.tr - 0000-0003-2494-8229

ABSTRACT

Nonlinear evolution equations are fundamental models used to explain complex physical phenomena across various scientific fields, such as fluid mechanics, solid-state physics, plasma physics, plasma waves, and biology. In this paper, we apply the unified method to find new exact solutions for the (4+1)-dimensional Davey–Stewartson-Kadomtsev–Petviashvili equation. The main goal of studying these models is to obtain their traveling wave solutions. The proposed method has several advantages. Firstly, it yields more solutions than alternative approaches. It not only provides solutions that are obtainable through other methodologies but also unveils novel exact solutions inaccessible via those means. Additionally, it streamlines computational procedures, occasionally enabling manual calculations instead of relying solely on computer-based methods. The solutions obtained are a combination of hyperbolic, rational, and trigonometric functions, resulting in various wave patterns depending on specific parameter values. This method can be easily applied to a wide range of nonlinear evolution equations commonly found in mathematical physics and nonlinear sciences. The computations in this investigation were conducted and verified using the Maple software.

Keywords : The (4+1)-dimensional Davey–Stewartson-Kadomtsev–Petviashvili equation; the unified method; travelling wave solutions.

1. Introduction

Nonlinear partial differential equations (NLPDEs) hold immense significance in both scientific and engineering realms. Partial differential equations (PDEs) are extensively used across diverse disciplines as indispensable tools for modelling and comprehending real-world physical phenomena. They play pivotal roles in physics, engineering, finance, and medical processes. PDEs are the cornerstone of physics, describing the behaviour of continuous systems such as heat conduction, fluid dynamics, and electromagnetic fields. Engineers rely heavily on PDEs for structural design and process optimization, with applications ranging from aerodynamics in aircraft design to structural analysis in civil engineering. Moreover, PDEs play a fundamental

role in financial modelling, enabling the accurate pricing of options and effective risk management through formulations such as the Black-Scholes equation. Additionally, PDEs are widely used in medical imaging techniques, such as MRI or CT scans, for image reconstruction. Furthermore, environmental science utilises PDEs to accurately model pollutant diffusion and transport in air or water. Thus, the development of methodologies and solutions for NLPDEs has significant implications for scientific progress in various fields.

This phenomenons, which can be modeled using NLPDEs. Therefore, it is very important to obtain the traveling wave solutions of NLPDEs. In order to understand the mechanisms of those physical phenomena, it is necessary to explore their solutions. The solutions to NLPDEs not only serve to describe the specific problems at hand but also offer deeper insights into the underlying physical aspects within related fields. Consequently, various potent methodologies have been introduced to explore exact solutions for nonlinear equations. These methods, including the tanh-function expansion method [1], the Jacobi elliptic function expansion method [2], the homogeneous balance method [3], the trial function method [4], the exponential function method [5], the (G'/G)-expansion method [6], the sub-ODE method [7], the Adomian decomposition method [8], the homotopy analysis method [9], the differential transformation method [10], the unified method [11], and Kudryashov's method [12], among others, have been extensively employed in the pursuit of understanding nonlinear phenomena across diverse scientific disciplines.

The present study investigates the applicability and effectiveness of the unifed method on nonlinear partial differantial equations and systems of NLPDEs. We consider to obtain the exact traveling wave solution of the (4+1)-dimensional Davey-Stewartson-Kadomtsev-Petviashvili (DSKP) equation by use the unifed method. We derived abundant solutions for each equation.

2. Description of the Method

In this section we illustrate the unified method for solving NPDEs. Suppose that a NPDEs are in the following form:

$$P(u, u_t, u_x, u_y, u_z, u_{xt}, u_{yt}, u_{zt}, u_{tt}, \dots) = 0 \tag{1}$$

where $u = u(x, y, z, w, t)$ represents an unknown function, while P denotes a polynomial involving u and its various partial derivatives, encompassing the highest order derivative and nonlinear terms. The unified method will be elucidated to derive typical and broad-spectrum soliton solutions for NDEs. The fundamental phases of the unified method are outlined as follows:

Step 1: Assign a compound variable ξ with the real variables x, y, z, w and t by the following transformation

$$u(x, y, z, w, t) = U(\xi), \ \xi = mx + ny + pz + rw - ct \tag{2}$$

where c is wave velocity and m, n, p, r are arbitrary constants. The wave variable assigned in Eq.(2) transforms Eq.(1) into the following ordinary differential equation (ODE);

$$Q(U, -cU', mU', nU', pU', rU', -cmU'', -cnU'', -cpU'', c^2U'', \dots) = 0. \tag{3}$$

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Here, Q represents a polynomial involving U and its derivatives with respect to ξ. We integrate Eq. (3) as many times as feasible, and for the sake of simplicity, we set the constant(s) of integration to zero.

Step 2: We express the exact solution of Eq.(3) in the following form:

$$U(\xi) = a_0 + \sum_{i=1}^{M}\left[a_i\,\varphi^{i} + b_i\,\varphi^{-i}\right] \tag{4}$$

where M is positive integer numbers, a_0 , a_i , b_i $(i = 1, 2, 3, \dots, M)$ are constants to be determined and $\varphi = \varphi(\xi)$ satisfes following the Riccati differential equation

$$\varphi'(\xi) = \varphi^2(\xi) + \lambda \tag{5}$$

where $\varphi' = \frac{d\varphi}{d\xi}$ and λ is a constant. The general solution of Eq.(5) as follows:

Set 1: When $\lambda < 0$, the solutions of Eq. (5)

$$\varphi(\xi) = \begin{cases} \dfrac{\sqrt{-(A^2+B^2)\lambda} - A\sqrt{-\lambda}\cosh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}{A\sinh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)+B}, \\ \dfrac{-\sqrt{-(A^2+B^2)\lambda} - A\sqrt{-\lambda}\cosh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}{A\sinh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)+B}, \\ \sqrt{-\lambda} - \dfrac{2A\sqrt{-\lambda}}{A+\cosh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)-\sinh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}, \\ -\sqrt{-\lambda} + \dfrac{2A\sqrt{-\lambda}}{A+\cosh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)+\sinh\left(2\sqrt{-\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}, \end{cases}$$

where A, B and ξ_0 are arbitrary constants.

Set 2: When $\lambda > 0$, the solutions of Eq. (5)

$$\varphi(\xi) = \begin{cases} \dfrac{\sqrt{(A^2+B^2)\lambda} - A\sqrt{\lambda}\cos\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}{A\sin\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)+B}, \\ \dfrac{-\sqrt{(A^2+B^2)\lambda} - A\sqrt{\lambda}\cos\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}{A\sin\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)+B}, \\ i\sqrt{\lambda} - \dfrac{2Ai\sqrt{\lambda}}{A+\cos\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)-i\sin\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}, \\ -i\sqrt{\lambda} + \dfrac{2A\sqrt{\lambda}}{A+\cos\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)+i\sin\left(2\sqrt{\lambda}(\xi+\xi_0)\right)}, \end{cases}$$

where A, B and ξ_0 are arbitrary constants.

Set 3: When $\lambda = 0$, the solutions of Eq. (5)

$$\varphi(\xi) = -\frac{1}{\xi+\xi_0},$$

where ξ_0 arbitrary constant [11].

Step 3: Employing the homogeneous balance method outlined in Eq. (3) enables us to determine the positive integer values of M corresponding to the solution described in Eq. (4). By substituting the solution from Eq. (4) into Eq. (3) and incorporating the Riccati equation depicted in Eq. (5), we obtain a polynomial expression in terms of $U(\xi)$. This polynomial, upon equating coefficients of similar powers of $U(\xi)$ to zero, yields specific sets of algebraic equations.

Step 4: Upon substituting Eq.(4) into Eq.(3) alongside Eq.(5), a polynomial expression in terms of $U(\xi)$ is derived. Equating all coefficients of $U(\xi)$ to zero leads to a system of algebraic equations. By employing the Maple program, we can effectively solve this system to determine the values of parameters such as a_0, a_i, b_i $(i = 1, 2, 3, \dots, M)$, and λ. Subsequently, upon substituting these values and Eq. (5) into Eq. (4), exact solutions for the reduced Eq. (1) can be obtained.

3. Application

Now we apply the unifed method to obtain for analytic solution of the (4+1)-dimensional DSKP equation. This equation can be written as

$$4\,u_{xt} - u_{xxxy} + u_{xyyy} + 12u_x u_y + 12u\,u_{xy} - 6u_{zw} = 0. \tag{6}$$

Using the wave variable, substituting Eq.(2) into Eq.(6) reduces to the nonlinear ODE

$$(nm^3 - mn^3)U^{(4)} - (4np + 6rc)U'' + 12nm(U')^2 + 12nmUU'' = 0, \tag{7}$$

where n, m, r, p, c are constants [13]. Let $k = nm^3 - mn^3$ and $s = 4np + 6rc$, then, the Eq.(7) ODE becomes

$$kU^{(4)} - sU'' + 12nm(U')^2 + 12nmUU'' = 0. \tag{8}$$

Integrate the Eq. (8) two times, we obtain

$$kU'' + 6nm(U)^2 - sU = 0,$$

where $U' = \frac{dU}{d\xi}$. Balancing the highest order derivative term U'' and the nonlinear term U^2 in Eq. (8), we have $M = 2$

$$U(\xi) = a_0 + a_1\varphi + a_2\varphi^2 + b_1\varphi^{-1} + b_2\varphi^{-2}. \tag{9}$$

We substitute Eq.(9) into Eq.(8) and collect all the terms with the same power of $U^i(\xi)$ $(i = 1, 2, \dots, 8)$, and equating each coeffcient to zero, yields a set of algebraic equations. Solving these equations with the aid of the mathematical software Maple, yields the following solutions for k, s, b_1, b_2, a_i $(i = 0,1,2)$:

Case 1:

$$a_0 = \frac{s}{4nm}, \quad a_2 = -\frac{k}{nm}, \quad a_1 = b_1 = b_2 = 0, \quad \lambda = -\frac{s}{4k}.$$

Substituting these results into Eq.(9), we obtain the following solutions

$$U(\xi) = \frac{s}{4nm} - \frac{k}{nm}\varphi^2(\xi)$$

where $\xi = mx + ny + pz + rw - ct$.

Case 2:

$$a_0 = \frac{s}{8nm}, \quad a_2 = -\frac{k}{nm}, \quad a_1 = b_1 = 0, \quad b_2 = -\frac{s^2}{256knm} \quad \lambda = -\frac{s}{16k}.$$

Case 3:

$$a_0 = -\frac{s}{12nm}, \quad a_2 = -\frac{k}{nm}, \quad a_1 = b_1 = b_2 = 0, \quad \lambda = \frac{s}{4k}.$$

Case 4:

$$a_0 = \frac{s}{24nm}, \quad a_2 = -\frac{k}{nm}, \quad a_1 = b_1 = 0, \quad b_2 = -\frac{s^2}{256knm}, \quad \lambda = \frac{s}{16k}.$$

Case 5:

$$a_0 = \frac{s}{4nm}, \quad a_2 = a_1 = b_1 = 0, \quad b_2 = -\frac{s^2}{16knm}, \quad \lambda = -\frac{s}{4k}.$$

Case 6:

$$a_0 = -\frac{s}{12nm}, \quad a_2 = a_1 = b_1 = 0, \quad b_2 = -\frac{s^2}{16knm}, \quad \lambda = \frac{s}{4k}.$$

4. Conclusion

We have introduced the unified method as a means to derive exact solutions for nonlinear evolution equations. Specifically, we have successfully applied this method to obtain exact solutions for the (4+1)-dimensional Davey-Stewartson-Kadomtsev-Petviashvili equation. These solutions offer valuable insights into the intricate mechanisms underlying nonlinear physical phenomena, particularly in the context of wave collaboration. The unified method demonstrates remarkable effectiveness and power in generating exact solutions for nonlinear

evolution equations, offering a broader scope of solutions. Our findings underscore the directness and efficiency of the unified method, highlighting its applicability to a wide array of nonlinear PDEs in mathematical physics.

REFERENCES

[1] Fan, E. (2000). Extended tanh-function method and its applications to nonlinear equations. Physics Letters A, 277(4), 212-218.

[2] Liu, S., Fu, Z., Liu, S., and Zhao, Q. (2001). Jacobi elliptic function expansion method and periodic wave solutions of nonlinear wave equations. Physics Letters A, 289(1), 69-74.

[3] Wang, M., Zhou, Y., and Li, Z. (1996). Application of a homogeneous balance method to exact solutions of nonlinear equations in mathematical physics. Physics Letters A, 216(1-5), 67-75.

[4] Kudryashov, N. A. (1990). Exact solutions of the generalized Kuramoto-Sivashinsky equation. Physics Letters A, 147(5-6), 287-291.

[5] He, J. H., and Wu, X. H. (2006). Exp-function method for nonlinear wave equations. Chaos, Solitons & Fractals, 30(3), 700-708.

[6] Zhang, S., Tong, J. L., and Wang, W. (2008). A generalized (G'/G)-expansion method for the mKdV equation with variable coefficients. Physics Letters A, 372(13), 2254-2257.

[7] Zhang, J. L., Wang, M. L., and Li, X. Z. (2006). The subsidiary ordinary differential equations and the exact solutions of the higher order dispersive nonlinear Schrödinger equation. Physics Letters A, 357(3), 188-195.

[8] El-Sayed, A. M. A., and Gaber, M. (2006). The Adomian decomposition method for solving partial differential equations of fractal order in finite domains. Physics Letters A, 359(3), 175-182.

[9] Arafa, A. A. M., Rida, S. Z., and Mohamed, H. (2011). Homotopy analysis method for solving biological population model. Communications in Theoretical Physics, 56(5), 797.

[10] Odibat, Z., and Momani, S. (2008). A generalized differential transform method for linear partial differential equations of fractional order. Applied Mathematics Letters, 21(2), 194-199.

[11] Akcagil, S., and Aydemir, T. (2018). A new application of the unified method. New Trends in Mathematical Sciences, 6(1).

[12] Kaplan, M., Bekir, A. and Akbulut, A. (2016). A generalized Kudryashov method to some nonlinear evolution equations in mathematical physics. Nonlinear Dynamics, 85(4), 2843-2850.

[13] Ahmad, I., Jalil, A., Ullah, A., Ahmad, S., & De la Sen, M. (2023). Some new exact solutions of (4+ 1)-dimensional Davey–Stewartson-Kadomtsev–Petviashvili equation. Results in Physics, 45, 106240.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

CHEN DAĞILIMI ALTINDA SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ VE NEOTERİK SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI PARAMETRE TAHMİNİ

Dr., Nurdan YENİAY KOÇER
Gazi Üniversitesi, 0000-0001-8263-1524
Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Hüseyin GÜL
Giresun Üniversitesi, 0000-0001-9905-8605

ÖZET

Sıralı Küme Örneklemesi (Ranked Set Sampling-RSS) yöntemi birimlerin görsel yolla ya da ilgili değişkenle yüksek korelasyona sahip bir yardımcı değişken bilgisine dayanılarak kolayca sıralanabildiği durumlar için basit tesadüfi örneklemeye (simple random sampling-SRS) alternatif olarak önerilmiş etkin bir örnekleme yöntemidir. RSS tasarımı tarım, tıp, ekoloji gibi birçok alanda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. RSS'de daha etkin tahmin ediciler elde etmek amacıyla farklı modifikasyonlar geliştirilmiştir. Neoterik Sıralı Küme Örneklemesi (Neoteric ranked set sampling-NRSS) RSS tasarımının modifikasyonlardan biridir. NRSS tasarımı da RSS tasarımına benzer olarak birimlerin görsel yola sıralanmasının kolay olduğu durumlarda tercih edilebilen bir tasarımdır.

Sıralı küme örneklemesi yöntemi ve bu yöntemin modifikasyonları parametre tahmini çalışmalarından sıklıkla kullanılan yöntemlerdir. Özellikle en çok olabilirlik yöntemi, momentler yöntemi ve bayes yöntemi kullanılarak RSS ve modifikasyonları altında parametre tahmin çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada SRS, RSS ve NRSS yöntemi altında Chen dağılımına ilişkin parametre tahminleri en çok olabilirlik yöntemine dayalı olarak elde edilmiştir. Monte Carlo simülasyon yöntemi ile tahmin ediciler yan ve hata kare ortalamaları (HKO) kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Simülasyon çalışması sonuçları incelendiğinde, NRSS tasarımına dayalı elde edilen HKO değerlerinin SRS ve RSS yöntemleri ile elde edilen HKO değerlerinden düşük olduğu fakat NRSS tasarımına dayalı elde edilen yan değerlerinin ise daha yüksek olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sıralı küme örneklemesi, neoterik sıralı küme örneklemesi, en çok olabilirlik tahmini, Chen dağılımı.

1. Giriş

RSS ilk olarak McIntyre [1] tarafından meralardaki ortalama ürün miktarını tahmin etmek amacıyla SRS'ye alternatif olarak önerilmiş etkin bir örnekleme yöntemidir. Bu örnekleme yöntemi birimlerin görsel yolla ya da ilgili değişkenle yüksek korelasyona sahip bir yardımcı değişken bilgisine dayanılarak kolayca sıralanabildiği durumlar için uygundur. RSS tasarımı tarım, tıp, ekoloji gibi birçok alanda sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Takahasi ve Wakimoto

[2] RSS yöntemi altında yığın ortalamasının tahmin edicisinin yansız ve bu tahmin edicinin varyansının SRS ile elde edilen tahmin edicinin varyansından daha küçük olduğunu göstermişlerdir ancak sıralamada hata olması durumunu ele almamışladır. Dell ve Clutter [3] sıralamada hata olsa da olmasa da yığın ortalaması için elde edilen tahmin edicinin SRS ile elde edilen tahmin ediciye göre daha etkin olduğunu göstermişlerdir.

RSS'de sıralama görsel yolla ya da yardımcı değişken bilgisine dayanılarak yapıldığı için sıralama hatasını en aza indirmek amacıyla RSS'nin farklı modifikasyonları geliştirilmiştir. RSS'nin ilk modifikasyonu Samavi ve diğ.[4] tarafından Extreme Ranked Set Sampling (ERSS) olarak önerilmiştir. Diğer bazı modifikasyonlar Muttlak [5] tarafından önerilen Medyan Ranked Set Sampling (MRSS), Al-Saleh ve Al- Hadrami [6] tarafından önerilen Moving Extreme Ranked Set Sampling (MERSS) olarak verilebilir. Son yıllarda Zamanzade ve Al-Omari [7] yeni bir RSS modifikasyonu önermişlerdir. Neoteric Ranked Set Sampling (NRSS) adı verilen bu teknikte örnek seçim işlemi RSS örnek seçim işlemine benzer şekilde yapılır.

Son yıllarda parametre tahmini çalışmalarında da RSS yöntemi ve modifikasyonları sıklıkla kullanılmaktadır. Stokes [8] RSS tasarımını bivariate normal dağılım altında en çok olabilirlik tahmin edicisini incelemiştir. Shaibu ve Muttlak [9] RSS ve ERSS tasarımlarına ilişkin en çok olabilirlik tahminini normal, üstel ve gamma dağılımları altında incelemişlerdir. Omar ve İbrahim [10], RSS, MRSS ve ERSS tasarımları için Pareto dağılımına ilişkin en çok olabilirlik, momentler ve modified en çok olabilirlik tahminlerini ele almışlardır. Dey ve diğ.[11] RSS, MRSS ve modified RSS tasarımlarına ilişkin en çok olabilirlik ve bayes tahmin edicilerini Rayleigh dağılımı için incelemişlerdir.

Bu çalışmada RSS ve modifikasyonu olan NRSS tasarımları için en çok olabilirlik tahmin edicileri Chen dağılımı altında incelenmiştir. Yapılan Monte Carlo simülasyon çalışması ile yan ve hata kare ortalamaları (HKO) değerleri elde edilmiştir.

Çalışmanın 2. Bölümünde RSS' de örnek seçim işlemi detaylı şekilde verilmiştir. 3. Bölümde NRSS tasarımına ait örnek seçim işlemi açıklanmıştır. 4. Bölümde parametre tahmini konusu ele alınmıştır. Chen dağılımı altında SRS, RSS ve NRSS tasarımlarına ilişkin olabilirlik ve log-olabilirlik fonksiyonları verilmiştir. 5. Bölümde simülasyon çalışması yer almaktadır. Son olarak 6.bölümde çalışmanın sonuçları ele alınmıştır.

2. RSS'de örnek seçim işlemi

Sıralı küme örneklemesinde örnek seçim işlemi aşağıda verildiği gibidir.

1. İlgili yığından m^2 birim basit tesadüfi örneklemeye dayalı olarak seçilir.

2. Seçilen m^2 birim m çaplı m kümeye paylaştırılır.

3. Herbir kümedeki birimler ilgili değişken bakımından görsel yolla ya da herhangi bir yardımcı değişken bilgisine bağlı olarak küçükten büyüğe doğru sıralanır.

4. Sıralanan bu birimlerden 1. kümeden 1. sıradaki birim, 2. kümeden 2. sıradaki birim ve m. kümeden m. sıradaki birim seçilerek sıralı küme örneği oluşturulur.

5. *N=mr* çaplı örneği elde etmek için adım 1-4 *r* kez tekrar edilir.

$X_1, X_2, \dots, X_m$, yığından basit tesadüfi örnekleme ile seçilen *m* çaplı örnek olsun. RSS'ye göre yığın ortalaması μ'nün yansız tahmin edicisi:

$$\bar{X}_{RSS} = \frac{1}{mr}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{r} X_{[i]j} \tag{1}$$

ile tanımlanır. Birimleri sıralamada sıralama hatası yapılmadığı varsayımı altında $X_{[i]j}$, *j*. tekrarda *m* büyüklüğündeki *i*. kümenin *i*. sıra istatistiğini ifade eder *(i=1,2,…,m; j=1,2,…,r)*. Sıra istatistikleri bu örnekleme altında birbirinden bağımsız olacaktır.

$\bar{X}_{RSS}$'nin varyansı ise

$$Var(\bar{X}_{RSS}) = \frac{\sigma^2}{m} - \frac{1}{m^2}\sum_{i=1}^{m}(\mu_{[i]} - \mu)^2 \tag{2}$$

şeklinde olacaktır.

RSS'de örnek seçim sürecini daha anlaşılır biçimde ifade etmek amacıyla Şekil 1'de *m=3* olacak şekilde örnek seçim işlemi görsel olarak verilmiştir.

$X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{33}$ yığından basit tesadüfi örnekler ile seçilen birimleri göstermektedir. Seçili birimler 3 çaplı 3 kümeye paylaştırılır.

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix}$$

Her bir kümedeki birimler ilgili değişken bakımından küçükten büyüğe sıralandıktan sonra:

$$\begin{bmatrix} X_{[1]1} & X_{[1]2} & X_{[1]3} \\ X_{[2]1} & X_{[2]2} & X_{[2]3} \\ X_{[3]1} & X_{[3]2} & X_{[3]3} \end{bmatrix}$$

Ardından *i*. kümeden *i*. sıradaki birim alınarak *m* çaplı sıralı küme örneği elde edilir.

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{X_{[1]1}} & X_{[1]2} & X_{[1]3} \\ X_{[2]1} & \boldsymbol{X_{[2]2}} & X_{[2]3} \\ X_{[3]1} & X_{[3]2} & \boldsymbol{X_{[3]3}} \end{bmatrix}$$

Seçilen RSS birimleri $\{X_{[1]1}, X_{[2]2}, X_{[3]3}\}$'dir. Bu adımlar *r* kez tekrar ederse *N=mr* çaplı RSS örneği elde edilmiş olur.

3. NRSS'de örnek seçim işlemi

Neoteric sıralı küme örneklemesinde örnek seçim işlemi aşağıda verildiği şekildedir.

1. İlgili yığından m^2 birim basit tesadüfi örneklemeye dayalı olarak seçilir.

2. Seçilen m^2 birim küçükten büyüğe sıralanır.

3. *m* tek ise $\left\{\frac{m+1}{2}+(i-1)m\right\}$. birim seçilir *(i=1,2,...,m).*

m çift ise; $[l+(i-1)m]$. sıralı birim alınır. Burada *i* çift ise $l=\frac{m}{2}$; *i* tek ise $l=\frac{m+2}{2}$ olarak alınır.

4. *N=mr* çaplı örneği elde etmek için adım 1-3 *r* kez tekrar edilir (Zamanzade ve Al-Omari, [7]).

$X_{1j}, X_{2j}, \ldots, X_{m^2 j}$ yığından basit tesadüfi örnekleme ile seçilen m^2 birimi ifade eder. $X_{[1]j}, X_{[2]j}, \ldots, X_{[m^2]j}$ *(i=1,2,...,m)* $X_{1j}, X_{2j}, \ldots, X_{m^2 j}$'nin sıra istatistikleridir.

NRSS'de örnek seçim işlemini daha anlaşılır şekilde açıklamak için *m=3* aşağıdaki örnek verilmiştir.

1. *m=3* ve *r=1* olarak alındığında ilk olarak yığından m^2=9 çaplı rastgele örnek

$X_{11}, X_{21}, X_{31}, X_{41}, X_{51}, X_{61}, X_{71}, X_{81}, X_{91}$ olacaktır.

2. Bu birimler görsel olarak sıralanırsa

$X_{[1]1}, X_{[2]1}, X_{[3]1}, X_{[4]1}, X_{[5]1}, X_{[6]1}, X_{[7]1}, X_{[8]1}, X_{[9]1}$elde edilir.

3. Yukarıda açıklanan NRSS örnek seçim yöntemi ile seçilen örnekler:

$X_{[1]1}, \boldsymbol{X}_{[2]1}, X_{[3]1}, X_{[4]1}, \boldsymbol{X}_{[5]1}, X_{[6]1}, X_{[7]1}, \boldsymbol{X}_{[8]1}, X_{[9]1}$

NRSS tasarımına dayalı seçilen birimler $\{\boldsymbol{X}_{[2]1}, \boldsymbol{X}_{[5]1}, \boldsymbol{X}_{[8]1}\}$ şeklinde olacaktır.

4. Parametre Tahmini

Chen dağılımı, küvet şeklinde veya artan bozulma oranına sahip yaşam zamanı verileri için kullanılabilen ve Chen [12] tarafından önerilen iki-parametreli bir yaşam zamanı dağılımıdır. (λ, β) parametreli Chen dağılımına sahip bir X rasgele değişkeninin dağılım fonksiyonu (df) ve olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf) aşağıdaki gibi verilmiştir;

$$F(x)=1-exp\left(\lambda\left(1-e^{x^{\beta}}\right)\right), \tag{3}$$

$$f(x)=\lambda x^{\beta-1}\beta exp\left(x^{\beta}\right)exp\left(\lambda\left(1-e^{x^{\beta}}\right)\right), \qquad x,\lambda,\beta>0. \tag{4}$$

Bu bölümde, Chen dağılımının bilinmeyen parametreleri, λ ve β, için BTÖ, RSS ve NRSS'ne dayalı EÇO tahmin edicileri önerilecektir.

4.1. SRS Altında EÇO Tahmini

$X_1, X_2, \ldots, X_n$ Chen dağılımından alınan *n* birimlik rasgele örneklem olmak üzere, bu örnekleme ilişkin olabilirlik fonksiyonu;

$L(\lambda,\beta|x)=\prod_{i=1}^{n} f(x_i|\lambda,\beta)$

$$= \prod_{i=1}^{n} \lambda {x_i}^{\beta-1} \beta exp({x_i}^{\beta}) exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_i}^{\beta}}\right)\right), \tag{5}$$

ve log-olabilirlik fonksiyonu;

$$l(\lambda, \beta|x) = \sum_{i=1}^{n} log\left(\lambda {x_i}^{\beta-1} \beta exp({x_i}^{\beta}) exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_i}^{\beta}}\right)\right)\right)$$

$$= nlog(\lambda) + nlog(\beta) + (\beta - 1)\sum_{i=1}^{n} x_i + \sum_{i=1}^{n} {x_i}^{\beta} + \sum_{i=1}^{n} \lambda\left(1 - e^{{x_i}^{\beta}}\right), \tag{6}$$

şeklinde elde edilir.

λ ve β parametrelerinin EÇO tahmin edicileri,

$\frac{dl(\lambda,\beta|x)}{d\lambda} = 0$ ve $\frac{dl(\lambda,\beta|x)}{d\beta} = 0$,

eşitlikleri sonucunda oluşan lineer olmayan denklem sistemlerinin aynı anda çözülmesiyle elde edilir. Ancak bu denklem sistemlerinin elle çözümü neredeyse imkansızdır. Bu yüzden bu denklem sistemleri sayısal yöntemler vasıtasıyla çözülecektir. Bu çalışmada denklem sistemlerin çözümü için Nelder-Mead optimizasyon yöntemi tercih edilmiştir.

4.2. RSS Altında EÇO Tahmini

$X_{[i]j}$, j'ninci tekrarda Chen(λ, β) dağılımından alınan m boyutlu i'ninci kümedeki i'ninci sıra istatistiği olsun. Burada $i = 1, \dots, m$ ve $j = 1, \dots, r$'dir. m küme büyüklüğü ve r tekrar sayısı olmak üzere $X_{[i]j}$; Chen(λ, β) dağılımından alınan n=mr büyüklüğünde sıralı küme örneklemini oluşturur. $X_{[i]j}$'nin oyf aşağıdaki gibi yazılır;

$$f_{X_{[i]j}}(X_{[i]j}) = \frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}\left[F(X_{[i]j})\right]^{i-1}\left[1 - F(X_{[i]j})\right]^{m-i} f(X_{[i]j}). \tag{7}$$

Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\lambda, \beta|x_{[i]j}) = \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m} f_{X_{[i]j}}(x_{[i]j})$$

$$= \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m} C\left[1 - exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_{[i]j}}^{\beta}}\right)\right)\right]^{i-1}\left[exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_{[i]j}}^{\beta}}\right)\right)\right]^{m-i}$$

$$\times \lambda {x_{[i]j}}^{\beta-1} \beta exp({x_{[i]j}}^{\beta}) exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_{[i]j}}^{\beta}}\right)\right), \tag{8}$$

şeklinde elde edilir. Burada $C = \frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}$ biçimindedir. Bu durumda log-olabilirlik fonksiyonu;

$$l(\lambda, \beta|x_{[i]j}) = mrlog(C) + \sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{m}(i-1)log\left[-exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_{[i]j}}^{\beta}}\right)\right)\right]$$

$$+ \sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{m}(m-1)\lambda\left(1 - e^{{x_{[i]j}}^{\beta}}\right)$$

$$+\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{m}\left(\log(\lambda)+(\beta-1)log\left(x_{[i]j}\right)+\log(\beta)\right)+{x_{[i]j}}^{\beta}+\lambda\left(1-e^{{x_{[i]j}}^{\beta}}\right) \quad (9)$$

şeklinde elde edilir.

λ ve β parametrelerinin EÇO tahmin edicileri,

$$\frac{dl(\lambda,\beta|x_{[i]j})}{d\lambda}=0 \quad \text{ve} \quad \frac{dl(\lambda,\beta|x_{[i]j})}{d\beta}=0,$$

eşitlikleri sonucunda elde edilen lineer olmayan denklemlerin çözümü için Nelder-Mead optimizasyon yöntemi kullanılmıştır.

4.3. NRSS Altında EÇO Tahmini

m küme çapı olmak üzere, $x_{(k_i)}, i=1,\dots,m$ neoteric küme örnek birimi olsun. Olabilirlik fonksiyonu,

$$L\left(\lambda,\beta|x_{(k_i)}\right)=\prod_{i=1}^{m}f\left(x_{(k_i)}\right)\prod_{i=1}^{m+1}\left[F\left(x_{(k_i)}\right)-F\left(x_{(k_{i-1})}\right)\right]^{(k_i-k_{i-1}-1)}$$

$$=\prod_{i=1}^{m}\lambda {x_{(k_i)}}^{\beta-1}\beta exp\left({x_{(k_i)}}^{\beta}\right)exp\left(\lambda\left(1-e^{{x_{(k_i)}}^{\beta}}\right)\right)$$

$$\times\prod_{i=1}^{m+1}\left[\left(1-exp\left(\lambda\left(1-e^{{x_{(k_i)}}^{\beta}}\right)\right)\right)-\left(1-exp\left(\lambda\left(1-e^{{x_{(k_{i-1})}}^{\beta}}\right)\right)\right)\right]^{(k_i-k_{i-1}-1)} \quad (10)$$

şeklinde elde edilir. Bu durumda log-olabilirlik fonksiyonu;

$$l\left(\lambda,\beta|x_{(k_i)}\right)=mlog(\lambda)+mlog(\beta)+(\beta-1)\sum_{i=1}^{m}x_{(k_i)}+{x_{(k_i)}}^{\beta}+\lambda\left(1-e^{{x_{(k_i)}}^{\beta}}\right)$$

$$+\sum_{i=1}^{m+1}(k_i-k_{i-1}-1)log\left[\left(1-exp\left(\lambda\left(1-e^{{x_{(k_i)}}^{\beta}}\right)\right)\right)-\left(1-exp\left(\lambda\left(1-e^{{x_{(k_{i-1})}}^{\beta}}\right)\right)\right)\right],$$

şeklinde elde edilir. λ ve β parametrelerinin, NRSS altonda EÇO tahmin edicileri,

$$\frac{dl\left(\lambda,\beta|x_{(k_i)}\right)}{d\lambda}=0 \quad \text{ve} \quad \frac{dl\left(\lambda,\beta|x_{(k_i)}\right)}{d\beta}=0,$$

eşitliklerinın çözülmesiyle elde edilecektir. Çözüm için Nelder-Mead optimizasyon yöntemi kullanılmıştır.

5. Simülasyon çalışması

Basit tesadüfi örnekleme, sıralı küme örneklemesi ve neoteric sıralı küme örneklemesi yöntemlerini kullanarak, Chen dağılımının bilinmeyen parametrelerinin tahminine ilişkin simülasyon çalışmasında yan ve HKO kriterlerine dayalı olarak karşılaştırma yapılmıştır. Monte Carlo simülasyon yöntemi kullanılarak farklı küme çapı, tekrar sayıları ve parametre

değerlerinde N=10000 tekrarlı simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyon çalışmasının adımları aşağıda verildiği gibidir:

1. *n*=12, 24, 36 çaplı SRS elde edilir. Aynı zamanda bu örnek çapını elde edecek şekilde farklı küme çapı ve tekrar sayıları kullanılarak RSS ve NRSS örnekleri bölüm 2 ve 3' te verildiği şekilde elde edilir.

2. RSS ve NRSS de küme çapı, *m*=3,4,6 ve tekrar sayısı, *r*=2,3,4,6,9 ve 12 olarak alınmıştır. Chen dağılımının parametre değerleri (λ, β) = (1,1), (2,2), (2,0.5) ve (0.5,2) olacak şekilde alınmıştır.

Çizelge 1.Tahmin edicilere ilişkin yan değerleri

λ, β	n	SRS		$m;r$	RSS		NRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
1;1	12	0.1760	0.1625	3*4	0.1206	0.1304	0.1864	0.2460
				4*3	0.1049	0.1195	0.1500	0.2373
				6*2	0.0869	0.0993	0.1001	0.1958
	24	0.0669	0.0742	3*8	0.0510	0.0608	0.1363	0.1974
				4*6	0.0449	0.0573	0.1154	0.1874
				6*4	0.0392	0.0481	0.0842	0.1742
	36	0.0393	0.0502	3*12	0.0321	0.0438	0.1209	0.1844
				4*9	0.0282	0.0338	0.1083	0.1785
				6*6	0.0263	0.0335	0.0775	0.1690
2;2	12	0.7591	0.3449	3*4	0.5709	0.2615	0.8221	0.4956
				4*3	0.4614	0.2219	0.6071	0.4694
				6*2	0.3725	0.1911	0.5066	0.3820
	24	0.2715	0.1580	3*8	0.2211	0.1189	0.6031	0.4032
				4*6	0.1915	0.1103	0.5099	0.3884
				6*4	0.1595	0.0925	0.4324	0.3513
	36	0.1697	0.1045	3*12	0.1403	0.0819	0.5392	0.3739
				4*9	0.1216	0.0741	0.4615	0.2584
				6*6	0.1030	0.0612	0.3983	0.2332

Çizelge 2. Tahmin edicilere ilişkin yan değerleri

$\lambda; \beta$	n	SRS		m;r	RSS		NRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
2;0.5	12	0.7382	0.0811	3*4	0.5483	0.0645	0.8123	0.1215
				4*3	0.4692	0.0569	0.7589	0.1162
				6*2	0.3723	0.0482	0.5075	0.0971
	24	0.2700	0.0388	3*8	0.2121	0.0300	0.6004	0.1010
				4*6	0.1910	0.0268	0.5026	0.0978
				6*4	0.1650	0.0242	0.4276	0.0874
	36	0.1649	0.0246	3*12	0.1312	0.0193	0.2453	0.0937
				4*9	0.1253	0.0181	0.2240	0.0915
				6*6	0.1003	0.0155	0.2025	0.0836
0.5;2	12	0.0284	0.2746	3*4	0.0121	0.2165	0.0030	0.4210
				4*3	0.0055	0.2013	0.0017	0.5649

				6*2	0.0022	0.1741	0.0001	0.3404
	24	0.0096	0.1272	3*8	0.0047	0.1016	0.0117	0.3352
				4*6	0.0025	0.0980	0.0045	0.3245
				6*4	0.0022	0.0832	0.0020	0.3021
	36	0.0065	0.0799	3*12	0.0024	0.0674	0.0043	0.3100
				4*9	0.0025	0.0617	0.0039	0.3005
				6*6	0.0008	0.0544	0.0009	0.2900

Çizelge 3. Tahmin edicilere ilişkin HKO değerleri

$\lambda;\beta$	n	SRS		m;r	RSS		NRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
1;1	12	0.4154	0.1407	3*4	0.1770	0.1074	0.1252	0.1048
				4*3	0.1240	0.0929	0.1157	0.0824
				6*2	0.0893	0.0705	0.0408	0.0597
	24	0.0694	0.0456	3*8	0.0439	0.0367	0.0411	0.0325
				4*6	0.0347	0.0334	0.0262	0.0278
				6*4	0.0268	0.0269	0.0205	0.0202
	36	0.0374	0.0261	3*12	0.0230	0.0216	0.0212	0.0189
				4*9	0.0190	0.0182	0.0170	0.0166
				6*6	0.0153	0.0156	0.0146	0.0151
2;2	12	5.9981	0.6193	3*4	4.8401	0.4584	1.6952	0.4451
				4*3	2.0196	0.3675	2.0018	0.3507
				6*2	1.1909	0.2958	0.5177	0.2354
	24	0.6055	0.2119	3*8	0.4624	0.1580	0.3939	0.1470
				4*6	0.3613	0.1392	0.2817	0.1384
				6*4	0.2653	0.1131	0.2591	0.1072
	36	0.2925	0.1200	3*12	0.2238	0.0949	0.1832	0.0836
				4*9	0.1930	0.0833	0.1710	0.0721
				6*6	0.1493	0.0690	0.1286	0.0686

Çizelge 4. Tahmin edicilere ilişkin HKO değerleri

$\lambda;\beta$	n	SRS		m;r	RSS		NRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
2;0.5	12	7.2224	0.0365	3*4	2.8018	0.0276	1.6979	0.0259
				4*3	1.7620	0.0233	1.6016	0.0199
				6*2	1.1122	0.0185	0.5182	0.0151
	24	0.5860	0.0128	3*8	0.4346	0.0097	0.3924	0.0066
				4*6	0.3858	0.0090	0.3856	0.0074
				6*4	0.2777	0.0073	0.2739	0.0072
	36	0.2824	0.0073	3*12	0.2157	0.0059	0.1896	0.0058
				4*9	0.1955	0.0053	0.1406	0.0049
				6*6	0.1532	0.0044	0.1509	0.0037
0.5;2	12	0.0433	0.4071	3*4	0.0191	0.3044	0.0185	0.2933
				4*3	0.0138	0.2707	0.0116	0.2510
				6*2	0.0099	0.2163	0.0062	0.1777
	24	0.0162	0.1310	3*8	0.0076	0.1052	0.0067	0.0988

				4*6	0.0062	0.0979	0.0056	0.0861
				6*4	0.0043	0.0785	0.0032	0.0689
	36	0.0097	0.0762	3*12	0.0049	0.0630	0.0041	0.0584
				4*9	0.0039	0.0573	0.0036	0.0521
				6*6	0.0028	0.0469	0.0023	0.0430

Çizelge 1 ve 2, simülasyon çalışması sonucunda elde edilen yan değerlerini vermektedir. Çizelgeler incelendiğinde, en düşük yan değerlerinin RSS tasarımı altında elde edildiği görülmektedir. Örnek çapı arttıkça tüm tasarımlarda da elde edilen yan değerleri azalmaktadır. Örnek çapı aynı kalmak üzere, RSS ve NRSS tasarımlarında küme çapı arttıkça yan değerleri azalmaktadır. En düşük yan değerleri Chen dağılımının incelenen parametreleri arasında (0.5,2) parametre değerlerinde elde edilmiştir.

Çizelge 3 ve 4, HKO değerlerini vermektedir. İncelenen tasarımlar arasında en düşük HKO değerleri NRSS tasarımı altında elde edilmiştir. Örnek çapı arttıkça HKO değerleri düşmektedir. Bununla birlikte en düşük HKO değerleri Chen dağılımının incelenen parametreleri arasında (0.5, 2) değerlerinde elde edilmiştir.

6. Sonuç

Bu çalışmada, örnek birimlerinin ölçüm maliyetinin genellikle yüksek olduğu tıp, tarım, ekoloji gibi alanlarda hem maliyet kısıtını aşmayacak hem de ilgili yığını en iyi derecede temsil edecek örnekleme yöntemlerinden biri olan RSS tasarımı ve bir modifikasyonu olan NRSS tasarımı ele alınmıştır. Chen dağılımı altında RSS ve NRSS tasarımlarına ilişkin en çok olabilirlik tahminleri elde edilmiştir. Monte Carlo simülasyon çalışmasıyla elde edilen tahmin edicilerin performansları yan ve HKO değerlerine göre karşılaştırılmıştır. Yapılan simülasyon çalışması sonucunda, incelenen parametre değerleri ve örnek çapları altında en düşük yan değerleri RSS tasarımı altında elde edilirken en düşük HKO değerlerinin NRSS tasarımı ile elde edildiği görülmüştür.

KAYNAKÇA

[1] McIntyre, G.A., A Method for Unbiased Selective Sampling, Using Ranked Sets Australian Journal of Agricultural Research, **3**(4), 385-390, 1952.

[2] Dell, T.R., Clutter, J.L., Ranked Set Sampling Theory with Order Statistics Backround Biometrics, 28:545-552, 1972.

[3] Takahasi, K., Wakimoto, K., On Unbiased Estimates of the Population Mean Based on the Sample Stratified by Means of Ordering, Annals of The Institute of Statistical Mathematics, 21: 249-255, 1968.

[4] Samawi, H.M., Ahmed, M.S., Abu-Dayyeh, W., Estimating the Population Mean Using Extreme Ranked Set Sampling, Biometrical Journal, 38(5),577-586, 1996.

[5] Muttlak, H.A., Median Ranked Set Sampling, Applied Statistical Science, 6:4, 245-255, 1997.

[6] Al-Saleh, M.F., Al-Hadrami, S.A., Parametric estimation for the location parameter for symmetric distributions using moving extremes ranked set sampling with application to trees data, Environmetrics: The official journal of the International Environmetrics Society, 14(7), 651-664, 2003.

[7] Zamanzade, E., Al-Omari, A. İ., New ranked set sampling for estimating the population mean and variance. Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics, 45(6), 1891-1905,2016.

[8] Stokes, S.L., Estimation of Variance Using Judgement Ordered Ranked Set Samples, Biometrics, 36: 35-42, 1980.

[9] Shaibu, A.B., Muttlak, H.A., Estimating the parameters of the normal, exponential and gamma distributions using median and extreme ranked set samples, Statistica, 64(1), 75-98, 2004.

[10] Omar A., Ibrahim K., Estimation of the shape and scale parameters of the Pareto distribution using extreme ranked set sampling. Pakistan Journal of Statistics 29(1), 33, 2013.

[11] Dey S., Raheem E., Mukherjee S., Ng H.K.T., Two parameter exponentiated Gumbel distribution: properties and estimation with flood data example. Journal of Statistics and Management Systems 20(2):197-233,2017.

[12] Chen, Z. A new two-parameter lifetime distribution with bathtub shape or increasing failure rate function, Statistics & probability letters, 49 (2), 155-161,2000.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ VE EXTENDED NEOTERİK SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİNE DAYALI EN ÇOK OLABİLİRLİK TAHMİNLERİNİN CHEN DAĞILIMI ALTINDA İNCELENMESİ

Dr., Nurdan YENİAY KOÇER
Gazi Üniversitesi, 0000-0001-8263-1524
Dr. Öğr. Üyesi, Hasan Hüseyin GÜL
Giresun Üniversitesi, 0000-0001-9905-8605

ÖZET

Sıralı Küme Örneklemesi (Ranked Set Sampling- RSS) örnekleme birimlerinin herhangi bir ölçüm gerektirmeden görsel yolla, maliyet gerektirmeyen yöntemlerle ya da ilgili değişkenle ilişkili yardımcı değişken bilgisi yardımıyla sıralandığı bir yöntemdir. Basit Tesadüfi Örneklemeye (Simple Random Sampling- SRS) etkin bir alternatif olarak geliştirilmiştir. RSS'de sıralama görsel yolla ya da yardımcı değişkenle yapıldığı için sıralama hatasını en aza indirmek amacıyla farklı RSS tasarımları geliştirilmiştir. Extended Neoterik Sıralı Küme Örneklemesi (Extended Neoteric Ranked Set Sampling- ENRSS) RSS tasarımının bir modifikasyondur. ENRSS tasarımında da örnek seçim işlemi RSS tasarımında olduğu gibi iki aşamada gerçekleşir.

Bu çalışmada Chen dağılımı altında SRS, RSS ve ENRSS tasarımlarına ilişkin en çok olabilirlik tahmin edicileri incelenmiştir. Yapılan Monte Carlo simülasyon çalışması ile parametrelere ilişkin yan ve hata kareleri ortalamaları (HKO) değerleri elde edilmiştir. Ele alınan dağılımın farklı parametre değerleri için elde edilen değerler incelenmiştir. Simülasyon sonuçları incelendiğinde; ele alınan parametre, küme çapı ve tekrar sayılarında ENRSS tasarımına dayalı HKO değerlerinin diğer tasarımlar ile elde edilen HKO değerlerinden düşük olduğu, yan değerleri incelendiğinde ise ENRSS tasarımının yan değerlerinin diğer tasarımlardan elde edilen yan değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sıralı küme örneklemesi, extended neoterik sıralı küme örneklemesi, en çok olabilirlik tahmini, Chen dağılımı.

1. Giriş

RSS ilgili değişkeni ölçmenin emek, zaman ya da maliyet bakımından zor fakat bu birimleri görsel yolla ya da bazı ucuz yöntemlerle sıralamanın kolay olduğu durumlarda kullanılan bir yöntemdir. İlk olarak McIntyre [1] tarafından meralardaki ortalama ürün miktarını tahmin etmek amacıyla SRS'ye alternatif olarak önerilmiştir. RSS tasarımının matematiksel teorisi Takahasi ve Wakimoto [2] tarafından çalışılmıştır. Dell ve Clutter [3] sıralama hatasından bağımsız olarak yığın ortalaması için elde edilen tahmin edicinin SRS ile elde edilen tahmin ediciye göre daha etkin olduğunu göstermişlerdir.

RSS tasarımında birimler görsel yolla ya da yardımcı değişken bilgisine dayanılarak sıralandığından sıralama hatasını en aza indirmek amacıyla RRS'nin farklı modifikasyonları geliştirilmiştir. RSS'nin ilk modifikasyonu Samavi ve diğ. [4] tarafından Extreme Ranked Set Sampling (ERSS) olarak önerilmiştir. Diğer bazı modifikasyonlar Muttlak [5] tarafından önerilen Medyan Ranked Set Sampling (MRSS), Al-Saleh ve Al- Hadrami [6] tarafından önerilen Moving Extreme Ranked Set Sampling (MERSS). Son yıllarda Zamanzade ve Al-Omari [7] Neoteric Ranked Set Sampling (NRSS) adı verilen yeni bir RSS modifiksayonu önermişlerdir. Taconelli ve Cabral [8] ise NRSS tasarımın farklı bir modifikasyonu olan Extended neoteric ranked set sampling (ENRSS) üzerinde çalışmışlardır.

Parametre tahmini çalışmalarında RSS tasarımı ve modifikasyonları sıklıkla tercih edilmektedir. Esemen ve Gürler [9] RSS, MRSS ve ERSS tasarımlarına ilişkin en çok olabilirlik tahminlerini genelleştirilmiş Rayleigh dağılımı altında incelemişlerdir. Samuh ve diğ. [10] Weibull-pareto dağılımlarına ait tahmin edicileri RSS, MRSS ve ERSS tasarımları için incelemişlerdir. Jokuar ve diğ. [11] çalışmalarında en çok olabilirlik ve bayes tahmin edicilerini RSS ve maksimum RSS tasarımları için exponential-poisson dağılımı için ele almıştır. Bununla birlikte Khamnei ve diğ.[12] exponentiated-pareto dağılımı için RSS tasarımının en çok olabilirlik tahmin edicilerini çalışmıştır.

2. RSS'de örnek seçim işlemi

Bu bölümde sıralı küme örneklemesinde örnek seçim işlemi adımları ile verilecek ve bir örnekle açıklanacaktır.

1. İlgili yığından m^2 birim basit tesadüfi örneklemeye dayalı olarak seçilir.

2. Seçilen m^2 birim m çaplı m kümeye paylaştırılır.

3. Her bir kümedeki birimler ilgili değişken bakımından görsel yolla ya da herhangi bir yardımcı değişken bilgisine bağlı olarak küçükten büyüğe doğru sıralanır.

4. Sıralanan bu birimlerden 1. kümeden 1. sıradaki birim, 2. kümeden 2. sıradaki birim ve m. kümeden m. sıradaki birim seçilerek sıralı küme örneği oluşturulur.

5. $N=mr$ çaplı örneği elde etmek için adım 1-4 r kez tekrar edilir.

$X_1, X_2, \dots, X_m$, yığından basit tesadüfi örnekleme ile seçilen m çaplı örnek olsun. RSS'ye göre yığın ortalaması μ'nün yansız tahmin edicisi:

$$\bar{X}_{RSS} = \frac{1}{mr}\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{r} X_{[i]j} \tag{1}$$

ile tanımlanır. Birimleri sıralamada sıralama hatası yapılmadığı varsayımı altında $X_{[i]j}$, j. tekrarda m büyüklüğündeki i. kümenin i. sıra istatistiğini ifade eder $(i=1,2,\dots,m;\ j=1,2,\dots,r)$. Sıra istatistikleri bu örnekleme altında birbirinden bağımsız olacaktır.

$\bar{X}_{RSS}$'nin varyansı ise

$$Var(\bar{X}_{RSS}) = \frac{\sigma^2}{m} - \frac{1}{m^2}\sum_{i=1}^{m}(\mu_{[i]} - \mu)^2 \quad (2)$$

şeklinde olacaktır.

RSS'de örnek seçim sürecini daha anlaşılır biçimde ifade etmek amacıyla Şekil 1'de *m=3* olacak şekilde örnek seçim işlemi görsel olarak verilmiştir.

$X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{33},$ yığından basit tesadüfi örnekler ile seçilen birimleri göstermektedir. Seçili birimler 3 çaplı 3 kümeye paylaştırılır.

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} \end{bmatrix}$$

Her bir kümedeki birimler ilgili değişken bakımından küçükten büyüğe sıralandıktan sonra:

$$\begin{bmatrix} X_{[1]1} & X_{[1]2} & X_{[1]3} \\ X_{[2]1} & X_{[2]2} & X_{[2]3} \\ X_{[3]1} & X_{[3]2} & X_{[3]3} \end{bmatrix}$$

Ardından *i.* kümeden *i.* sıradaki birim alınarak *m* çaplı sıralı küme örneği elde edilir.

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{X_{[1]1}} & X_{[1]2} & X_{[1]3} \\ X_{[2]1} & \boldsymbol{X_{[2]2}} & X_{[2]3} \\ X_{[3]1} & X_{[3]2} & \boldsymbol{X_{[3]3}} \end{bmatrix}$$

Seçilen RSS birimleri $\{X_{[1]1}, X_{[2]2}, X_{[3]3}\}$'dir. Bu adımlar *r* kez tekrar ederse *N=mr* çaplı RSS örneği elde edilmiş olur.

3. ENRSS'de örnek seçim işlemi

ENRSS'de örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlarda verildiği gibidir.

1. İlgili yığından m^3 birim basit tesadüfi örneklemeye dayalı olarak seçilir.

2. Seçilen m^3 birim küçükten büyüğe sıralanır.

3. *m* tek ise $[\frac{m^2+1}{2} + (i-1)m^2]$ birim seçilir *(i=1,2,...,m).*

m çift ise; $[l + (i-1)m^2]$ sıralı birim alınır. Burada *i* çift ise $l = \frac{m^2}{2}$; *i* tek ise $l = \frac{m^2+2}{2}$ olarak alınır.

4. *N=mr* çaplı örneği elde etmek için adım 1-3 *r* kez tekrar edilir (Taconelli ve Cabral [8]).

X_t;(*t=1,2,...,n*)yığından basit tesadüfi örneklemeye dayalı seçilen birimleri göstersin.

$X_{(t_i)r}$; (*i=1,2,...,m;j=1,2,...,r*) extended neoteric sıralı küme örneklemesine dayalı olarak sıralanmış birimleri gösterir.

ENRSS'de örnek seçim işlemini daha anlaşılır şekilde açıklamak amacıyla *m=3* için:

1. İlgili yığından m^3 =27 birim basit tesadüfi örneklemeye dayalı olarak seçilir. Seçilen birimler aşağıdaki gibidir.

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{14}, X_{15}, X_{16}, X_{17},$
$X_{18}, X_{19}, X_{20}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{24}, X_{25}, X_{26}, X_{27}$

2. Görsel yolla ya da yardımcı değişken bigisine dayalı olarak küçükten büyüğe sıralanan birimler şu şekildedir.

$X_{[1]1}, X_{[2]1}, X_{[3]1}, X_{[4]1}, X_{[5]1}, X_{[6]1}, X_{[7]1}, X_{[8]1}, X_{[9]1}, X_{[10]1}, X_{[11]1},$

$X_{[12]1}, X_{[13]1}, X_{[14]1}, X_{[15]1}, X_{[16]1}, X_{[17]1}, X_{[18]1}, X_{[19]1}, X_{[20]1}, X_{[21]1},$

$X_{[22]1}, X_{[23]1}, X_{[24]1}, X_{[25]1}, X_{[26]1}, X_{[27]1}.$

3. Yukarıda verilen ENRSS örnek seçim işlemi adımları ışığında örneğe seçilen birimler:

$\boldsymbol{X_{[5]1}, X_{[14]1}, X_{[23]1}}$ olacaktır.

4. Parametre Tahmini

Chen dağılımı, küvet şeklinde veya artan bozulma oranına sahip yaşam zamanı verileri için kullanılabilen ve Chen [13] tarafından önerilen iki-parametreli bir yaşam zamanı dağılımıdır. (λ, β) parametreli Chen dağılımına sahip bir X rasgele değişkeninin dağılım fonksiyonu (df) ve olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf) aşağıdaki gibi verilmiştir;

$$F(x) = 1 - exp\left(\lambda\left(1 - e^{x^\beta}\right)\right), \tag{3}$$

$$f(x) = \lambda x^{\beta-1}\beta exp(x^\beta) exp\left(\lambda\left(1 - e^{x^\beta}\right)\right), \qquad x, \lambda, \beta > 0. \tag{4}$$

Bu bölümde, Chen dağılımının bilinmeyen parametreleri, λ ve β, için SRS, RSS ve ENRSS'ne dayalı EÇO tahmin edicileri önerilecektir.

4.1. SRS Altında EÇO Tahmini

$X_1, X_2, \dots, X_n$ Chen dağılımından alınan n birimlik rasgele örneklem olmak üzere, bu örnekleme ilişkin olabilirlik ve log-olabilirlik fonksiyonları;

$$L(\lambda, \beta | x) = \prod_{i=1}^{n} f(x_i | \lambda, \beta)$$

$$= \prod_{i=1}^{n} \lambda {x_i}^{\beta-1}\beta exp({x_i}^\beta) exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_i}^\beta}\right)\right), \tag{5}$$

$$l(\lambda, \beta | x) = \sum_{i=1}^{n} log\left(\lambda {x_i}^{\beta-1}\beta exp({x_i}^\beta) exp\left(\lambda\left(1 - e^{{x_i}^\beta}\right)\right)\right)$$

$$= nlog(\lambda) + nlog(\beta) + (\beta - 1)\sum_{i=1}^{n} x_i + \sum_{i=1}^{n} {x_i}^\beta + \sum_{i=1}^{n} \lambda\left(1 - e^{{x_i}^\beta}\right), \tag{6}$$

şeklinde elde edilir.

λ ve β parametrelerinin EÇO tahmin edicileri,

$$\frac{dl(\lambda,\beta|x)}{d\lambda} = 0 \quad \text{ve} \quad \frac{dl(\lambda,\beta|x)}{d\beta} = 0,$$

eşitlikleri sonucunda elde edilen lineer olmayan denklem sistemlerinin çözümü ile elde edilecektir. Ancak bu lineer denklem sistemlerinin çözümü oldukça zordur. Bunu için nümerik yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu çalışmada nümerik yöntemlerden Nelder-Mead optimizasyon yöntemi tercih edilmiştir.

4.2. RSS Altında EÇO Tahmini

$X_{[i]j}$, j'ninci döngüde Chen(λ,β) dağılımından alınan m boyutlu i'ninci kümedeki i'ninci sıra istatistiği olsun. Burada $i = 1, \dots, m$ ve $j = 1, \dots, r$'dir. m küme büyüklüğü ve r tekrar sayısı olmak üzere $X_{[i]j}$ Chen(λ,β) dağılımından alınan n=mr büyüklüğünde sıralı küme örneklemini oluşturur. $X_{[i]j}$'nin oyf aşağıdaki gibi yazılır;

$$f_{X_{[i]j}}(X_{[i]j}) = \frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}\left[F(X_{[i]j})\right]^{i-1}\left[1 - F(X_{[i]j})\right]^{m-i} f(X_{[i]j}). \tag{7}$$

Olabilirlik fonksiyonu,

$$L(\lambda,\beta|x_{[i]j}) = \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m} f_{X_{[i]j}}(x_{[i]j})$$

$$= \prod_{j=1}^{r}\prod_{i=1}^{m} C\left[1 - exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{[i]j}{}^{\beta}}\right)\right)\right]^{i-1}\left[exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{[i]j}{}^{\beta}}\right)\right)\right]^{m-i} \tag{8}$$

$$\times\, \lambda x_{[i]j}{}^{\beta-1}\beta exp(x_{[i]j}{}^{\beta}) exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{[i]j}{}^{\beta}}\right)\right),$$

şeklinde elde edilir. Burada $C = \frac{m!}{(i-1)!(m-i)!}$ biçimindedir. Bu durumda log-olabilirlik fonksiyonu;

$$l(\lambda,\beta|x_{[i]j}) = mrlog(C) + \sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{m}(i-1)log\left[-exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{[i]j}{}^{\beta}}\right)\right)\right]$$

$$+\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{m}(m-1)\,\lambda\left(1 - e^{x_{[i]j}{}^{\beta}}\right)$$

$$+\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{m}\left(\log(\lambda) + (\beta-1)log(x_{[i]j}) + \log(\beta)\right) + x_{[i]j}{}^{\beta} + \lambda\left(1 - e^{x_{[i]j}{}^{\beta}}\right) \tag{9}$$

şeklinde elde edilir.

λ ve β parametrelerinin EÇO tahmin edicileri,

$$\frac{dl(\lambda,\beta|x_{[i]j})}{d\lambda} = 0 \quad \text{ve} \quad \frac{dl(\lambda,\beta|x_{[i]j})}{d\beta} = 0,$$

eşitlikleri sonucunda elde edilen lineer olmayan denklemlerin çözülmesiyle elde edilir. Bunu için nümerik bir yöntem olan Nelder-Mead optimizasyon yöntemi kullanılmıştır.

4.3. ENRSS Altında EÇO Tahmini

m küme büyüklüğü olmak üzere, $x_{(t_i)}, i = 1, \dots, m$ extended neoteric küme örneklemesi olsun. Olabilirlik ve log-olabilirlik fonksiyonları,

$$L(\lambda, \beta | x_{(t_i)}) = \prod_{i=1}^{m} f(x_{(t_i)}) \prod_{i=1}^{m+1} [F(x_{(t_i)}) - F(x_{(t_{i-1})})]^{(t_i - t_{i-1} - 1)}$$

$$= \prod_{i=1}^{m} \lambda x_{(t_i)}{}^{\beta-1} \beta exp(x_{(t_i)}{}^{\beta}) exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{(t_i)}{}^{\beta}}\right)\right)$$

$$\times \prod_{i=1}^{m+1} \left[\left(1 - exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{(t_i)}{}^{\beta}}\right)\right)\right) - \left(1 - exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{(t_{i-1})}{}^{\beta}}\right)\right)\right)\right]^{(t_i - t_{i-1} - 1)},$$

(10)

$$l(\lambda, \beta | x_{(t_i)}) = mlog(\lambda) + mlog(\beta) + (\beta - 1) \sum_{i=1}^{m} x_{(t_i)} + x_{(t_i)}{}^{\beta} + \lambda\left(1 - e^{x_{(t_i)}{}^{\beta}}\right)$$

$$+ \sum_{i=1}^{m+1} (t_i - t_{i-1} - 1) log \left[\left(1 - exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{(t_i)}{}^{\beta}}\right)\right)\right) - \left(1 - exp\left(\lambda\left(1 - e^{x_{(t_{i-1})}{}^{\beta}}\right)\right)\right)\right],$$

şeklinde elde edilir. λ ve β parametrelerinin, ENRSS altonda EÇO tahmin edicileri,

$$\frac{dl(\lambda, \beta | x_{(t_i)})}{d\lambda} = 0 \quad \text{ve} \quad \frac{dl(\lambda, \beta | x_{(t_i)})}{d\beta} = 0,$$

eşitliklerin çözülmesiyle elde edilir. Burada da nümerik yöntemlerden Nelder-Mead optimizasyon yöntemi kullanılmıştır.

5. Simülasyon çalışması ve değerlendirme

Bu bölümde, RSS ve ENRSS tasarımlarının tahmin performanslarını karşılaştırmak amacıyla 10000 tekrarlı Monte Carlo simülasyon çalışması yapılmıştır. Veriler Chen dağılımının farklı parametre değerleri $(\lambda, \beta) = (1,1;2,2;2,0.5;0.5,2)$ altında üretilmiştir. n=12,24,36 olacak şekilde farklı küme çapı ve tekrar sayıları kullanılmıştır. Simülasyon algoritması aşağıda verildiği gibidir:

SRS için:

1. 10000 tekrarlı n=12,24,36 çaplı örnekler Chen dağılımının farklı parametre değerleri ($\lambda, \beta) = (1,1;2,2;2,0.5;0.5,2)$ için üretilir.

2. Her bir parametre tahmini için yan ve HKO değerleri elde edilmiştir.

RSS için:

1. 10000 tekrar için bölüm 2'de açıklanan RSS örnek seçim yöntemlerine dayalı olarak küme çapı m=3,4,6 ve tekrar sayısı r=2,3,4,6,8,9,12 kullanılarak Chen dağılımının farklı parametre değerleri $(\lambda, \beta) = (1,1), (2,2), (2,0.5), (0.5,2)$ altında RSS örnekleri oluşturulur.

2. SRS tahmin edicileri ile karşılaştırma için her bir parametre tahminine ilişkin yan ve HKO değerleri elde edilmiştir.

ENRSS için:

1.10000 tekrar için bölüm 3'te açıklanan ENRSS örnek seçim yöntemlerine dayalı olarak küme çapı m=3,4,6 ve tekrar sayısı r=2,3,4,6,8,9,12 kullanılarak Chen dağılımının farklı parametre değerleri $(\lambda, \beta) = (1,1), (2,2), (2,0.5), (0.5,2)$ altında ENRSS örnekleri oluşturulur.

2. SRS tahmin edicileri ile karşılaştırma için her bir parametre tahminine ilişkin yan ve HKO değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 1. Tahmin edicilere ilişkin yan değerleri

$\lambda;\beta$	n	SRS		m;r	RSS		ENRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
1;1	12	0.1760	0.1625	3*4	0.1206	0.1304	0.1869	0.2474
				4*3	0.1049	0.1195	0.1702	0.2362
				6*2	0.0869	0.0993	0.1337	0.2032
	24	0.0669	0.0742	3*8	0.0510	0.0608	0.1352	0.1981
				4*6	0.0449	0.0573	0.1271	0.1920
				6*4	0.0392	0.0481	0.1108	0.1806
	36	0.0393	0.0502	3*12	0.0321	0.0438	0.1226	0.1815
				4*9	0.0282	0.0338	0.1189	0.1770
				6*6	0.0263	0.0335	0.1063	0.1747
2;2	12	0.7591	0.3449	3*4	0.5709	0.2615	0.8151	0.5020
				4*3	0.4614	0.2219	0.7556	0.4390
				6*2	0.3725	0.1911	0.5956	0.4092
	24	0.2715	0.1580	3*8	0.2211	0.1189	0.6075	0.4040
				4*6	0.1915	0.1103	0.5532	0.3940
				6*4	0.1595	0.0925	0.5036	0.3638
	36	0.1697	0.1045	3*12	0.1403	0.0819	0.5362	0.3735
				4*9	0.1216	0.0741	0.5132	0.3671
				6*6	0.1030	0.0612	0.4815	0.3535

Çizelge 2. Tahmin edicilere ilişkin yan değerleri

$\lambda;\beta$	n	SRS		m;r	RSS		ENRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
2;0.5	12	0.7382	0.0811	3*4	0.5483	0.0645	0.8240	0.1243
				4*3	0.4692	0.0569	0.6889	0.1184
				6*2	0.3723	0.0482	0.5951	0.1015
	24	0.2700	0.0388	3*8	0.2121	0.0300	0.6028	0.1004
				4*6	0.1910	0.0268	0.5432	0.0969
				6*4	0.1650	0.0242	0.5049	0.0908

	36	0.1649	0.0246	3*12	0.1312	0.0193	0.5426	0.0941
				4*9	0.1253	0.0181	0.5120	0.0916
				6*6	0.1003	0.0155	0.4778	0.0877
0.5;2	12	0.0284	0.2746	3*4	0.0121	0.2165	0.0025	0.4195
				4*3	0.0055	0.2013	0.0016	0.3674
				6*2	0.0022	0.1741	0.0063	0.3450
	24	0.0096	0.1272	3*8	0.0047	0.1016	0.0035	0.3409
				4*6	0.0025	0.0980	0.0055	0.4946
				6*4	0.0022	0.0832	0.0092	0.3145
	36	0.0065	0.0799	3*12	0.0024	0.0674	0.0093	0.3118
				4*9	0.0025	0.0617	0.0084	0.3110
				6*6	0.0008	0.0544	0.0077	0.3000

Çizelge 3. Tahmin edicilere ilişkin HKO değerleri

$\lambda;\beta$	n	SRS		m;r	RSS		ENRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
1;1	12	0.4154	0.1407	3*4	0.1770	0.1074	0.1286	0.1061
				4*3	0.1240	0.0929	0.1131	0.0831
				6*2	0.0893	0.0705	0.0516	0.0629
	24	0.0694	0.0456	3*8	0.0439	0.0367	0.0433	0.0329
				4*6	0.0347	0.0334	0.0289	0.0273
				6*4	0.0268	0.0269	0.0269	0.0225
	36	0.0374	0.0261	3*12	0.0230	0.0216	0.0214	0.0196
				4*9	0.0190	0.0182	0.0168	0.0144
				6*6	0.0153	0.0156	0.0106	0.0111
2;2	12	5.9981	0.6193	3*4	4.8401	0.4584	1.6418	0.4262
				4*3	2.0196	0.3675	1.2957	0.2503
				6*2	1.1909	0.2958	0.6460	0.2607
	24	0.6055	0.2119	3*8	0.4624	0.1580	0.3909	0.1444
				4*6	0.3613	0.1392	0.2669	0.1269
				6*4	0.2653	0.1131	0.2410	0.1057
	36	0.2925	0.1200	3*12	0.2238	0.0949	0.1812	0.0927
				4*9	0.1930	0.0833	0.1871	0.0806
				6*6	0.1493	0.0690	0.1396	0.0635

Çizelge 4. Tahmin edicilere ilişkin HKO değerleri

$\lambda;\beta$	n	SRS		m;r	RSS		ENRSS	
		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$		$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$	$\hat{\lambda}$	$\hat{\beta}$
2;0.5	12	7.2224	0.0365	3*4	2.8018	0.0276	1.6864	0.0267
				4*3	1.7620	0.0233	1.6319	0.0209
				6*2	1.1122	0.0185	0.6438	0.0161

	24	0.5860	0.0128	3*8	0.4346	0.0097	0.3894	0.0065
				4*6	0.3858	0.0090	0.3776	0.0083
				6*4	0.2777	0.0073	0.2777	0.0069
	36	0.2824	0.0073	3*12	0.2157	0.0059	0.1868	0.0051
				4*9	0.1955	0.0053	0.1876	0.0046
				6*6	0.1532	0.0044	0.1451	0.0035
0.5;2	12	0.0433	0.4071	3*4	0.0191	0.3044	0.0147	0.2833
				4*3	0.0138	0.2707	0.0119	0.2540
				6*2	0.0099	0.2163	0.0062	0.1781
	24	0.0162	0.1310	3*8	0.0076	0.1052	0.0064	0.0934
				4*6	0.0062	0.0979	0.0055	0.0854
				6*4	0.0043	0.0785	0.0030	0.0773
	36	0.0097	0.0762	3*12	0.0049	0.0630	0.0043	0.0567
				4*9	0.0039	0.0573	0.0035	0.0517
				6*6	0.0028	0.0469	0.0020	0.0418

Yapılan Monte Carlo simülasyon çalışmasında örnek çapı arttıkça elde edilen yan değerlerinin ve HKO değerlerinin düştüğü görülmüştür. En düşük yan değerlerinin RSS tasarımı altında elde edildiği görülürken en düşük HKO değerlerinin ENRSS tasarımı ile elde edildiği görülmüştür.

KAYNAKÇA

[1] McIntyre GA. A method for unbiased selective sampling, using ranked sets. Australian Journal of Agricultural Research, 3(4):385-390, 1952.

[2] Takahasi K, Wakimoto K. On unbiased estimates of the population mean based on the sample stratified by means of ordering. Annals of The Institute of Statistical Mathematics, 20(1):1-31,1968.

[3] Dell TR, Clutter JL. Ranked set sampling theory with order statistics background. Biometrics, 545-555,1972.

[4] Samawi, H.M., Ahmed, M.S., Abu-Dayyeh, W. Estimating the population mean using extreme ranked set sampling. Biometrical Journal, 38(5), 577-586,1996.

[5] Muttlak, H. Median ranked set sampling. J Appl Stat Sci, 6, 245-255,1997.

[6] Al-Saleh, M.F., Al-Hadrami, S.A., Parametric estimation for the location parameter for symmetric distributions using moving extremes ranked set sampling with application to trees data, Environmetrics: The official journal of the International Environmetrics Society, 14(7), 651-664, 2003.

[7] Zamanzade, E., Al-Omari, A. I. New ranked set sampling for estimating the population mean and variance. Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics, 45(6), 1891-1905,2016.

[8] Taconeli, C. A., Cabral, A. D. S. New two-stage sampling designs based on neoteric ranked set sampling. Journal of Statistical Computation and Simulation, 89(2), 232-248,2019.

[9] Esemen, M., Gürler, S., Parameter estimation of generalized Rayleigh distribution based on ranked set sample. Journal of Statistical Computation and Simulation, 88(4), 615, 2018.

[10] Samuh, M.H., Al-Omari, A.I., Koyuncu, N., Estimation of the Parameters of the New Weibull-Pareto Distribution Using Ranked Set Sampling. Statistica, 80(1), 103, 2020.

[11] Joukar, A., Ramezani, M., MirMostafaee, S.M.T.K., Parameter estimation for the exponential-Poisson distribution based on ranked set samples. Communications in Statistics-Theory and Methods, 50(3), 560, 2021.

[12] Khamnei, H.J., Meidute-Kavaliauskiene, I., Fathi, M., Valackienė, A., Ghorbani, S., Parameter Estimation of the Exponentiated Pareto Distribution Using Ranked Set Sampling and Simple Random Sampling. Axioms, 11(6), 293, 2022.

[13] Chen, Z. A new two-parameter lifetime distribution with bathtub shape or increasing failure rate function, Statistics & probability letters, 49 (2), 155-161,2000.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

GEOMETRY OF HYPERBOLIC SASAKİAN MANIFOLDS FOR SOME SPECIAL SOLITONS

Doç. Dr. Tuğba MERT
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, tmert@cumhuriyet.edu.tr, 0000-0001-8258-8298
Prof. Dr. Mehmet ATÇEKEN
Aksaray Üniversitesi, mehmetatceken@aksaray.edu.tr, 0000-0002-1242-4359

INTRODUCTION

The concept of Ricci soliton was defined by R.S. Hamilton in 1982 as a semi-similar solution to the Ricci flow equation, defined as,

$$\frac{\partial}{\partial t} g(t) = -2S\big(g(t)\big).$$

where g(t) is a parametric family of metrics on a particular manifold. Given a Riemannian manifold (M,g), the tuple (g,ξ,λ,μ) satisfying the equation

$$L_{\xi} g + 2S + 2\lambda g + 2\mu\eta \otimes \eta = 0,$$

on M is called an η-Ricci soliton, where λ and μ are real constants, η is the dual of the vector field ξ, and S is the Ricci curvature tensor of the manifold M. If λ and μ are smooth functions on M, the tuple (g,ξ,λ,μ) is called an almost η-Ricci soliton.

Ricci solitons have garnered significant interest in recent years and have been studied by many mathematicians. Subsequently, various types of solitons corresponding to solutions of physical problems, such as Yamabe solitons, quasi-Yamabe solitons, Conformal Ricci solitons, and η-Ricci Bourguignon solitons, have been investigated.

On the other hand, hyperbolic Sasakian manifolds are important types of manifolds in geometry, mathematics, and physics. In this study, we have considered Yamabe solitons, quasi-Yamabe solitons, Conformal Ricci solitons, and η-Ricci Bourguignon solitons on hyperbolic Sasakian manifolds. We have provided significant characterizations of Ricci pseudosymmetric and Ricci semi-symmetric hyperbolic Sasakian manifolds.

Key Words: Hyperbolic Sasakian Manifold, Yamabe soliton, quasi-Yamabe soliton, Conformal Ricci soliton.

1 Introduction

The notion of Ricci flow was introduced by Hamilton in 1982. With the help of this concept, Hamilton found the canonical metric on a smooth manifold. Then Ricci flow has become a powerful tool for the study of Riemannian manifolds, especially for those manifolds with positive curvature. Perelman used Ricci flow and it surgery to prove Poincare conjecture in [1],[2]. The Ricci flow is an flow is an evolution equation for metrics on a Riemannian manifold defined as follows:

$$\frac{\partial}{\partial t} g(t) = -2S\big(g(t)\big).$$

A Ricci soliton emerges as the limit of the solitons of the Ricci flow. A solution to the Ricci flow is called Ricci soliton if it moves only by a one parameter group of diffeomorphism and scaling.

During the last two decades, the geometry of Ricci solitons has been the focus of attention of many mathematicians. In particular, it has become more important after Perelman applied Ricci solitons to solve the long standing Poincare conjecture posed in 1904. In [3], Sharma studied the Ricci solitons in contact geometry. Thereafter Ricci solitons in contact metric manifolds have been studied by various authors such as Bagewadi et al. in [4, 5, 6, 7], Bejan and Crasmareanu in [8], Blaga in [9], Chandra et al. in [10], Chen and Deshmukh in [11], Deshmukh et al. in [12], He and Zhu in [13], Atçeken et al. in [14], Nagaraja and Premalatta in [15], Tripathi in [16] and many others.

Later, just like Ricci solitons, soliton types that correspond to the solution of many physical problems such as Yamabe solitons, quasi-Yamabe solitons, Conformal Ricci solitons, η-Ricci Bourguignon solitons began to be examined.

On the other hand, hyperbolic Sasakian manifolds are a very important type of manifold for geometry, mathematics and physics. In this study, we discussed η-Ricci solions, Yamabe solitons, quasi-Yamabe solitons, Conformal Ricci solitons, Ricci Bourguignon solitons, η-Ricci Bourguignon solitons on hyperbolic Sasakian manifolds. For the hyperbolic Sasakian manifold, we have given important characterizations of Ricci pseudosymmetric and Ricci semi-symmetric hyperbolic Sasaskian manifolds.

2 Preliminaries

Let be a $(2n+1)$ −dimensional differentiable manifold M. If it admits a tensor field ϕ of type $(1,1)$, a vector field ξ, a 1-form η satisfying the following conditions;

$$\phi^2 \mathbb{O}_1 = \mathbb{O}_1 + \eta(\mathbb{O}_1)\xi, \eta(\phi) = 0 \tag{1}$$

$$\phi\xi = 0, \eta(\xi) = -1, rank\phi = 2n, \tag{2}$$

for all $\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2, \mathbb{O}_3 \in \chi(M)$, then the (ϕ, ξ, η) is called almost hyperbolic contact structure and (M, ϕ, ξ, η, g) is called almost hyperbolic contact manifold. If the semi-Riemannian metric g of M satisfies the following conditions

$$g(\mathbb{O}_1, \xi) = \eta(\mathbb{O}_1), g(\phi\mathbb{O}_1, \phi\mathbb{O}_2) = -g(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2) - \eta(\mathbb{O}_1)\eta(\mathbb{O}_2), \tag{3}$$

for all $\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2 \in \chi(M)$. From (3) it can easily be seen that

$$g(\phi\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2) + g(\mathbb{O}_1, \phi\mathbb{O}_2) = 0. \tag{4}$$

A $(2n+1)$dimensional almost hyperbolic contact metric manifold M is called hyperbolic Sasakian manifold if it satisfies the following condition

$$(\nabla_{\mathbb{O}_1}\phi)(\mathbb{O}_2) = g(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2)\xi - \eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1, \tag{5}$$

where ∇ stands for the Levi-Civita connection of g. From (5) it is clear that

$$\nabla_{\mathbb{O}_1}\xi = -\phi\mathbb{O}_1, \tag{6}$$

and

$$(\nabla_{\mathbb{O}_1}\eta)\mathbb{O}_2 = -g(\phi\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2) = g(\mathbb{O}_1, \phi\mathbb{O}_2). \tag{7}$$

Lemma 1 *For a $(2n+1)$ −dimensional Hyperbolic Sasakian manifold M the following equations are provided.*

$$R(\xi, \mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2 = g(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2)\xi - \eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1, \tag{8}$$

$$R(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2)\xi = \eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1 - \eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2, \tag{9}$$

$$\eta(R(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2)\mathbb{O}_3) = g(\eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2 - \eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_3) \tag{10}$$

$$S(\mathbb{O}_1, \xi) = 2n\eta(\mathbb{O}_1), \tag{11}$$

$$Q\xi = 2n\xi, \tag{12}$$

for all $\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2 \in \chi(M)$, where R, Q and S are the Riemann curvature tensor, Ricci operator, Ricci curvature tensor of manifold M, respectively.

Let M be a Riemannian manifold, T is $(0,k)$ −type tensor field and A is $(0,2)$ −type tensor field. In this case, Tachibana tensor field $Q(A,T)$ is defined as

$$Q(A,T)(X_1, \dots, X_k; \mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2) = -T\big((\mathbb{O}_1 \wedge_A \mathbb{O}_2)X_1, \dots, X_k\big) -$$

$$\dots - T(X_1, \dots, X_{k-1}, (\mathbb{O}_1 \wedge_A \mathbb{O}_2)X_k),$$

where,

$$(\mathbb{O}_1 \wedge_A \mathbb{O}_2)\mathbb{O}_3 = A(\mathbb{O}_2, \mathbb{O}_3)\mathbb{O}_1 - A(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_3)\mathbb{O}_2,$$

$k \geq 1, X_1, X_2, \dots, X_k, \mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2 \in \Gamma(TM)$.

Now let's calculate the Lie derivative $(L_\xi g)(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2)$, which we will use frequently in later section. Then we have

$$(L_\xi g)(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) = L_\xi g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) - g(L_\xi \mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) - g(\mathbb{O}_1, L_\xi \mathbb{O}_2)$$

$$= \xi g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) - g([\xi,\mathbb{O}_1],\mathbb{O}_2) - g(\mathbb{O}_1,[\xi,\mathbb{O}_2])$$

$$= g(\nabla_{\mathbb{O}_1}\xi,\mathbb{O}_2) + g(\mathbb{O}_1,\nabla_{\mathbb{O}_2}\xi),$$

for all $\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2 \in \Gamma(TM)$. By using ϕ is antisymmetric, we have

$$(L_\xi g)(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) = 0. \tag{13}$$

3 Hyperbolic Sasakian Manifold Admitting Almost η −Ricci Solitons

Precisely, a Ricci soliton on a Riemannian manifold (M,g) is defined as a triple (g,ξ,λ) on M satisfying

$$L_\xi g + 2S + 2\lambda g = 0,$$

where L_ξ is the Lie derivative operator along the vector field ξ and λ is a real constant. We note that if ξ is a Killing vector field, then the Ricci soliton reduces to an Einstein metric (g,λ). Futhermore, in [17], generalization is the notion of η −Ricci soliton defined by J.T. Cho and M. Kimura as a quadruple (g,ξ,λ,μ) satisfying

$$L_\xi g + 2S + 2\lambda g + 2\mu\eta \otimes \eta = 0, \tag{14}$$

where λ and μ are real constants and η is the dual of ξ and S denotes the Ricci tensor of M. Furthermore if λ and μ are smooth functions on M, then it called almost η −Ricci soliton on M [17].

Suppose the quartet (g,ξ,λ,μ) is almost η −Ricci soliton on manifold M. Then,

- If $\lambda < 0$, then M is shrinking.
- If $\lambda = 0$, then M is steady.
- If $\lambda > 0$, then M is expanding.

Now let's assume that (g,ξ,λ,μ) is almost an η −Ricci soliton on the hyperbolic Sasakian manifold. Thus, in a hyperbolic Sasakian manifolds, from (13) and (14), we have

$$S(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) = -\lambda g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) - \mu\eta(\mathbb{O}_1)\eta(\mathbb{O}_2). \tag{15}$$

Thus we can state the following theorem.

Theorem 1 *A $(2n+1)$-dimensional hyperbolic Sasakian manifold admitting almost η -Ricci soliton is the η-Einstein manifold.*

For $\mathbb{O}_2 = \xi$ in (15), this implies that

$$S(\xi,\mathbb{O}_1) = (\mu-\lambda)\eta(\mathbb{O}_1). \tag{16}$$

Taking into account of (11) and (16), we conclude that

$$\mu - \lambda = 2n. \tag{17}$$

Definition 1 *Let M be an $(2n+1)$ −dimensional hyperbolic Sasakian manifold. If $R \cdot S$ and $Q(g,S)$ are linearly dependent, then the M is said to be* ***Ricci pseudosymmetric****.*

In this case, there exists a function H_1 on M such that

$$R \cdot S = H_1 Q(g,S).$$

In particular, if $H_1 = 0$, the manifold M is said to be **Ricci semisymmetric**.

Let us now investigate the Ricci pseudosymmetric case of the $(2n+1)$ −dimensional hyperbolic Sasakian manifolds.

Theorem 2 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g,ξ,λ,μ) be almost $\eta-$ Ricci soliton on M. If M is a Ricci pseudosymmetric, then M is either a shrinking or $H_1 = 1$.* [18]

We can give the results obtained from this theorem as follows.

Corollary 1 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g,ξ,λ,μ) be almost $\eta-$ Ricci soliton on M. If M is a Ricci semisymmetric, then M is a shrinking [18].*

Corollary 2 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g,ξ,λ,μ) be almost $\eta-$ Ricci soliton on M. If M is a Ricci semisymmetric or Ricci pseudosymmetric, then almost η-Ricci soliton on M reduces to the almost Ricci soliton [18].*

4 Hyperbolic Sasakian Manifold Admitting Yamabe Solitons

A Yamabe soliton on a Riemannian manifold (M,g) is defined as a triple (g,ξ,τ) on M satisfying

$$\frac{1}{2}L_\xi g = (r-\tau)g, \tag{18}$$

where L_ξ is the Lie derivative operator along the vector field ξ, r is scalar curveture of M and τ is a real constant.

Suppose the quartet (g,ξ,τ) is Yamabe soliton on manifold M. Then,

- If $\tau < 0$, then M is shrinking.
- If $\tau = 0$, then M is steady.
- If $\tau > 0$, then M is expanding.

Now let's assume that (g,ξ,τ) is Yamabe soliton on the hyperbolic Sasakian manifold. Thus, in a hyperbolic Sasakian manifolds, from (13) and (18) we have

$$(r-\tau)g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) = 0.$$

Thus we can state the following theorem.

Theorem 3 *Let M be a $(2n+1)$ dimensional hyperbolic Sasakian manifold. If M is a manifold admitting the Yamabe soliton (g,ξ,τ), the scalar curvature of M is τ.*

We can give a result of this theorem as follows.

Corollary 3 *Let M be a $(2n+1)$ dimensional hyperbolic Sasakian manifold and (g,ξ,τ) be a Yamabe soliton on M. In this case the following is provided:*

i) If M is a manifold with positive scalar curvature, M is expanding.

ii) If M is a manifold with negative scalar curvature, M is shrinking.

iii) If M is a manifold with zero scalar curvature, M is steady.

5 Hyperbolic Sasakian Manifold Admitting Quasi-Yamabe Solitons

A quasi-Yamabe soliton on a Riemannian manifold (M,g) is defined as a quaternary (g,ξ,τ,μ) on M satisfying

$$\frac{1}{2}L_\xi g = (r-\tau)g + \mu\eta\otimes\eta, \tag{19}$$

where L_ξ is the Lie derivative operator along the vector field ξ, r is scalar curveture of M, μ is a real-valued smooth function and τ is a real constant.

In particular, if $\mu = 0$, the quasi-Yamabe soliton reduces to the Yamabe soliton.

Now let's assume that (g,ξ,τ,μ) is quasi-Yamabe soliton on the hyperbolic Sasakian manifold. Thus, in a hyperbolic Sasakian manifolds, from (13) and (19) we have

$$(r-\tau)g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) + \mu\eta(\mathbb{O}_1)\eta(\mathbb{O}_2) = 0. \tag{20}$$

If we choose $\mathbb{O}_1 = \xi$ in (20) and use $(2),(3)$, we have

$$(r-\tau-\mu)\eta(\mathbb{O}_2) = 0.$$

Thus we can state the following theorem.

Theorem 4 *Let M be a $(2n+1)$ dimensional hyperbolic Sasakian manifold. If (g,ξ,τ,μ) is a quasi-Yamabe soliton on the M manifold, then M is a manifold with $(\tau+\mu)-$ scalar curvature.*

Corollary 4 *Let M be a $(2n+1)$ dimensional hyperbolic Sasakian manifold and (g,ξ,τ,μ) be a quasi-Yamabe soliton on M. In this case the following is provided:*

i) If $r-\mu > 0$, then M is expanding.

ii) If $r-\mu < 0$, then M is shrinking.

iii) If $\boldsymbol{r-\mu=0}$, then $\boldsymbol{M}$ is steady.

6 Hyperbolic Sasakian Manifold Admitting Conformal Ricci Solitons

A Conformal Ricci soliton on a Riemannian manifold (M,g) is defined as a triple (g,ξ,τ) on M satisfying

$$L_\xi g + 2S = \left[2\tau - \left(\rho + \frac{2}{2n+1}\right)\right]g, \tag{25}$$

where L_ξ is the Lie derivative operator along the vector field ξ, ρ is a conformal pressure and τ is a real constant.

The conformal Ricci flow equations are analogous to the Navier-Stokes equations of fluid mechanics and because of this analogy, the timedependent scalar field ρ is called a conformal pressure and as for the real physical pressure in fluid mechanics that serves to maintain the incompressibilty of the fluid, the conformal pressure serves as a Lagrange multiplier to conformally deform the metric flow so as to maintain the scalar curvature constraint.

Suppose the (g,ξ,τ) is conformal Ricci soliton on manifold M. Then,

- If $\tau < 0$, then M is shrinking.
- If $\tau = 0$, then M is steady.
- If $\tau > 0$, then M is expanding.

Now let's assume that (g,ξ,τ) is conformal Ricci soliton on the hyperbolic Sasakian manifold. Thus, in a hyperbolic Sasakian manifolds, from (13) and (21) we have

$$S(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) = \left[\tau - \left(\frac{\rho}{2} + \frac{1}{2n+1}\right)\right] g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2). \tag{22}$$

Thus we can state the following theorem.

Theorem 5 *A $(2n+1)$-dimensional hyperbolic Sasakian manifold admitting conformal Ricci soliton is an Einstein manifold.*

For $\mathbb{O}_2 = \xi$ in (26), this implies that

$$S(\xi,\mathbb{O}_1) = \left[\tau - \left(\frac{\rho}{2} + \frac{1}{2n+1}\right)\right] \eta(\mathbb{O}_1). \tag{23}$$

Taking into account of (11) and (23) we conclude that

$$\tau = 2n + \left(\frac{\rho}{2} + \frac{1}{2n+1}\right). \tag{24}$$

Let us now investigate the Ricci pseudosymmetric and Ricci semisymmetric case of the $(2n+1)$ −dimensional hyperbolic Sasakian manifolds admitting conformal Ricci solitons.

Theorem 6 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g,ξ,τ) be conformal Ricci soliton on M. If M is a Ricci pseudosymmetric, then $H_2 = 1$ or $\tau = \frac{(2n+1)(\rho+4n)+2}{2(2n+1)}$.*

Proof. Let's assume that hyperbolic Sasakian manifold M be Ricci pseudosymmetric and (g,ξ,τ) be conformal Ricci soliton on hyperbolic Sasakian manifold M. That's mean

$$(R(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2)\cdot S)(\mathbb{O}_4,\mathbb{O}_5) = H_2 Q(g,S)(\mathbb{O}_4,\mathbb{O}_5;\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2),$$

for all $\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2,\mathbb{O}_4,\mathbb{O}_5 \in \Gamma(TM)$. From the last equation, we can easily write

$$S(R(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_4,\mathbb{O}_5) + S(\mathbb{O}_4,R(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_5)$$

$$= H_2\left\{S\left((\mathbb{O}_1 \wedge_g \mathbb{O}_2)\mathbb{O}_4,\mathbb{O}_5\right) + S\left(\mathbb{O}_4,(\mathbb{O}_1 \wedge_g \mathbb{O}_2)\mathbb{O}_5\right)\right\}. \tag{25}$$

If we choose $\mathbb{O}_5 = \xi$ in (25) we get

$$S(R(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_4,\xi) + S(\mathbb{O}_4,R(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2)\xi)$$
$$= H_2\{S(g(\mathbb{O}_2,\mathbb{O}_4)\mathbb{O}_1 - g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_4)\mathbb{O}_2,\xi) \tag{26}$$
$$+S(\mathbb{O}_4,\eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1 - \eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2)\}.$$

If we make use of $(8),(10)$ and (11) in (26) we have

$$2ng(\eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2 - \eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_4) + S(\mathbb{O}_4,\eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1 - \eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2)$$
$$= H_2\{2ng(\eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2 - \eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_4) \tag{27}$$
$$+S(\mathbb{O}_4,\eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1 - \eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2)\}.$$

If we use (22) in (27) , we get

$$\left\{\left[\tau - \left(\frac{\rho}{2} + \frac{1}{2n+1}\right)\right] - 2n\right\}(1-H_2)g(\eta(\mathbb{O}_2)\mathbb{O}_1 - \eta(\mathbb{O}_1)\mathbb{O}_2,\mathbb{O}_4) = 0.$$

This completes the proof.

We can give the result obtained from this theorem as follows.

Corollary 5 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g,ξ,τ) be conformal Ricci soliton on M. If M is a Ricci semisymmetric or Ricci pseudosymmetric, then M is an expanding.*

7 Hyperbolic Sasakian Manifold Admitting Ricci Bourguignon Solitons

A Ricci Bourguignon soliton on a (semi) Riemannian manifold (M,g) is defined as a triple (g,ξ,λ) on M satisfying

$$L_\xi g + 2S + 2(\lambda - \rho r)g = 0, \tag{28}$$

where L_ξ is the Lie derivative operator along the vector field ξ and λ is a real constant.

Suppose the (g,ξ,λ) is Ricci Bourguignon soliton on manifold M. Then,

- If $\lambda < 0$, then M is shrinking.
- If $\lambda = 0$, then M is steady.
- If $\lambda > 0$, then M is expanding.

Now let's assume that (g,ξ,λ) is Ricci Bourguignon soliton on the hyperbolic Sasakian manifold. Thus, in a hyperbolic Sasakian manifolds, from (13) and (28) we have

$$S(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2) = [\rho r - \lambda]g(\mathbb{O}_1,\mathbb{O}_2). \tag{29}$$

Thus we can state the following theorem.

Theorem 7 *A $(2n+1)$-dimensional hyperbolic Sasakian manifold admitting Ricci Bourguignon soliton is an Einstein manifold.*

For $\mathbb{O}_2 = \xi$ in (29) this implies that

$$S(\xi, \mathbb{O}_1) = (\rho r - \lambda)\eta(\mathbb{O}_1). \tag{30}$$

Taking into account of (11) and (30) we conclude that

$$\rho r - \lambda = 2n. \tag{31}$$

Let us now investigate the Ricci pseudosymmetric and Ricci semisymmetric case of the $(2n+1)$ −dimensional hyperbolic Sasakian manifolds admitting Ricci Bourguignon solitons.

Theorem 8 *Let M be a $(2n+1)$ dimensional hyperbolic Sasakian manifold. If (g, ξ, λ) is a Ricci Bourguignon soliton on the M manifold, then M is a Ricci semisymmetric manifold.*

Proof. The proof of the theorem can be easily done similar to the proofs above.

Corollary 6 *Let M be a $(2n+1)$ dimensional hyperbolic Sasakian manifold and (g, ξ, λ) be a Ricci Bourguignon soliton on M. If M is a Ricci semisymmetric manifold, then the following is provided:*

i) If $\rho r > 2n$, then M is expanding.
ii) If $\rho r < 2n$, then M is shrinking.
iii) If $\rho r = 2n$, then M is steady

8 Hyperbolic Sasakian Manifold Admitting η-Ricci Bourguignon Solitons

A Ricci Bourguignon soliton on a (semi) Riemannian manifold (M, g) is defined as a triple (g, ξ, λ) on M satisfying

$$L_\xi g + 2S + 2(\lambda - \rho r)g = 0,$$

where L_ξ is the Lie derivative operator along the vector field ξ and λ is a real constant. Futhermore, generalization is the notion of η −Ricci Bourguignon soliton defined by Aubin as a quadruple (g, ξ, λ, w) satisfying

$$L_\xi g + 2S + 2(\lambda - \rho r)g + 2w\eta \otimes \eta = 0, \tag{32}$$

where λ and w are real constants and η is the dual of ξ and S denotes the Ricci tensor of M.

Now let's assume that (g, ξ, λ, w) is η-Ricci Bourguignon soliton on the hyperbolic Sasakian manifold. Thus, in a hyperbolic Sasakian manifolds, from (13) and (32) we have

$$S(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2) = (\rho r - \lambda)g(\mathbb{O}_1, \mathbb{O}_2) - w\eta(\mathbb{O}_1)\eta(\mathbb{O}_2). \tag{33}$$

Thus we can state the following theorem [19].

Theorem 9 *A $(2n+1)$-dimensional hyperbolic Sasakian manifold admitting η-Ricci Bourguignon soliton is an η-Einstein manifold.*

For $\mathbb{O}_2 = \xi$ in (37), this implies that

$$S(\xi, \mathbb{O}_1) = (\rho r - \lambda + w)\eta(\mathbb{O}_1). \tag{34}$$

Taking into account of (11) and (34) we conclude that

$$\lambda - w = \rho r - 2n. \tag{35}$$

Let us now investigate the Ricci pseudosymmetric and Ricci semisymmetric case of the $(2n+1)$ −dimensional hyperbolic Sasakian manifolds admitting η-Ricci Bourguignon solitons [19].

Theorem 10 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g, ξ, λ, w) be almost $\eta -$ Ricci Bourguignon soliton on M. If M is a Ricci pseudosymmetric, $\lambda = \rho r - 2n$ or $H_3 = 1$.*

We can give the results obtained from this theorem as follows [19].

Corollary 7 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g, ξ, λ, w) be almost $\eta -$ Ricci Bourguignon soliton on M. If M is a Ricci pseudosymmetric, η-Ricci Bourguignon soliton (g, ξ, λ, w) reduces to Ricci Bourguignon soliton (g, ξ, λ).*

Corollary 8 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g, ξ, λ, w) be almost $\eta -$ Ricci Bourguignon soliton on M. If M is a Ricci pseudosymmetric, then we can make the following classification:*

i) M is expanding if $\rho r > 2n$.
ii) M is steady if $\rho r = 2n$.
iii) M is shrinking if $\rho r < 2n$.

Corollary 9 *Let M be hyperbolic Sasakian manifold and (g, ξ, λ, w) be almost $\eta -$ Ricci Bourguignon soliton on M. If M is a Ricci semisymmetric, then we can make the following classification:*

i) M is expanding if $\rho r > 2n$.
ii) M is steady if $\rho r = 2n$.
iii) M is shrinking if $\rho r < 2n$.

References

[1] G. Perelman, The entropy formula for the Ricci flow and its geometric applications,http://arXiv.org/abs/math/0211159, 2002, 1–39.

[2] G. Perelman, Ricci flow with surgery on three manifolds, http://arXiv.org/abs/math/0303109, 2003, 1–22.

[3] R. Sharma, Certain results on k-contact and (k, μ)-contact manifolds, J. Geom., 89 (2008),138–147.

[4] S. R. Ashoka, C. S. Bagewadi and G. Ingalahalli, Certain results on Ricci Solitons in α −Sasakian manifolds, Hindawi Publ. Corporation, Geometry, Vol.(2013), Article ID 573925,4 Pages.

[5] S. R. Ashoka, C. S. Bagewadi and G. Ingalahalli, A geometry on Ricci solitons in (LCS)nmanifolds, Diff. Geom.-Dynamical Systems, 16 (2014), 50–62.

[6] C. S. Bagewadi and G. Ingalahalli, Ricci solitons in Lorentzian-Sasakian manifolds, Acta Math. Acad. Paeda. Nyire., 28 (2012), 59-68.

[7] G. Ingalahalli and C. S. Bagewadi, Ricci solitons in α −Sasakian manifolds, ISRN Geometry,Vol.(2012), Article ID 421384, 13 Pages.

[8] C. L. Bejan and M. Crasmareanu, Ricci Solitons in manifolds with quasi-contact curvature, Publ. Math. Debrecen, 78 (2011), 235-243.

[9] A. M. Blaga, η −Ricci solitons on para-kenmotsu manifolds, Balkan J. Geom. Appl., 20 (2015), 1–13.

[10] S. Chandra, S. K. Hui and A. A. Shaikh, Second order parallel tensors and Ricci solitons on $(LCS)_n$-manifolds, Commun. Korean Math. Soc., 30 (2015), 123–130.

[11] B. Y. Chen and S. Deshmukh, Geometry of compact shrinking Ricci solitons, Balkan J. Geom. Appl., 19 (2014), 13–21.

[12] S. Deshmukh, H. Al-Sodais and H. Alodan, A note on Ricci solitons, Balkan J. Geom. Appl.,16 (2011), 48–55.

[13] C. He and M. Zhu, Ricci solitons on Sasakian manifolds, arxiv:1109.4407V2, [Math DG], (2011).

[14] M. Atçeken, T. Mert and P. Uygun, Ricci-Pseudosymmetric $(LCS)_n$ −manifolds admitting almost η −Ricci solitons, Asian Journal of Math. and Computer Research, 29(2), 23-32,2022.

[15] H. Nagaraja and C. R. Premalatta, Ricci solitons in Kenmotsu manifolds, J. Math. Analysis, 3(2) (2012), 18–24.

[16] M. M. Tripathi, Ricci solitons in contact metric manifolds, arxiv:0801,4221 V1, [Math DG], (2008).

[17] Cho J.T., Kimura M. Ricci solitons and real hypersurfaces in a complex space form. Tohoku Math. J. 2009:61(2);205-212.

[18] T. Mert, M. Atçeken, On hyperbolic Sasakian manifolds admitting almost η-Ricci solitons, 7th Hagıa Sophia Internatıonal Conference on Multidisciplinary Scientific Studies, February 3-5, 2024.

[19] T. Mert, M. Atçeken, Hyperbolic Sasakian manifolds admitting η-Ricci Bourguignon solitons, Anadolu 14 th International Conference on Applied Sciences, February 16-18, 2024.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

VERİ ARTIRIM TEKNİKLERİNİN DENGESİZ MEME KANSERİ TEŞHİS VERİ SETİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: GAUS GÜRÜLTÜ VE SMOTE METODLARININ MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİ ÜZERİNDEKİ PERFORMANS ANALİZİ

Dr, Melih AĞRAZ

Giresun Üniversitesi, melih.agraz@giresun.edu.tr-0000-0002-6597-7627

Dr, Hasan Hüseyin GÜL

Giresun Üniversitesi, hasan.huseyin@giresun.edu.tr -- 0000-0001-9905-8605

ÖZET

Bu çalışma, dengesiz bir meme kanseri teşhis veri setinde, Gauss Gürültüsü ekleme ve Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) uygulaması gibi veri artırma tekniklerinin, çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının sınıflandırma performansları üzerine etkilerini kapsamlı olarak incelemektedir. Değerlendirme, algoritmaların doğruluk (accuracy), duyarlılık (sensitivity), özgüllük (specificity) ve F1 skoru gibi temel performans metrikleri üzerinden yapılmıştır. Araştırma kapsamında Karar Ağacı Sınıflandırıcı (Decision Tree Classifier), K En Yakın Komşu (KNN) ve Gradyan Artırma (Gradient Boosting) algoritmaları detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Gaussian Gürültüsü ve SMOTE'un model performansı üzerinde belirgin ve farklı etkileri olduğunu göstermektedir. Gaussian Gürültüsü ile veri setine eklenen stokastik varyasyonlar, özellikle Gradyan Artırma modelinin özgüllük performansını, yani modelin negatif sınıfı doğru tahmin etme yeteneğini %99.07 gibi dikkate değer bir orana yükseltmiştir. Bu, bu tür gürültülü veri artırma tekniklerinin, modelin genelleme yeteneğini artırdığını ve aşırı uyuma (overfitting) karşı dirençli hale getirebileceğini düşündürmektedir. Sonuçlar ayrıca, veri artırma tekniklerinin kullanımının, doğru bir şekilde uygulandığında, makine öğrenmesi modellerinin dengesiz veri setleri üzerindeki performansını önemli ölçüde iyileştirebileceğini göstermiştir. Bu çalışma, özellikle tıbbi tanı gibi yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalar için, veri ön işleme ve model seçim süreçlerinin optimize edilmesinde veri artırma tekniklerinin stratejik kullanımının önemini vurgulamaktadır. Meme kanseri teşhisi gibi yaşamı tehdit eden durumların tespitinde, bu tür tekniklerin kullanımı, modellerin duyarlılığını ve özgüllüğünü artırarak doğru ve güvenilir teşhisler konulmasına katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler : Makine Öğrenmesi, Veri Arttırımı , Meme Kanseri

1. GİRİŞ

Meme kanseri, dünya genelinde kadınlar arasında en yaygın görülen kanser türlerinden biridir [1,2]. Erken teşhis, tedavi başarısını önemli ölçüde artırırken, geç veya yanlış teşhis hastalığın ilerlemesine ve tedavi şansının azalmasına neden olabilmektedir. Bu bağlamda, bilgisayar destekli tanı sistemlerinin geliştirilmesi, doktorlara yardımcı olmak ve teşhis sürecini iyileştirmek için büyük bir önem taşımaktadır. Günümüzde yapay zeka ve makine öğrenimi teknikleri, tıbbi görüntü işleme ve hastalık teşhisi alanlarında devrim yapmaktadır. Bu teknikler, büyük veri kümelerinden karmaşık desenleri öğrenerek, kanser gibi hastalıkların teşhisinde yüksek doğruluk oranlarına ulaşmayı vaat etmektedir.

Ancak, makine öğrenimi modellerinin eğitimi ve validasyonu sırasında karşılaşılan zorluklardan biri, dengesiz veri dağılımlarıdır. Gerçek dünya veri kümeleri genellikle dengesizdir; yani, bir sınıf diğerlerine göre daha az örneğe sahiptir. Bu durum, modelin çoğunluk sınıfını öğrenme eğiliminde olmasına ve azınlık sınıfını göz ardı etmesine neden olabilir. Dengesiz veri kümeleriyle başa çıkmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir ve bunlardan biri de Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) olarak bilinir. SMOTE, azınlık sınıfından yeni sentetik örnekler üreterek veri setinin dengelenmesine yardımcı olur. Bir diğer önemli konu ise, makine öğrenimi modellerinin gerçek dünya verilerindeki gürültüye karşı duyarlılığıdır. Gürültü, veri toplama sürecinde meydana gelebilecek rastgele hatalar veya ölçüm yanlışlıkları olarak tanımlanabilir. Modellerin bu tür gürültülü verilere karşı robust olması, teşhisin doğruluğunu artırmada kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, eğitim sürecinde gürültülü verilere maruz bırakılarak modellerin robustluğunun artırılması hedeflenmektedir.

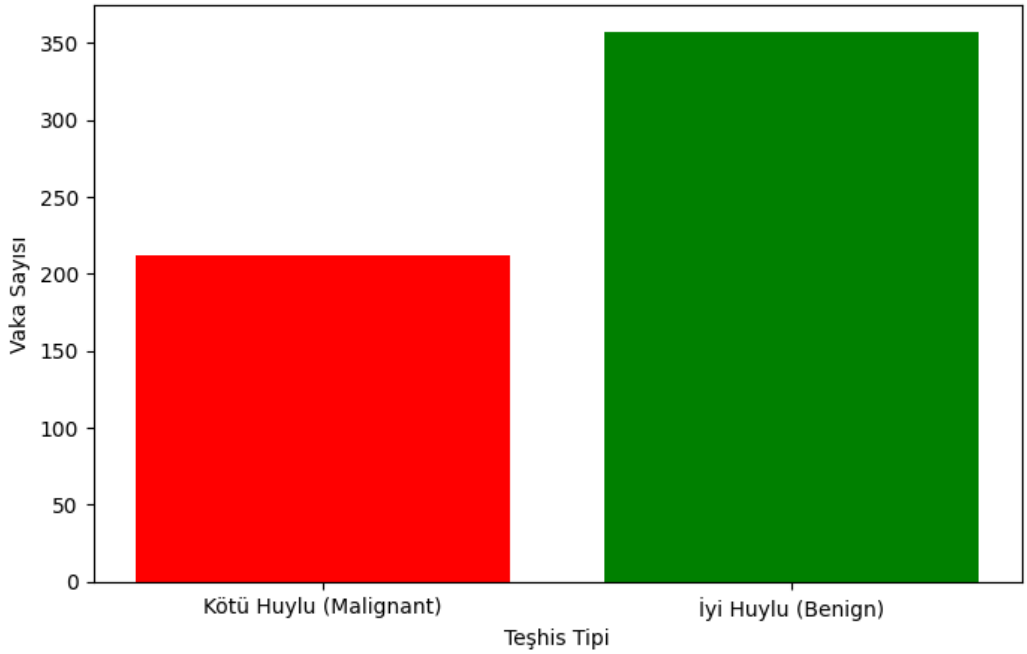
Bu makalede, meme kanseri teşhisinde kullanılan çeşitli makine öğrenimi algoritmalarının performansı, SMOTE ve Gauss gürültüsü eklenmiş veriler üzerinde değerlendirilecektir. Çalışmanın amacı, dengesiz veri dağılımları ve gürültünün algoritmaların performansı üzerindeki etkilerini incelemek ve en etkili yaklaşımları belirlemektir. Bu sayede, tıbbi teşhis süreçlerinde yapay zeka ve makine öğreniminin potansiyelini maksimize etmek için gerekli bilgiler sağlanacaktır.

2. UYGULAMALAR

Bu çalışmada, dengesiz meme kanseri teşhis veri setlerinin sınıflandırma performansını artırmak için Gaussian Gürültüsü ve SMOTE gibi veri artırma tekniklerinin etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın bu bölümünde, kullanılan veri seti, seçilen sınıflandırma algoritmaları ve veri artırma teknikleri, deney düzeni, performans metrikleri ve analiz yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.1 Veri Seti ve Ön İşleme

Meme kanseri teşhis veri seti, Kaggle'dan [7] elde edilen halka açık, çeşitli demografik ve klinik özellikler içeren bir verisetidir. Görsel 1'de de görüleceği gibi, veri seti, sınıflar arası dengesizlik göstermekte olup, bu durum sınıflandırma modellerinin eğitimi sırasında zorluklara yol açmaktadır.



Görsel 1. Meme Kanseri Verisinde, İyi Huylu (Benign) ve Kötü Huylu (Malignant) Teşhislerinin Dağılımı: Her bir teşhis tipinin vakalarının sayısını gösteren grafik.

2.2 Sınıflandırma Algoritmaları

Karar Ağacı, K En Yakın Komşu (KNN) [5] ve Gradyan Artırma (Gradient Boosting) [6] algoritmaları, çalışmada kullanılan temel sınıflandırma yöntemleridir. Her bir algoritmanın parametre ayarı, kapsamlı bir ızgara arama (grid search) ve çapraz doğrulama (cross-validation) yoluyla en iyi performansı verecek şekilde optimize edilmiştir.

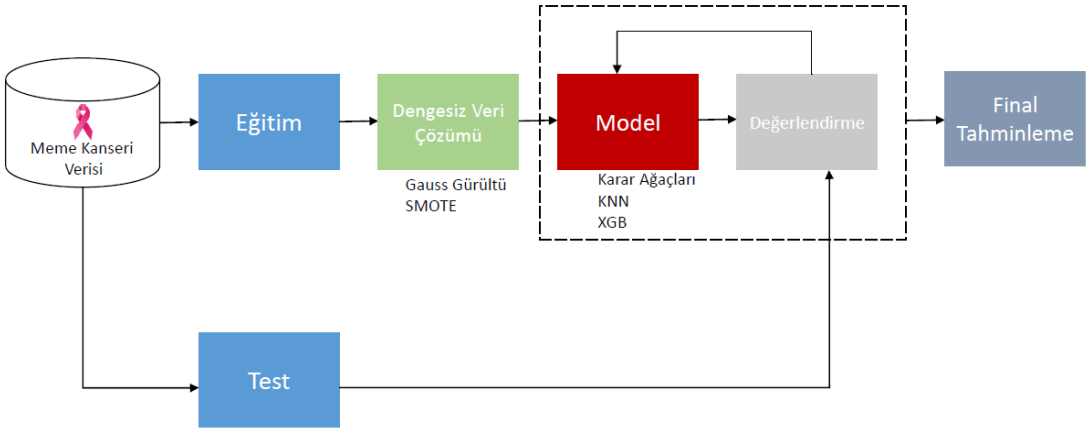
2.3 Veri Artırma Teknikleri

Gauss Gürültüsü [3], veri setine rastgele Gauss dağılımından türetilen değişiklikler ekleyerek modelin genelleme yeteneğini ve aşırı uyuma karşı dirençliliğini artırmayı amaçlar. Öte yandan, SMOTE [4], azınlık sınıfının örneklerini sentetik olarak üreterek sınıflar arası dengesizliği azaltmayı hedefler.

2.4 Deney Düzeni

Deneyler, her bir veri artırma tekniğinin ve algoritmanın farklı kombinasyonlarını içerecek şekilde tasarlanmıştır. Göresel 2'de de görüleceği gibi, veri seti üzerinde Gauss Gürültüsü ve

SMOTE durumları için ve bu durumlara uygulanmayan Ham veri olarak ifade ettiğimiz veri için, sınıflandırma modelleri eğitilmiştir.



Görsel 2. Meme Kanseri Makine Öğrenmesi İş Akışı.

2.5 Performans Metrikleri ve Analiz

Modellerin performansı, doğruluk, duyarlılık, özgüllük ve F1 skoru gibi metrikler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu metrikler, modelin sınıflandırma yeteneğinin çeşitli yönlerini temsil etmektedir: doğruluk genel performansı, duyarlılık azınlık sınıfının doğru sınıflandırılma kapasitesini, özgüllük ise negatif örneklerin doğru tanınmasını, F1 skoru ise duyarlılık ve özgüllüğün dengeli bir ölçüsünü göstermektedir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu araştırmada, meme kanseri teşhisinde kullanılan ve sınıflar arası dengesizliği barındıran veri setleri üzerinde, farklı veri artırma tekniklerinin makine öğrenmesi algoritmalarının performansı üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla bir dizi deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler kapsamında, Gauss Gürültü ekleme, SMOTE ve ham veri kullanımının algoritmaların doğruluk, duyarlılık, özgüllük ve F1 skoru gibi temel performans metriklerine etkisi incelenmiştir. Karşılaştırma için seçilen algoritmalar Karar Ağacı, KNN ve Gradyan Artırma olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1'de de görüleceği gibi, Gauss gürültüsü eklenerek zenginleştirilmiş veri seti kullanıldığında, Gradyan Artırma algoritması %99.07 özgüllük oranı ile özellikle negatif sınıfların doğru bir şekilde tanınmasında üstün bir performans sergilemiştir. KNN algoritması ise %96.00 F1 skoru ile hem duyarlılık hem de dengeli doğruluk açısından en iyi performansı gösteren model olmuştur. Bu bulgular, Gauss Gürültüsünün modelin genel yapısını ve verilerin çeşitliliğini artırarak, modelin genelleştirme kabiliyetini iyileştirdiği ve aşırı uyum (overfitting) sorununa karşı bir dereceye kadar koruma sağlayabileceği yönünde yorumlanabilir.

Çizelge 1. Meme kanseri veri arttırma teknikleri uygulanan (Gauss Gürültü ve SMOTE) ve uygulanmayan (Ham Veri) verilerin sonuçlarının karşılaştırılması.

Gauss Gürültü				
Algorithm	**Doğruluk**	**Duyarlılık**	**Özgüllük**	**F1**
Karar Ağacı	0.9474	0.9365	0.9537	0.9291
KNN	**0.9708**	**0.9524**	0.9815	**0.9600**
Gradyan Arttırma	0.9649	0.9206	**0.9907**	0.9508
SMOTE				
Karar Ağacı	0.9357	**0.9524**	0.9259	0.9160
KNN	0.9649	**0.9524**	0.9722	0.9524
Gradyan Arttırma	0.9649	0.9365	0.9815	0.9516
Ham Veri				
Karar Ağacı	0.9240	**0.9524**	0.9074	0.9023
KNN	0.9649	**0.9524**	0.9722	0.9524
Gradyan Arttırma	0.9591	0.9365	0.9722	0.9440

SMOTE tekniği uygulandığında ise, üç algoritma da benzer duyarlılık ve F1 skorları elde etmiş, bu da SMOTE'un model performansını iyileştirme konusunda tutarlı ve güvenilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Özellikle, KNN'in %95.24'lük F1 skoru, bu tekniğim azınlık sınıfının tanınması konusunda ne kadar etkili olabileceğinin bir göstergesi olarak öne çıkmaktadır.

Ham veri setinde yapılan değerlendirmelerde ise, Karar Ağacı en düşük doğruluk oranı (%92.40) ile karşılaştırmalı olarak diğer algoritmalardan geri kalmıştır. Buna karşın, Gradyan Artırma, %94.40 F1 skoru ile ham veri üzerinde en başarılı sınıflandırma performansını sergilemiştir. Bu, veri ön işleme ve artırmanın bazen zorunlu olmadığı durumları, ancak çoğu kez faydalı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma veri artırma tekniklerinin, makine öğrenmesi modellerinin dengesiz veri setlerindeki performanslarını nasıl etkileyebileceğini derinlemesine ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, özellikle tıbbi veri analizi ve teşhis gibi kritik uygulama alanlarında model seçimi ve parametre ayarlamasının ne kadar mühim olduğunu vurgulamakta ve bu tekniklerin uygulanmasının potansiyel faydalarını göstermektedir. Ayrıca, bu tekniklerin gerçek dünya problemlerine uygulanabilirliği ve bunların uygulama sırasında karşılaşılabilecek zorluklar ve sınırlılıklar hakkında değerli içgörüler sunmaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Łukasiewicz, S., Czeczelewski, M., Forma, A., Baj, J., Sitarz, R., & Stanisławek, A. (2021). Breast cancer—epidemiology, risk factors, classification, prognostic markers, and current treatment strategies—an updated review. *Cancers*, *13*(17), 4287.

[2] Kashyap, D., Pal, D., Sharma, R., Garg, V. K., Goel, N., Koundal, D., ... & Belay, A. (2022). Global increase in breast cancer incidence: risk factors and preventive measures. *BioMed research international*, *2022*.

[3] Salazar A, Safont G, Vergara L. Surrogate techniques for testing fraud detection algorithms in credit card operations. In: Security Technology (ICCST). International Carnahan Conference on. 2014. p.1-6

[4] Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., & Kegelmeyer, W. P. (2002). SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. *Journal of artificial intelligence research*, *16*, 321-357.

[5] Fix, E. and Hodges, J.L. (1951) Discriminatory Analysis, Nonparametric Discrimination: Consistency Properties. Technical Report 4, USAF School of Aviation Medicine, Randolph Field.

[6] Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of Statistics*, 1189–1232.

[7] https://www.kaggle.com/datasets/uciml/breast-cancer-wisconsin-data (Erişim tarihi: 11.03.2024)

OTOKODLAYICI İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ ÖZELLİK SEÇİMİ: MEME KANSERİ TEŞHİSİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS ANALİZİ

Dr, Melih AĞRAZ

Giresun Üniversitesi, melih.agraz@giresun.edu.tr-0000-0002-6597-7627

Dr, Hasan Hüseyin GÜL

Giresun Üniversitesi, hasan.huseyin@giresun.edu.tr -- 0000-0001-9905-8605

ÖZET

Meme kanseri, kadınlarda en sık rastlanan kanser türlerinden biri olup, erken teşhis hayati öneme sahiptir. Geleneksel teşhis yöntemleri, zaman alıcı ve subjektif yorumlara açıkken, Makine Öğrenmesi teknikleri bu süreci otomatize edebilir ve teşhisin doğruluğunu artırabilir. Bu çalışmada, iyi ve kötü huylu meme kanseri tümörlerin sınıflandırılmasında kullanılan çeşitli Makine Öğrenmesi algoritmaları incelenmiş ve derin öğrenme altyapılı Otokodlayıcı özellik seçimi yöntemi çalışmada uygunlanmıştır. Analiz, tümör örneklerinin histopatolojik özelliklerine dayanarak yapılmış ve özellik seçimi için Özyinelemeli Özellik Eliminasyonu-Rastgele Orman ve Otokodlayıcılar gibi yöntemler uygulanmıştır. Karar Ağaçları, Lojistik Regresyon ve Gradyan Artırma gibi sınıflandırma algoritmalarının performansı değerlendirilmiş ve özellikle Lojistik Regresyon algoritması, Otokodlayıcı özellik seçimi yöntemiyle %98.25 doğruluk ve %97.60 F1 skoru ile en yüksek performansı sergilemiştir. Bu bulgular, Makine Öğrenmesi tekniklerinin meme kanseri teşhisindeki potansiyelini vurgulamakta ve daha doğru teşhisler için bu teknolojilerin klinik pratiğe entegrasyonunun önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler : Makine Öğrenmesi, Otokodlayıcı , Meme Kanseri

1. GİRİŞ

Meme kanseri, dünya genelinde kadınlar arasında en sık rastlanan kanser türlerinden biridir[1]. Erken teşhisin önemi tartışılmazken, histopatolojik verilerin analizi için Yapay Öğrenme (YO) tekniklerinin kullanılması, teşhisin hızlı ve doğru bir şekilde konulmasına yardımcı olabilir.

Kanser, dünyada önde gelen ölüm sebepleri arasında yer almaktadır [2] ve erken teşhis, hastalığın tedavi edilebilirliği üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Meme kanseri, kadınlarda en sık görülen kanser türlerinden biri olup, erken teşhis edildiğinde tedavi edilme şansı yüksektir. Bu bağlamda, patolojik görüntülerden elde edilen verilerin analizi, erken teşhis için kritik bir öneme sahiptir. Ancak, bu tür verilerin elde edilmesi ve işlenmesi zaman alıcı bir süreçtir ve subjektif yorumlara açıktır. YO teknikleri, bu süreci otomatize etme ve teşhisin doğruluğunu artırma potansiyeline sahiptir.

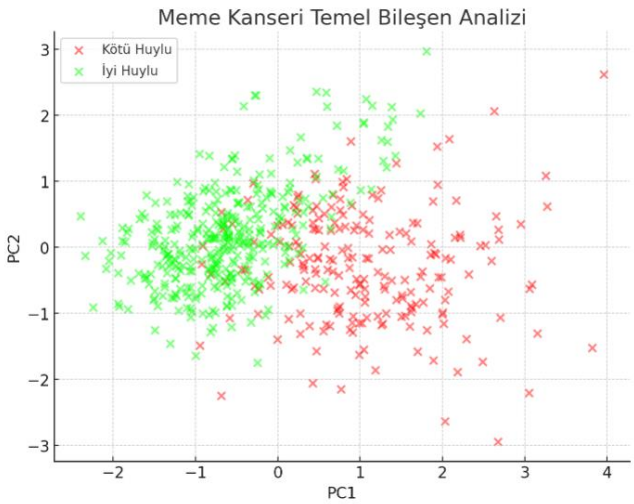
Son yıllarda, makine öğrenimi ve derin öğrenme yöntemleri, tıbbi görüntü işleme ve analizi alanında önemli ilerlemelere imkan sağlamıştır. Bu yöntemler, yüksek boyutlu veri setlerinden karmaşık örüntüleri tanıma ve sınıflandırma kabiliyeti göstermektedir. Bu çalışma, meme kanseri veri setinde iyi ve kötü huylu tümör sınıflandırılması için çeşitli YO algoritmalarını değerlendirir ve karşılaştırır. İncelenen veri seti, tümörlerin yarıçap, doku, çevre ve alan gibi özelliklerini içerir ve bu özelliklerin tümör sınıflarını nasıl ayırt ettiği araştırılır.

Bu çalışmada, çeşitli YO algoritmalarını kullanarak meme kanserinde benign (iyi huylu) veya malign (kötü huylu) tümör sınıflandırılması için bir Türkçe kaynak olması amacıyla otokodlayıcılar kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu girişim, meme kanseri teşhisinde kullanılabilecek YO modellerini geliştirmeyi ve bu modellerin klinik uygulamada potansiyel etkilerini anlamayı hedeflemektedir.

2. UYGULAMALAR

2.1 Veri Seti ve Önişleme

Veriseti Kaggle'dan [3] elde edilen meme kanseri verisidir. Bu veri seti, her bir örnek için 32 adet öznitelik ve 569 gözlem içermektedir. Verisetinin çıktısı olan teşhis (diagnosis) değişkeni, belign (iyi huylu) veya malign (kötü huylu) olacak şekilde iki etikete sahiptir ve bu etiketin Temel Bileşen Analizi (PCA) grafiği Görsel 1'deki gibidir. Bu şekle göre meme kanseri verisinin, sınıflandırma problemlerine çok uygun olduğu görülmektedir, görüldüğü gibi iki sınıf iyi bir şekilde ayrılmaktadır.



Görsel 1. Meme Kanseri Temel Bileşen Analizi (PCA). Yeşil iyi huylu, kırmızı kötü huylu tümörleri göstermektedir.

2.2 Özellik Seçimi ve Boyut Azaltma

Analizde ayrıca, özelliklerin model performansına etkisini incelemek amacıyla, özellik seçimi yöntemleri uygulandı. Özellik seçimi için, Özyinelemeli Özellik Eliminasyonu-Rastgele Orman yöntemi ve otokodlayıcı yöntemleri uygulandı. Bu yöntemler, veri setinden en anlamlı olduğu düşünülen özellikleri seçmektedir.

2.2.1 Otokodlayıcı

İlk McCelland vd. [5] tarafından geliştirilen otokodlayıcılar (Autoencoders), özellikle derin öğrenme ve boyutsallık azaltma uygulamalarında kullanılan özel bir tür sinir ağıdır. Bu yapay sinir ağları, genellikle girdi verisini daha düşük boyutlu bir temsilciye gizli katmana (latent space) dönüştürmek için kullanılır. Otoenkoderler esasen, verinin sıkıştırılmış bir temsilini oluştururken veriyi yeniden oluşturma yeteneğini korumaya çalışır. Bu süreç, veri setindeki en önemli bilgileri korurken gereksiz gürültülerin ve ayrıntıların filtrelendiği anlamına gelir.

Bir otoenkoder tipik olarak iki bölümden oluşur:

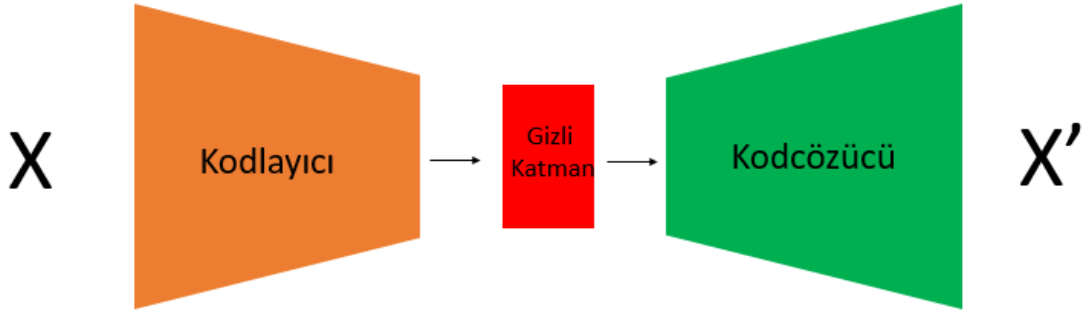
1. Encoder (Kodlayıcı): Bu bölüm, girdi verisini alır ve daha düşük boyutlu bir temsile sıkıştırır. Kodlayıcı, girdiyi bir dizi gizli katman aracılığıyla işler ve her bir katmanda boyutu azaltarak en önemli özellikleri çıkarmaya çalışır.

2. Decoder (Kod Çözücü): Bu bölüm, encoder tarafından oluşturulan düşük boyutlu temsili alır ve orijinal veriye mümkün olduğunca yakın bir rekonstrüksiyonunu üretmeye çalışır. Kod çözücü, verinin yoğunlaştırılmış formunu tekrar genişleterek orijinal boyutlarına çıkarmaya çalışır.

Otoenkodlaycılar eğitilirken amaç, girdi verisini çıkışta mümkün olduğunca iyi bir şekilde yeniden üretebilmektir. Bunun için genellikle bir kayıp fonksiyonu (loss function) kullanılır ve

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

bu fonksiyon, orijinal veriler ile rekonstrüksiyon arasındaki farkı en aza indirgemeyi hedefler. Kayıp fonksiyonu genellikle ortalama kare hata (mean squared error) gibi metriklerle ölçülür.



Görsel 2. Otokodlayıcıların işakışı

2.2.2 Özyinelemeli Öznitelik Eliminasyonu (Recursive Feature Elimination) (RFE)

Özyinelemeli Öznitelik Eliminasyonu, bir özellik seçme tekniğidir ve bir makine öğrenmesi modelinin daha az sayıda özellikle eğitilerek optimum veya yakın-optimum performansa ulaşmasını sağlamak amacıyla kullanılır [4]. Bu yöntem, özellikle fazla sayıda özelliğe sahip veri setlerinde yüksek boyutluluk maliyetini ve overfitting (aşırı uyum) riskini azaltmak için etkilidir.

RFE işleyişi, adım adım bir geri eleme sürecine dayanır ve bu akış aşağıdaki gibi şöyle ifade edilebilir:

1. Modelin Eğitilmesi: İlk adımda, kullanılacak olan makine öğrenmesi modeli (örneğin, bir Rastgele Orman) tüm özellikler kullanılarak eğitilir.

2. Özellik Önem Derecelendirmesi: Eğitilen modelin her bir özelliğin önemini veya katkısını belirleyen bir özellik önem derecesi hesaplanır. Bu, genellikle model katsayıları veya özellik önem skorları gibi ölçütlerle yapılır.

3. En Az Önemli Özelliğin Kaldırılması: Model tarafından en düşük önem derecesine sahip özellik (veya özellikler) veri setinden çıkarılır.

4. Yeniden Eğitim ve Eleme: Kalan özelliklerle model yeniden eğitilir ve en az önemli özellik tekrar çıkarılır.

5. İstenen Özellik Sayısına Ulaşılana Kadar Tekrar: Bu süreç, belirlenen sayıda özellik kalana kadar devam eder.

RFE yöntemi, genellikle bir döngü içinde gerçekleştirilir ve her iterasyonda modelin performansı değerlendirilir. Böylece, modelin performansını artıracak en uygun özellik kombinasyonu bulunmaya çalışılır.

2.3 Algoritmalar ve Sınıflandırma Modelleri

Bu çalışmada, meme kanseri sınıflandırma problemi için üç sınıflandırma algoritması incelenmiştir: Karar Ağaçları Sınıflandırıcısı, Lojistik Regresyon ve Gradyan Artırma Sınıflandırıcısı. Bu algoritmaların performansları, tümörün varlığını veya yokluğunu tahmin etmek amacıyla değerlendirilmiştir. Algoritma performansları, doğruluk, duyarlılık, özgüllük ve F1 skoru gibi metrikler kullanılarak analiz edilmiştir. Veri seti, model eğitimi ve değerlendirme için rastgele örneklerle eğitim ve test setlerine ayrılmıştır. Bu aşamada, modellerin eğitiminde Python programlama dili ve `sklearn` kütüphanesi tercih edilmiştir. Modeller, eğitim sürecinin ardından test veri seti üzerinde değerlendirilmiştir. Elde edilen tahminler, gerçek değerlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve modelin başarımı ölçülmüştür.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada meme kanseri veri seti üzerinde uygulanan çeşitli özellik seçmi ve makine öğrenmesi algoritmalarının sonuçlarını ve bu sonuçların değerlendirilmesini içermektedir. Bu çalışmanın temel amacı, veri setindeki iyi ve kötü huylu tümörlerin doğru bir şekilde sınıflandırılmasını sağlayacak en etkili yapay öğrenme algoritması ve özellik seçme yöntemlerini belirlemektir.

Analizin ilk aşamasında, standardizasyon ve otokodlayıcı ve RFE özellik seçimi uygulanan veri seti üzerinde, Karar Ağaçları Sınıflandırıcısı, Lojistik Regresyon ve Gradyan Artırma Sınıflandırıcısı gibi farklı sınıflandırma algoritmalarıyla yapılan tahminlerin performansları kıyaslanmıştır. Çalışmada özellik seçimi uygulanmayan veriseti için Ham Veri ifadesi kullanılmaktadır. Bu kıyaslama; doğruluk, duyarlılık (hassasiyet), özgüllük ve F1 skoru gibi metrikler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu metrikler, bir sınıflandırma modelinin farklı yönlerini değerlendirme açısından kritik öneme sahiptir. Genel olarak **Doğruluk, genel başarıyı; duyarlılık, pozitif sınıfın ne kadar iyi tespit edildiğini; özgüllük, negatif sınıfın ne kadar iyi tespit edildiğini; F1 skoru ise doğruluğun ve duyarlılığın dengeli bir ölçüsünü sunmaktadır.**

Sonuçlar Çizelge 1'de tablolanmıştır, buna göre; meme kanseri sınıflandırma probleminde Lojistik Regresyon algoritması, hem otokodlayıcı özellik seçimi yöntemiyle (%98.25 doğruluk ve %97.60 F1 skoru) hem de RFE özellik seçimiyle (%96.49 doğruluk ve %95.08 F1 skoru) en yüksek performansı gösteriyor. Bu, Lojistik Regresyon algoritmasının, veri setindeki ilişkileri modellemekte ve olası yanlı sınıflandırmaları en aza indirmekte özellikle başarılı olduğunu gösteriyor. Ayrıca, Ham Veri özellik seçimi ile Lojistik Regresyon (%97.66 doğruluk ve %96.72 F1 skoru) ve RFE ile Gradyan Artırma Sınıflandırıcısı (%95.32 doğruluk ve %93.55 F1 skoru) algoritmalarının da yüksek başarım sergilediği görülüyor. Özgüllük değerinde Lojistik Regresyon algoritmasının Ham Veri ile mükemmel (%100) sonuç verdiği dikkat çekici bir ayrıntı olarak öne çıkıyor. Bu sonuçlar, Lojistik Regresyon'un otokodlayıcı ile özelliklerin seçildiği sistem, bu problem için güçlü ve güvenilir bir modelleme yöntemi olduğunu işaret etmektedir.

Çizelge 1. Meme kanseri sınıflandırma problemi için makine öğrenmesi sonucları. Karar Ağacı, Lojistik Regresyon ve Gradyan Arttırma Sınıflandırıcı sonuçlarının özellik seçimi yöntemi uygulanmış (Otokodlayıcı ve RFE) ve uygulanmamış (Ham Veri) sonuçları.

Algoritma	Özellik Seçimi	Doğruluk	Duyarlılık	Özgüllük	F1 Skoru
Karar Ağacı Sınıflandırıcı	Otoenkoder	0.9357	0.9206	0.9444	0.9134
Lojistik Regresyon	Otoenkoder	**0.9825**	**0.9683**	0.9907	**0.9760**
Gradyan Arttırma Sınıflandırıcı	Otoenkoder	0.9532	0.9206	0.9722	0.9355
Karar Ağacı Sınıflandırıcı	Ham Veri	0.9240	0.9524	0.9074	0.9023
Lojistik Regresyon	Ham Veri	0.9766	0.9365	**1.0000**	0.9672
Gradyan Arttırma Sınıflandırıcı	Ham Veri	0.9591	0.9365	0.9722	0.9440
Karar Ağacı Sınıflandırıcı	RFE	0.9591	0.9524	0.9630	0.9449
Lojistik Regresyon	RFE	0.9649	0.9206	0.9907	0.9508
Gradyan Arttırma Sınıflandırıcı	RFE	0.9532	0.9206	0.9722	0.9355

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma, meme kanseri teşhisinde kullanılan YO algoritmalarının performansını detaylı bir şekilde inceler ve bu algoritmaların iyi ve kötü huylu tümörlerin sınıflandırılmasında ne kadar etkili olduğunu değerlendirir. Meme kanseri, global sağlık alanında önemli bir sorun oluşturmakta ve erken teşhis, tedavi başarısını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu bağlamda, YO tekniklerinin kullanımı, teşhis süreçlerini hızlandırabilir ve daha doğru sonuçlar elde etmeyi mümkün kılabilir.

Genel olarak, bu çalışma, yapay öğrenme tekniklerinin, özellikle meme kanseri teşhisinde, önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulguları, otokodlayıcı ve RFE gibi özellik seçimi yöntemlerinin, sınıflandırma modellerinin performansını artırabileceğini ve bu sayede daha doğru teşhislerin konulmasına olanak sağlayabileceğini göstermiştir. Özellikle, Lojistik Regresyon algoritmasının yüksek doğruluk ve F1 skoru ile dikkat çekmesi, bu algoritmanın karmaşık veri setlerindeki ilişkileri modellemede özellikle başarılı olduğunu ve yanlı sınıflandırmaları en aza indirebileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma, YO algoritmalarının ve özellik seçimi tekniklerinin, meme kanseri teşhisi gibi kritik tıbbi uygulamalarda etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve bu teknolojilerin klinik pratiğe entegrasyonunun, erken teşhis ve tedavi başarısını artırma potansiyeline sahip

olduğunu vurgulamaktadır. Bu tür araştırmaların devamı, yapay öğrenme tekniklerinin sağlık alanındaki uygulamalarını genişletebilir ve hasta bakımı kalitesini önemli ölçüde iyileştirebilir.

KAYNAKÇA

[1] Anastasiadi, Z., Lianos, G. D., Ignatiadou, E., Harissis, H. V., & Mitsis, M. (2017). Breast cancer in young women: an overview. *Updates in surgery*, *69*, 313-317.

[2] Cao, W., Chen, H. D., Yu, Y. W., Li, N., Chen, W. Q. Changing profiles of cancer burden worldwide and in China: a secondary analysis of the global cancer statistics 2020. Chinese medical journal, *134*(07), 783-791, 2021.

[3] https://www.kaggle.com/datasets/uciml/breast-cancer-wisconsin-data (Erişim tarihi: 11.03.2024)

[4] Guyon, I., Weston, J., Barnhill, S., Vapnik, V. 2002. Gene Selection for Cancer Classification using Support Vector Machines. Machine Learning, **46**(1), 389—422, 2002.

[5] James L McClelland, David E Rumelhart, PDP Research Group, et al. Parallel distributed processing, volume 2: Explorations in the microstructure of cognition: Psychological and biological models, volume 2. MIT Press, 1987.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU OLAN BİREYLERDE FİZİKSEL AKTİVİTENİN UYKU ÜZERİNDEKİ ROLÜ: BİR DERLEME ÇALIŞMASI

Musa Türkmen

İnönü Üniversitesi, musaturkmen4455@gmail.com - 0000-0001-5606-444X

Öğr. Gör. Oğuzhan BOZKURT

İnönü Üniversitesi, oguzhan.bozkurt@inonu.edu.tr - 0000-0002-7279-9304

Doç. Dr. Ahmet KURTOĞLU

Bandırma On Yedi Eylül Üniversitesi, akurtoglu@bandırma.edu.tr - 0000-0002-9292-5419

Doç. Dr. Özgür EKEN

İnönü Üniversitesi, ozgur.eken@inonu.edu.tr – 0000-0002-5488-3158

Özet

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB); nörogelişimsel bir bozukluk olup sınırlı sosyal beceriler, sınırlı iletişim ve tekrarlayıcı duyu motor davranışların görüldüğü bireyleri ifade etmektedir. OSB' li bireyler; bireysel ve çevresel nedenlerden dolayı sıklıkla uyku sorunu yaşamaktadır. Fiziksel aktiviteler, uyku sorunlarını azaltmak için farmakolojik olmayan önemli bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle bu araştırmanın amacı; OSB' li bireylerde fiziksel aktivitenin uyku sorunları üzerindeki rolünü açıklamaktır. Yapılan literatür taraması sonucunda OSB' li bireylerde uykuya geçiş süresinin ve toplam uyku süresinin kısa olması, gece sık sık uykunun bölünmesi ve düşük uyku kalitesi gibi sorunlar olduğu görülmüştür. OSB' li bireylerde görülen bu sorunları azaltmak ve yaşam kalitelerini arttırmak için hangi tür ve şiddette fiziksel aktiviteye katılımın gerekli olduğu önemli bir ayrıntıdır. Literatür taraması sonucunda, her türlü fiziksel aktivitenin bireylerin uyku sorunlarını azalttığı görülürken fiziksel aktivite şiddeti ise uyku sorunlarını azaltma noktasında belirleyicidir. Orta şiddette fiziksel aktiviteye katılımın uyku sorunlarını minimize etme noktasında daha etkili olduğu görülmüştür. Sonuç olarak; Orta şiddette fiziksel aktivitenin OSB' li bireylerin uyku bileşenlerini olumlu etkilediği ve uyku verimini arttırdığı görülmüştür. Fiziksel aktivitenin, bireylerin uyku sorunlarını giderici ve yaşam standartlarını iyileştirici etkisi ile farmakolojik olmayan önemli bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Otizm Spektrum Bozukluğu, Fiziksel Aktivite, Uyku

GİRİŞ

Otizm Spektrum Bozukluğu (OSB); Dünya genelinde her 68 kişide 1 görülen (Elsabbagh et al., 2012) nörogelişimsel bir bozukluk olup erken yaşlarda genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak ortaya çıkan sınırlı sosyal iletişim, tekrarlayıcı duyu motor davranışların görüldüğü bir popülasyonu tanımlar. Ayrıca zihinsel yetersizlik, genetik rahatsızlıklar, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), kaygı ve duygu durum bozuklukları gibi

nörolojik belirtilerle ilişkili olduğu söylenebilir (Lord et al., 2018). OSB de görülen yetersizlikler ve eşlik eden bozuklukların yanı sıra bu bireylerin sıklıkla uyku bozukluğu yaşadığı görülmektedir (Nogueira et al., 2023). OSB' li bireylerde uyku bozukluğunun doğru tanımlanması ve sürecin doğru yürütülmesi yaşanabilecek olumsuzlukların görülme sıklığını azaltacaktır. Aksi takdirde bu bireylerde görülen problemler, bozukluğun şiddetini arttırabilir, kaygı, dikkat eksikliği veya hırçınlık gibi belirtilerin daha sık görülmesine sebep olabilir (Cortese et al., 2020).

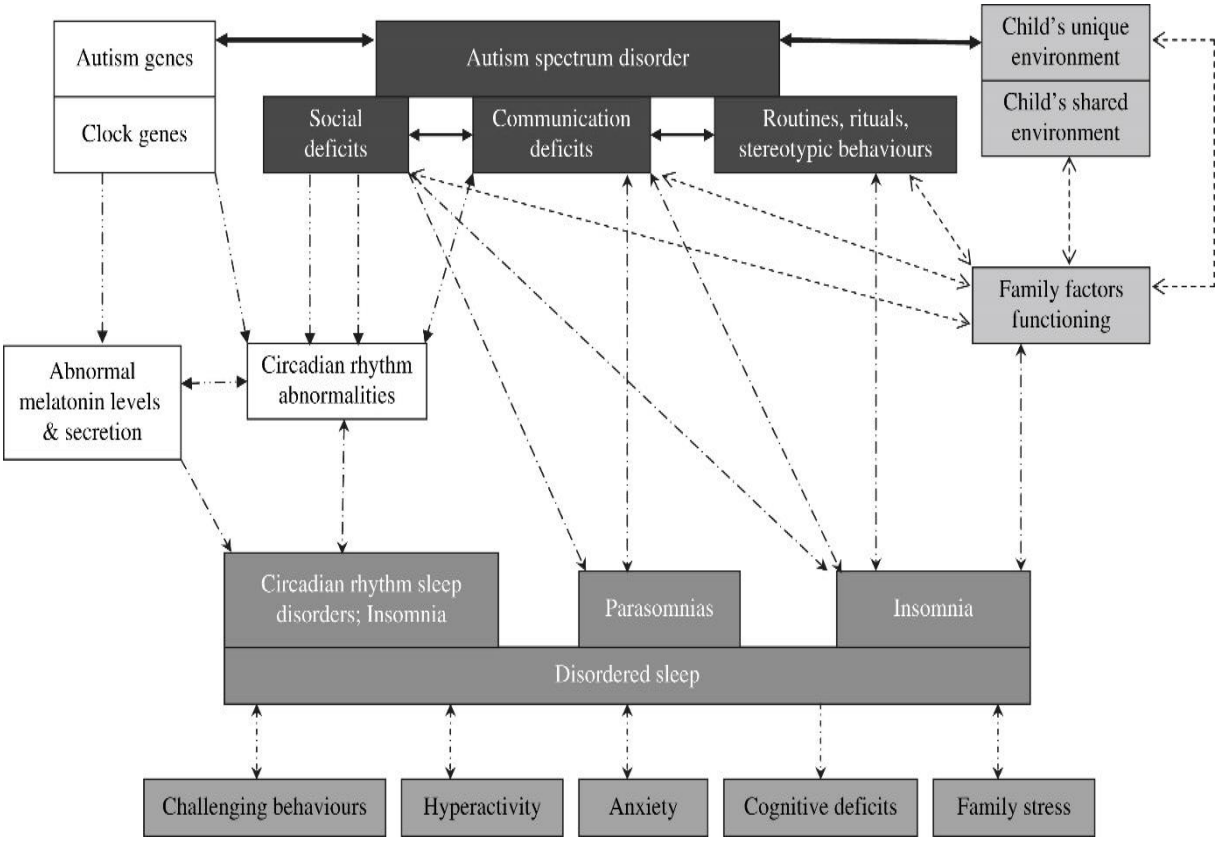
Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Bireylerde Görülen Uyku Bozukluğunun Yaygınlığı

OSB' li bireyler, normal gelişen bireylere göre % 40 ila % 80 arasında daha fazla uyku sorunu yaşamaktadır (Cortesi et al., 2010). Bu oran sadece OSB' li çocuklar arasında ise %53 olarak tespit edilmiştir (Krakowiak et al., 2008). Yani her iki OSB' li çocuktan birinin uyku sorunu yaşadığı söylenebilir. Ayrıca her 89 çocuktan 56'nın gece uykuya dalma sorunu, sık sık uykunun bölünmesi, sabahın erken saatlerinde uyanma ve çeşitli uyku sorunları yaşadığı belirlenirken (Tairo et al., 1998) yapılan bir diğer çalışma 167 çocuğun %86'sının her gün çeşitli uyku sorunları yaşadığı belirtilmiştir. Bu sorunlar sırasıyla; gece uyumak istememe, uykusuzluk, uyku esnasında solunum bozukluğu, gündüz devam eden uykululuk hali ve uyku kalitesinin düşük olması şeklinde bildirilmiştir (Liu et al., 2006). Bu belirtilerin yanı sıra uyku süresi ve uyku verimliliğinin de daha düşük olduğu görülmektedir (Díaz-Román et al., 2018). OSB' li bireylerde uyku bozukluğunun sıklıkla karşılaşılan bir sorun olduğu ve bu sorunun bireyleri olumsuz etkilediği görülmektedir.

Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Bireylerde Görülen Uyku Bozukluğunun Etiyolojisi

OSB' li bireylerde görülen uyku bozukluğunun farklı nedenleri vardır; Çevresel, kalıtımsal, nörolojik ve immünolojik etmenler bu nedenler arasında sayılabilir (Devnani & Hegde, 2015).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

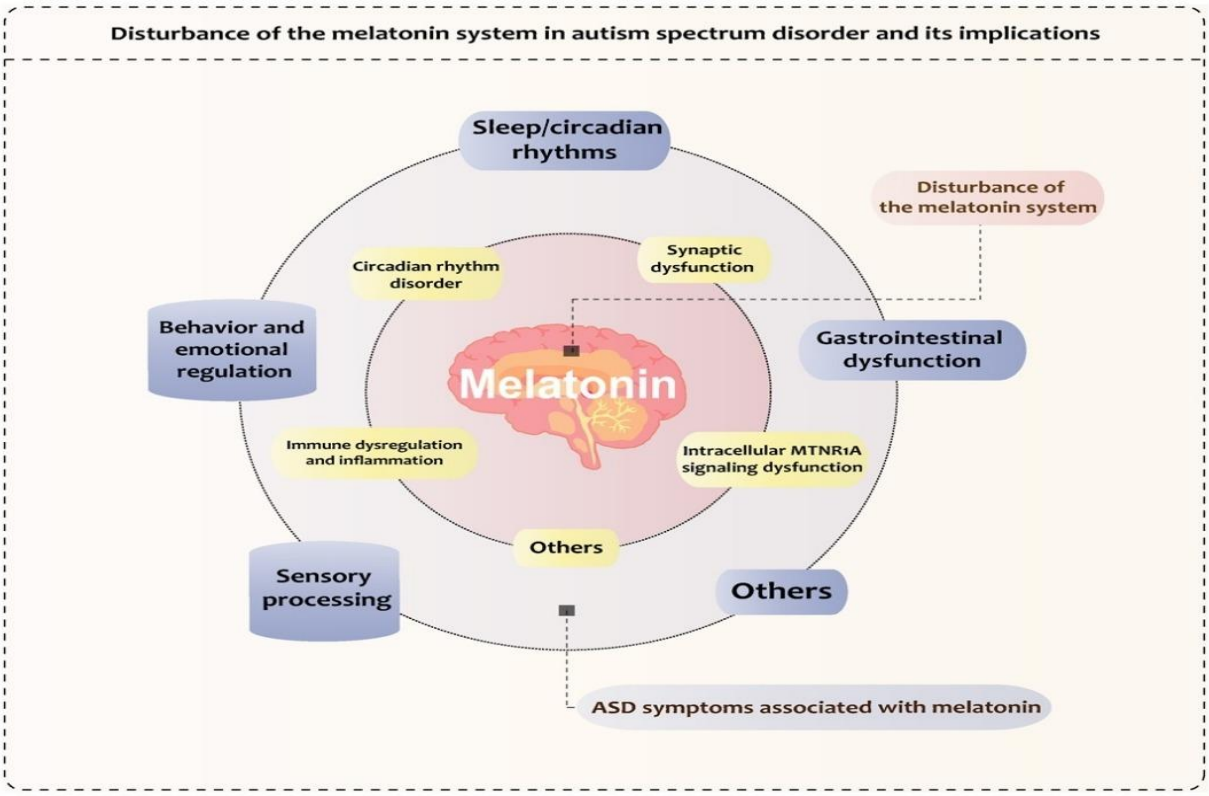


Şekil: 1 OSB' li Bireylerde Uyku Bozukluğunun Nedenleri-Biyopsikososyal Model (Richdale & Schreck, 2009)

Melatonin Hormonu ve Sirkadiyen Ritim Etkisi

Melatonin (5-metoksi –N-asetil-triptamin) hormonu suprakiazmatik çekirdek tarafından düzenlenen ve uyku uyanıklık döngüsü (Sirkadiyen ritim) üzerinde etkili olan hormondur (Wu et al., 2020). Bu hormon triptofan olarak bilinen koşullu bir aminoasit tarafından sentezlenir. Melatoninin salgılandığı yer gastrointestinal sistem, pineal bez ve retinadır. Pineal bez ve retina sirkadiyen ritmi doğrudan etkilemektedir. Melatonin hormonunun salgılanması ışığın varlığı ile ilişkilidir (Reiter et al., 2014). Akşam saatlerinde karanlığın çökmesi ve daha az ışığın retinadan içeri girmesi melatonin salgılanmasında görevli enzimlerin aktivitesinin artmasına sebep olur (Grivas & Savvidou, 2007). Bu artan aktivite ile gece plazma yoğunluğu yaklaşık olarak saat 02:00-04:00 arasında en yüksek seviyeye çıkar ardından günün ilk ışıkları ile retinadan ışık girdisinin artmasıyla plazma yoğunluğu tekrardan düşüşe geçer (Tordjman et al., 2017).

Melatonin hormonunun salgılanmasında herhangi bir nedenden ötürü gecikme yaşanması ya da seviyesinin düşmesi çeşitli bozukluklara ve uyku uyanıklık döngüsünde sorunlara neden olmaktadır (Wu et al., 2020).



Şekil: 2 Melatonin hormonu bozukluğunun OSB' li bireyler üzerindeki etkileri (Wu et al., 2020)

OSB' li bireylerde melatonin hormonunun sirkadiyen dengeyi bozarak uyku sorunlarına neden olduğuna dair birçok kanıt mevcuttur (Nogueira et al., 2023; Wu et al., 2020). Bunun sebebinin ise OSB' li bireylerde melatonin salgılanmasının gece azalması (Tordjman et al., 2013) gündüz ise artmasıdır (Rossignol & Frye, 2011). Ayrıca otizmle ilişkili olduğu düşünülen 6-sulphatoxymelatonin üriner metabolit oranının normal bireylere göre daha düşük olması (Tordjman et al., 2005) Per1 ve npas2 biyolojik saat genlerindeki genetik farklılıklar (Ebisawa, 2007) N-asetilserotoninin melatonine everilmesi sürecinde son enzimi kodlamakla görevli ASMT genindeki farklılıklar (Melke et al., 2008) OSB' li bireylerin uyku sorunu yaşamasının altında yatan etmenlerdir.

Psikolojik Nedenler

OSB' li bireylerin OSB tanısı dışında zihinsel yetersizlik, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB), duygu durum bozukluğu (Lord et al., 2018) anksiyete ve depresyon (Reynolds et al., 2017) bozuklukları gibi bozukluklar eşlik edebilir. Bu bozuklukların eşlik etme olasılığı %25-70 arasında değişmektedir (Miyamoto et al., 1999). Bu durumun OSB' li bireyler üzerinde uyarıcı etkisi vardır bundan dolayı uyku başlangıç süresinin uzayabileceği ve uyku sorunu yaşanabileceği düşünülmektedir (Richdale et al., 2014).

Aile Kaynaklı Nedenler

OSB' li bireylerde uyku sorunlarına sebep olan bir diğer etkenin aile özellikleri olduğu düşünülmektedir. Aile üyelerinin yaşadığı anksiyete, depresyon, aile gelirinin ve baba eğitim düzeyinin düşük olması OSB belirtilerinin sıklığı ve uyku problemleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Waddington et al., 2020).

Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Bireylerde Fiziksel Aktivitenin Uyku Üzerindeki Rolü

OSB' li bireylerde uyku sorunları görülme sıklığının yüksek olduğu görülmektedir (Richdale et al., 2014; Whelan et al., 2022). Yaşanan uyku sorunlarına karşın fiziksel aktivitenin uyku üzerindeki etkililiği ispatlanmış ve farmakolojik olmayan bir yöntem olarak kullanılması uygun bulunmuştur (Oriel et al., 2016; C. Y. A. Tse et al., 2019).

Fiziksel aktiviteye her gün katılım gösteren ve aktigrafi ile uyku döngüleri incelenen OSB' li bireylerin uykuya geçiş süresinin azaldığı, uyku süresi ve uyku kalitesinin arttığı görülmüştür. Fiziksel aktivitenin olası uyku sorunlarına karşı etkili bir yardımcı olduğu uyku ile ilişkili parametreleri olumlu etkilediği görülmüştür (C. Y. A. Tse et al., 2019).

OSB' li bireylerin gece uyku süresi kontrol grubuna göre daha uzun olmasına rağmen uykuya dalma sürecinde zorlanmaktadırlar. OSB' li bireylerin % 53 oranında uykuya dalma süresi 30 dk ve üzerindedir. Fiziksel aktivite ile gece uyuduktan sonra uyanma sıklığı arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Fiziksel aktivitelere katılım OSB' li bireylerde daha düşük olduğu görülmüştür. Orta düzeyde fiziksel aktiviteye katılım erken yatma ve erken uyanma ile ilişkilendirilmiştir. Her iki grup arasında uykusuzluk ve uyku sırasında solunum verileri ile ilgili fark tespit edilmemiştir (Benson et al., 2019).

OSB' li bireylerin fiziksel aktivitelere katılımı sırasında aktivitenin şiddeti önemli yer tutmaktadır. Orta şiddette aktiviteler uyku sorunlarını azaltma da daha etkili bir yardımcı olup düşük ya da yüksek şiddette aktiviteler uykuyu olumsuz etkilemektedir. OSB' li çocukların orta şiddette aktivitelere katılımı kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ve daha fazla uyku sorunu ile ilişkili olduğu bulunmuştur (Nguyen et al., 2021).

Orta düzeyde fiziksel aktivitenin bireylerin uyku başlangıcından sonraki uyanma üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir Fiziksel aktivitelere katılımı yüksek olan bireylerin uykuya daldıktan sonra uyanık kalma süresinin daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Fiziksel aktivitelere katılımı düşük olan OSB' li bireylerin uyku verimliliği daha düşüktür yani gece uykuya dalmada diğerlerine göre güçlük yaşamaktadırlar (Wachob & Lorenzi, 2015).

OSB' li bireylerin OSB'si olmayan yaşıtlarına göre uyku süresi daha kısa, uykuya geçiş süresi daha uzun ve uyku verimliliği daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yaş ile birlikte fiziksel aktiviteye katılım değişmektedir ancak uykuyu düzenleme açısından yaşın etkisi yoktur. Orta şiddette fiziksel aktiviteye katılımın düşük düzeyde ve uyku kalitelerinin de daha kötü olduğu belirtilmiştir. Orta şiddette fiziksel aktivitenin bireylerin uyku sorunlarını baskılayıcı etkisi olduğu görülmüştür (Liang et al., 2023).

OSB' li bireylerin katıldığı fiziksel aktiviteler birbirinden farklı olsa da her türlü aktivite uyku döngüsünü destekleyici yönü vardır. Sabah koşularına katılan OSB'li bireylerin uyku döngüsünün, uyku günlükleri ve aktigrafi yardımıyla değerlendirildiği bir çalışmada fiziksel aktivitelere katılan grubun kontrol grubuna göre uyku veriminin arttığı tespit edilmiştir. Fiziksel aktiviteye katılımın bir sonucu olan bu durum fiziksel aktivitenin melatonin hormon salınımını arttırması ile ilişkilidir (A. C. Tse et al., 2022).

Su içi egzersiz programlarının uygulandığı OSB' li çocukların toplam uyku süresi olumlu etkilenmiş ve uyku gecikmesi kısalmıştır. Buna karşın deney ve kontrol gruplarında gece uykunun bölünmesi üzerinde fark olmadığı bildirilmiştir (Oriel et al., 2016).

Her 10 çocuktan 7' sinin uyku sorunu yaşadığı OSB' li 10 çocuğun haftada 3 gün her seans 60 dk aerobik antrenman ve motor beceri antrenmanına (30 dk bisiklet + 30 dk koordinasyon ve denge) katılımının uyku parametrelerini olumlu etkilemiştir. Aerobik antrenman ve motor beceri antrenman kombinasyonu uyku verimliliğini arttırmış, uykuya geçiş süresini kısaltmış, uyuduktan sonra uyanma sıklığı örneklemin % 63' ünde azalmıştır. Ebeveynlerden elde edilen sübjektif çıktılar egzersizin OSB' li bireylerin ruh halini olumlu etkilediğini raporlamıştır (Brand et al., 2015).

Egzersizlerin, OSB' li bireylerin uyku sorunlarını fizyolojik açıdan nasıl etkilendiğini ortaya koyan bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu bağlamda suda yapılan egzersizlerin uyku ile ilişkili interlukin 1 Beta (IL 1B) ve Tümör Nekroz Faktörü alfa (TNFa) sitokinlerini azalttığı bulunmuştur. Bunun sonucunda bireylerin uyku sorunları azaldığı görülmüştür çünkü bu sitokinlerini yükselmesi halinde bireylerin uyku sorunu yaşadığı bilinmektedir (Ansari et al., 2021).

Yazar/Çalışmanın Adı	**Yapılan Çalışma**	**Sonuç**	**Bulgular**
Tse, A. C., Liu, V. H., Lee, P. H., Anderson, D. I., & Lakes, K. D. (2023). The relationships among executive functions, self-regulation, and physical exercise in children with autism spectrum disorder.	OSB' li bireylerde (N:40) fiziksel aktivitenin uyku kalitesi ve kognitif beceriler üzerindeki etkisi incelenmiştir. (Randomize Kontrollü Bir Deney)	Fiziksel aktivitelere katılan (Basketbol beceri aktiviteleri) OSB' li bireylerde müdahale grubunun kontrol grubuna göre uyku değişkenleri olumlu etkilenmiş kontrol grubunda anlamlı farklılık olmadığı bildirilmiştir.	Fiziksel aktiviteye hem hafta içi hem hafta sonu katılım gösteren ve aktigrafi ile uyku değişkenleri incelenen OSB' li bireylerin uykuya geçiş süresinin azaldığı, uyku süresi ve uyku kalitesinin arttığı görülmüştür. Elde edilen verilerin mevcut literatür ile desteklenmektedir. Doktorlar ve öğretmenler OSB belirtilerini ve uyku sorunları gibi problemleri azaltmak için fiziksel aktiviteyi reçete olarak sunulması gerektiği düşünülmektedir.
Tse AC, Lee PH, Zhang J, Chan RC, Ho AW, Lai EW. (2022) Effects of exercise on sleep, melatonin level, and behavioral functioning in children with autism. Autism.	8-12 yaş arası OSB' li çocuklarda 12 haftalık fiziksel aktivitenin uyku ve davranışsal işlevsellik üzerindeki etkileri incelenmiştir.	Fiziksel aktivitenin melatonin hormonunun artışı ile ilişkili olduğu ve uykuyu olumlu etkilediği bildirilmiştir.	Uyku günlükleri ve aktigrafi ile uyku süreci değerlendirilen OSB' li bireylerin sabah koşusuna katılan deney grubunun kontrol grubuna göre uyku veriminin arttığı tespit edilmiştir.
Oriel, K. N., Kanupka, J. W., DeLong, K. S., & Noel, K. (2016).	Haftada 2 kez 60 dk süren su içi egzersiz programlarına	Su içi egzersiz programlarına katılan çocukların	Su içi egzersiz programlarının uygulandığı OSB' li

The Impact of Aquatic Exercise on Sleep Behaviors in Children With Autism Spectrum Disorder: A Pilot Study	katılan OSB' li bireylerin uyku sürecini etkileyip etkilemediği incelenmiştir.	uyku alışkanlıklarını olumlu etkilediği bildirilmiştir.	çocuklarda toplam uyku süresi olumlu etkilenmiş ve uyku gecikmesini kısalmıştır. Deney grubunda ve kontrol grubunda gece uykunun bölünmesi üzerinde fark olmadığı bildirilmiştir.
Nguyen TD, Guinot M, Bricout VA. (2021) Effect of Daily Physical Activity on Sleep Characteristics in Children with Autism Spectrum Disorder. Sports (Basel).	OSB' li çocukların fiziksel aktiviteye katılım seviyesine göre uyku kalitesini kontrol grubuna ile karşılaştırmaktadır.	Orta düzeyde fiziksel aktiviteye katılım uyku sürecini olumlu etkilerken düşük ve yüksek düzeyde katılım uykuyu olumsuz etkilemektedir.	Orta şiddette fiziksel aktiviteye katılım OSB' li bireylerde kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmektedir. OSB' li çocuklar kontrol grubuna göre daha fazla uyku sorunu yaşamaktadır. Fiziksel aktiviteye az ya da çok katılmak uykuyu olumsuz etkilemektedir. Fiziksel aktivite, uyku alışkanlıklarını düzenleyen non-farmokolojik bir yöntem olarak kullanılabilir.
Wachob, D., & Lorenzi, D. G. (2015). Brief report: Influence of physical activity on sleep quality in children with autism.	OSB' li bireylerin gündüz fiziksel aktivitelere katılım seviyesinin uyku üzerindeki etkileri incelenmiştir.	Fiziksel aktiviteye katılımı yüksek olan bireylerin uyku kaliteleri daha yüksektir.	Orta düzeyde fiziksel aktivitenin bireylerin uyku başlangıcından sonraki uyanma üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. Fiziksel aktivitelere katılımı yüksek olan bireylerin uykuya daldıktan sonra uyanık kalma süresinin daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Fiziksel aktivitelere katılımı düşük olan OSB' li bireylerin uyku verimliliği daha düşüktür yani gece uykuya dalmada diğerlerine göre güçlük yaşamaktadırlar.
Benson, S., Bender, A. M., Wickenheiser, H., Naylor, A., Clarke, M., Samuels, C. H., & Werthner, P. (2019).	OSB' li (N: 15) bireyler ile normal gelişen bireylerin (N: 17) uyku,	Fiziksel aktiviteye katılım uyku parametrelerini	OSB' li bireylerin gece uyku süresi kontrol grubuna göre daha uzun olmasına

Differences in sleep patterns, sleepiness, and physical activity levels between young adults with autism spectrum disorder and typically developing controls.	uykululuk ve fiziksel aktivite farklılıklarını kıyaslamaktır.	olumlu etkilemektedir.	rağmen uykuya dalma sürecinde zorlanırlar. OSB' li bireylerin % 53 oranında uykuya dalma süresi 30 dk ve üzerindedir. Fiziksel aktivite ile gece uyuduktan sonra uyanma sıklığı arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Fiziksel aktivitelere katılım OSB' li bireylerde daha düşük olduğu görülmüştür. Orta düzeyde fiziksel aktiviteye katılım erken yatma ve erken uyanma ile ilişkilendirilmiştir. Her iki grup arasında uykusuzluk ve uyku sırasında solunum verileri ile ilgili fark tespit edilmemiştir.
Serge Brand, Stefanie Jossen, Edith Holsboer-Trachsler, Uwe Pühse & Markus Gerber (2015) Impact of aerobic exercise on sleep and motor skills in children with autism spectrum disorders – a pilot study.	OSB' li 10 çocuğun haftada 3 gün her seans 60 dk aerobik antrenman ve motor beceri antrenmanına(30 dk bisiklet+ 30 dk koordinasyon ve denge) katılımının uyku parametreleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.	Fiziksel aktiviteye katılım bireylerin uyku parametrelerini olumlu etkilemektedir.	OSB' li çocukların %70' inin uykusuzluk çektiği bildirilmiştir. Aerobik antrenman ve motor beceri antrenman kombinasyonu uyku verimliliğini arttırmış, uykuya geçiş süresini kısaltmış, uyuduktan sonra uyanma sıklığı örneklemin %63' ünde azalmıştır. Ebeveynlerden elde edilen sübjektif çıktılar egzersizin OSB' li bireylerin ruh halini olumlu etkilediğini raporlamıştır.
Ansari, S., AdibSaber, F., Elmieh, A., & Gholamrezaei, S. (2021). The effect of water-based intervention on sleep habits and two sleep-related cytokines in children with autism.	OSB' li bireylerde (N: 20) su temelli egzersizin uyku alışkanlıkları ve uyku ile ilişkili sitokinler üzerindeki etkisi kontrol grubu (N: 20) İle karşılaştırılmıştır.	Suda yapılan egzersizlerin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında müdahale grubunun uyku kalitesinin arttığı bulunmuştur.	Fiziksel aktiviteler uyku ile ilişkili interlukin 1 Beta (IL 1B) ve Tümör Nekroz Faktörü alfa (TNFa) sitokinlerini azaltmıştır. Fiziksel aktiviteler bireylerin uyku alışkanlıklarını olumlu etkiler.
Liang X, Haegele JA, Healy S, Tse AC, Qiu H, Zhao S, Li C. (2023)	OSB tanısı olan ve olmayan bireylerin Aksel metre ile	OSB' li bireyler (N: 805) OSB' si olmayan bireylere	OSB' li bireylerin OSB'si olmayan yaşıtlarına göre uyku

Age-Related Differences in Accelerometer-Assessed Physical Activity and Sleep Parameters Among Children and Adolescents With and Without Autism Spectrum Disorder: A Meta-Analysis.	ölçülen fiziksel aktivite düzeyi ve uyku düzeyinin yaşa bağlı farklılıklarını belirlemek için yapılmıştır.	(N: 1573) göre orta düzeyde fiziksel aktiviteye katılımı düşük düzeyde ve uyku kalitelerinin de daha kötü olduğu belirtilmiştir.	süresi daha kısa, uykuya geçiş süresi daha uzun ve uyku verimliliği daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yaş ile birlikte fiziksel aktiviteye katılım değişmektedir ancak uykuyu düzenleme açısından yaşın etkisi yoktur.

Tablo:1 Fiziksel aktivitenin uyku üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar

SONUÇ ve ÖNERİLER

Literatür taramasına bakıldığında elde edilen bulguların çeşitli yöntemlerle elde edildiği görülmektedir. Bunlar; uyku günlükleri ve ölçekler gibi sübjektif yöntemler, Aksel metre ve elektroselografi gibi objektif yöntemlerle elde edilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında OSB' li bireylerin kısa uyku süresi, uykuya dalmada güçlük, gece uyku bölünmesi ve genel uyku kalitesinin düşük olduğu görülmüştür. Fiziksel aktiviteye katılımın OSB' li bireylerde normal gelişim gösteren akranlarına göre daha düşük olduğu ve bunun uyku sorunları ile ilişkili olduğu görülmektedir fakat fiziksel aktivitelere katılımın yaşanan bu uyku sorunlarını azalttığı görülmüştür. Fiziksel aktivitelerin planlı ya da plansız aktiviteler oluşu ya da fiziksel aktivitelerin türü bu noktada fark etmezken fiziksel aktivitenin şiddeti uyku kalitesi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Yani orta şiddette fiziksel aktivitenin uyku sorunlarını azaltmada daha etkili olduğu düşük veya yüksek şiddette fiziksel aktivitelerin bireylerin uyku kalitesini olumsuz etkilediği görülmektedir.

OSB' li bireylerin hayatlarını olumsuz etkileyen sorunların azaltılması bu bireylerin yaşam kalitesini arttıracaktır. Uyku bozukluğu gibi sorunları azaltmak için kullanılan yöntemlere ek olarak fiziksel aktivitelerin non-farmokolojik bir yöntem olarak kullanılabileceği görülmüştür. Bu bireylerin fiziksel aktivite ortamı zenginleştirilerek orta şiddette fiziksel aktivitelere katılımı sağlanmalıdır. Bu bağlamda OSB' li bireylerin yakın çevresinin (aile, doktor ve öğretmen) bilgilendirilmesi ve farkındalığının arttırılması gereklidir. Ayrıca fiziksel aktivitenin OSB' li bireylerin uyku döngüsü üzerindeki etkisi objektif yöntemlerle ele alınmalı ve fizyolojik mekanizması ortaya koyulmalıdır.

KAYNAKÇA

Ansari, S., AdibSaber, F., Elmieh, A., & Gholamrezaei, S. (2021). The effect of water-based intervention on sleep habits and two sleep-related cytokines in children with autism. *Sleep Medicine*, *82*, 78–83. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.03.045

Benson, S., Bender, A. M., Wickenheiser, H., Naylor, A., Clarke, M., Samuels, C. H., & Werthner, P. (2019). Differences in sleep patterns, sleepiness, and physical activity levels between young adults with

autism spectrum disorder and typically developing controls. *Developmental Neurorehabilitation*, *22*(3), 164–173. https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1501777

Brand, S., Jossen, S., Holsboer-Trachsler, E., Pühse, U., & Gerber, M. (2015). Impact of aerobic exercise on sleep and motor skills in children with autism spectrum disorders – a pilot study. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 1911. https://doi.org/10.2147/NDT.S85650

Cortese, S., Wang, F., Angriman, M., Masi, G., & Bruni, O. (2020). Sleep disorders in children and adolescent with autism spectrum disorder: diagnosis epidemiology and management . *CNS Drugs*, *34*, 415–423.

Cortesi, F., Giannotti, F., Ivanenko, A., & Johnson, K. (2010). Sleep in children with autistic spectrum disorder. *Sleep Medicine*, *11*(7), 659–664. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.01.010

Devnani, P., & Hegde, A. (2015). Autism and sleep disorders. *Journal of Pediatric Neurosciences*, *10*(4), 304. https://doi.org/10.4103/1817-1745.174438

Díaz-Román, A., Zhang, J., Delorme, R., Beggiato, A., & Cortese, S. (2018). Sleep in youth with autism spectrum disorders: systematic review and meta-analysis of subjective and objective studies. *Evidence Based Mental Health*, *21*(4), 146–154. https://doi.org/10.1136/ebmental-2018-300037

Ebisawa, T. (2007). Circadian Rhythms in the CNS and Peripheral Clock Disorders: Human Sleep Disorders and Clock Genes. *Journal of Pharmacological Sciences*, *103*(2), 150–154. https://doi.org/10.1254/jphs.FMJ06003X5

Elsabbagh, M., Divan, G., Koh, Y., Kim, Y. S., Kauchali, S., Marcín, C., Montiel-Nava, C., Patel, V., Paula, C. S., Wang, C., Yasamy, M. T., & Fombonne, E. (2012). Global Prevalence of Autism and Other Pervasive Developmental Disorders. *Autism Research*, *5*(3), 160–179. https://doi.org/10.1002/aur.239

Grivas, T. B., & Savvidou, O. D. (2007). Melatonin the “light of night” in human biology and adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis*, *2*(1), 6. https://doi.org/10.1186/1748-7161-2-6

Krakowiak, P., Goodlin-Jones, B., Hertz-Picciotto, I., Croen, L. A., & Hansen, R. L. (2008). Sleep problems in children with autism spectrum disorders, developmental delays, and typical development: a population-based study. *Journal of Sleep Research*, *17*(2), 197–206. https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2008.00650.x

Liang, X., Haegele, J. A., Healy, S., Tse, A. C.-Y., Qiu, H., Zhao, S., & Li, C. (2023). Age-Related Differences in Accelerometer-Assessed Physical Activity and Sleep Parameters Among Children and Adolescents With and Without Autism Spectrum Disorder. *JAMA Network Open*, *6*(10), e2336129. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.36129

Liu, X., Hubbard, J. A., Fabes, R. A., & Adam, J. B. (2006). Sleep Disturbances and Correlates of Children with Autism Spectrum Disorders. *Child Psychiatry and Human Development*, *37*(2), 179–191. https://doi.org/10.1007/s10578-006-0028-3

Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G., & Veenstra-Vanderweele, J. (2018). Autism spectrum disorder. *The Lancet*, *392*(10146), 508–520. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31129-2

Melke, J., Goubran Botros, H., Chaste, P., Betancur, C., Nygren, G., Anckarsäter, H., Rastam, M., Ståhlberg, O., Gillberg, I. C., Delorme, R., Chabane, N., Mouren-Simeoni, M.-C., Fauchereau, F., Durand, C. M., Chevalier, F., Drouot, X., Collet, C., Launay, J.-M., Leboyer, M., … Bourgeron, T. (2008). Abnormal

melatonin synthesis in autism spectrum disorders. *Molecular Psychiatry*, *13*(1), 90–98. https://doi.org/10.1038/sj.mp.4002016

Miyamoto, A., Oki, J., Takahashi, S., & Okuno, A. (1999). Serum melatonin kinetics and long-term melatonin treatment for sleep disorders in Rett syndrome. *Brain and Development*, *21*(1), 59–62. https://doi.org/10.1016/S0387-7604(98)00072-2

Nguyen, T. D., Guinot, M., & Bricout, V.-A. (2021). Effect of Daily Physical Activity on Sleep Characteristics in Children with Autism Spectrum Disorder. *Sports*, *9*(7), 91. https://doi.org/10.3390/sports9070091

Nogueira, H. A., de Castro, C. T., da Silva, D. C. G., & Pereira, M. (2023). Melatonin for sleep disorders in people with autism: Systematic review and meta-analysis. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, *123*, 110695. https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2022.110695

Oriel, K. N., Kanupka, J. W., DeLong, K. S., & Noel, K. (2016). The Impact of Aquatic Exercise on Sleep Behaviors in Children With Autism Spectrum Disorder. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, *31*(4), 254–261. https://doi.org/10.1177/1088357614559212

Reiter, R. J., Tan, D. X., & Galano, A. (2014). Melatonin: Exceeding Expectations. *Physiology*, *29*(5), 325–333. https://doi.org/10.1152/physiol.00011.2014

Reynolds, K. C., Patriquin, M., Alfano, C. A., Loveland, K. A., & Pearson, D. A. (2017). Parent-reported problematic sleep behaviors in children with comorbid autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *39*, 20–32. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2017.04.003

Richdale, A. L., Baker, E., Short, M., & Gradisar, M. (2014). The role of insomnia, pre-sleep arousal and psychopathology symptoms in daytime impairment in adolescents with high-functioning autism spectrum disorder. *Sleep Medicine*, *15*(9), 1082–1088. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2014.05.005

Richdale, A. L., & Schreck, K. A. (2009). Sleep problems in autism spectrum disorders: Prevalence, nature, & possible biopsychosocial aetiologies. *Sleep Medicine Reviews*, *13*(6), 403–411. https://doi.org/10.1016/j.smrv.2009.02.003

Rossignol, D. A., & Frye, R. E. (2011). Melatonin in autism spectrum disorders: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *53*(9), 783–792. https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2011.03980.x

Tairo, M., Takase, M., & Sasaki, H. (1998). Sleep disorder in children with autism. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *52*(2), 182–183. https://doi.org/10.1111/j.1440-1819.1998.tb01018.x

Tordjman, S., Anderson, G. M., Pichard, N., Charbuy, H., & Touitou, Y. (2005). Nocturnal excretion of 6-sulphatoxymelatonin in children and adolescents with autistic disorder. *Biological Psychiatry*, *57*(2), 134–138. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2004.11.003

Tordjman, S., Chokron, S., Delorme, R., Charrier, A., Bellissant, E., Jaafari, N., & Fougerou, C. (2017). Melatonin: Pharmacology, Functions and Therapeutic Benefits. *Current Neuropharmacology*, *15*(3), 434–443. https://doi.org/10.2174/1570159X14666161228122115

Tordjman, S., Najjar, I., Bellissant, E., Anderson, G., Barburoth, M., Cohen, D., Jaafari, N., Schischmanoff, O., Fagard, R., Lagdas, E., Kermarrec, S., Ribardiere, S., Botbol, M., Fougerou, C., Bronsard, G., & Vernay-Leconte, J. (2013). Advances in the Research of Melatonin in Autism Spectrum Disorders:

Literature Review and New Perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, *14*(10), 20508–20542. https://doi.org/10.3390/ijms141020508

Tse, A. C., Lee, P. H., Zhang, J., Chan, R. C., Ho, A. W., & Lai, E. W. (2022). Effects of exercise on sleep, melatonin level, and behavioral functioning in children with autism. *Autism*, *26*(7), 1712–1722. https://doi.org/10.1177/13623613211062952

Tse, C. Y. A., Lee, H. P., Chan, K. S. K., Edgar, V. B., Wilkinson-Smith, A., & Lai, W. H. E. (2019). Examining the impact of physical activity on sleep quality and executive functions in children with autism spectrum disorder: A randomized controlled trial. *Autism*, *23*(7), 1699–1710. https://doi.org/10.1177/1362361318823910

Wachob, D., & Lorenzi, D. G. (2015). Brief Report: Influence of Physical Activity on Sleep Quality in Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(8), 2641–2646. https://doi.org/10.1007/s10803-015-2424-7

Waddington, H., McLay, L., Woods, L., & Whitehouse, A. J. O. (2020). Child and Family Characteristics Associated with Sleep Disturbance in Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *50*(11), 4121–4132. https://doi.org/10.1007/s10803-020-04475-7

Whelan, S., Mannion, A., Madden, A., Berger, F., Costello, R., Ghadiri Foroshani, S., & Leader, G. (2022). Examining the Relationship Between Sleep Quality, Social Functioning, and Behavior Problems in Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Nature and Science of Sleep*, *Volume 14*, 675–695. https://doi.org/10.2147/NSS.S239622

Wu, Z., Huang, S., Zou, J., Wang, Q., Naveed, M., Bao, H., Wang, W., Fukunaga, K., & Han, F. (2020). Autism spectrum disorder (ASD): Disturbance of the melatonin system and its implications. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, *130*, 110496. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110496

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

KRONİK BOYUN AĞRILI BİREYLERDE KİNEZYOFOBİ İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Emine Aslan Telci
Pamukkale Üniversitesi, eatelci@pau.edu.tr- 0000-0003-2749-295X
Öğr. Gör. Fatma Nur Altın
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, ftmnrltn@gmail.com- 0000-0002-9782-3964
Uzm. Fzt. Elif Nur Taşcıoğlu
Pamukkale Üniversitesi, elifnurtascioglu@gmail.com- 0000-0002-8995-3734

ÖZET

Boyun ağrısı, en sık bildirilen kas-iskelet sistemi problemlerindendir ve birçok biyolojik, psikolojik, davranışsal ve sosyal faktörden etkilenebilir. Bu durum boyun ağrısına katkıda bulunan asıl faktörleri ve bu faktörlerin boyun ağrısı ile ilişkisini tanımlamayı zorlaştırır. Boyun ağrısı olan hastalarda etkilenmiş eklem hareket açıklığı (EHA), günlük aktivitelerde yüksek boyun özrü gibi problemlere ek olarak ağrıyı felaketleştirme ve hareket korkusu gibi uygunsuz emosyonel ve kognitif davranışlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmamızın amacı boyun ağrılı bireylerde kinezyofobi ile ilişkili olabilecek faktörleri (yaş, vücut kitle indeksi (VKİ), eklem hareket açıklığı, boyun özür düzeyi) incelemektir. Çalışmaya Pamukkale Üniversitesi Spinal Ağrı Ünitesi'nde tedavi gören orta şiddette boyun ağrısına sahip (Vizüel Analog Skala ≥ 3.5), 30 birey dahil edildi. Boyun ağrısına sahip bireylerde ağrı vizüel analog skala, EHA universal gonyometre, boyun özür düzeyi Boyun Özür Göstergesi (BÖG) ve hareket korkusu Tampa Kinezyofobi Ölçeği kullanılarak değerlendirildi. Çalışmamıza yaş ortalaması 41,66±11,04 olan 30 kronik boyun ağrılı (15 kadın; 15 erkek) birey dahil edildi. Dahil edilen bireylerin Tampa Kinezyofobi skoru (ortalama puan: 43,9±6,99) ile diğer parametreler arasındaki ilişki incelendiğinde, yalnızca yaş (ortalama yaş 41,66±11,04 yıl) ile pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki saptandı (r=0,457). Elde ettiğimiz bu sonuç, boyun ağrısı olan bireylerde özellikle ileri yaşta hareket korkusunun arttığını göstermiştir. İleri yaşla birlikte hareket korkusunun neden olabileceği sağlık problemlerinin önüne geçmek için koruyucu rehabilitasyon uygulamalarının ve kognitif-davranışsal eğitimin önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: boyun ağrısı, hareket korkusu, eklem hareket açıklığı

1. GİRİŞ

Kronik boyun ağrısı, popülasyonun %17-19'unda günlük yaşam aktivitelerini kısıtlayan ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen, kas-iskelet sistemi problemlerinden biridir (Carvalho ve ark., 2018). Biyolojik, psikolojik, davranışsal ve sosyal birçok faktörden etkilenen çok yönlü bir problem olarak karşımıza çıkar (Kazeminasab ve ark., 2022). Boyun ağrısının bu kompleks etyolojisi, ağrıya katkıda bulunan ve ağrı sonucunda ortaya çıkan faktörlerin ilişkisinin belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalara göre kronik ağrıda yaralanan dokunun lokal inflamasyonu, periferik duyu nöronlarının (nosiseptörler) duyarlılığını artırarak merkezi sinir sistemine tekrarlayan anormal afferent girdiye neden olur (Yam ve ark., 2018). Bunun sonucunda hastalarda azalmış eklem hareket açıklığı (EHA), artmış boyun özrü (Sjolander ve ark., 2008) gibi fiziksel semptomlara ek olarak hareket korkusu gibi uygunsuz emosyonel ve kognitif davranışlar ortaya çıkmaktadır (Lee ve ark., 2015). Yapılan araştırmalar kronik ağrının özellikle korku kaçınma davranışlarını tetiklediği ve kinezyofobi ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu bildirmiştir (Kluetsch ve ark., 2012; Luque-Suarez ve ark., 2019).

Kinezyofobi veya ağrıyla ilişkili korku davranışı 1990 yılında Miler, Kori ve Todd tarafından hastanın bir yaralanma durumunda ağrı ve yeniden yaralanma riskine ilişkin kaygı duyması nedeniyle fiziksel aktivite ve hareketin azalmasıyla sonuçlanan aşırı korku durumu olarak tanımlanmıştır (Miller ve ark., 1991; Luque-Suarez ve ark., 2019). Beklenen veya gerçek bir ağrıya verilen abartılı olumsuz bilişsel ve duygusal tepki, ağrıyı felaketleştirme olarak ifade edilir (Miller ve ark., 2020). Ağrının olası olumsuz yönlerinin artması, stresli düşüncelerden uzaklaşamama ve ağrıyla baş etmede çaresizlik duygusu ile karakterizedir (Miller ve ark., 2020). Özellikle uzun süreli ağrılarda, hastalar kronik ağrıyı ve fonksiyonel disabiliteyi sürdüren bir döngüye girdikçe sorun olarak kötüleşmeye başlar ve hastaların etkilenme ve ağrı algılama eşikleri kötüleşir (Neelapala ve ark., 2016; Ishak ve ark., 2017).

Kinezyofobi ve katastrofik davranışlar somatosensoriyel sistemde değişikliklere neden olabilir ve boyun ağrısının tekrarlamasına neden olabilir (R. S. Reddy ve ark., 2021). Çünkü fiziksel aktiviteden kaçınılması sonucunda kinezyofobi, fonksiyonel yeteneğin bozulmasına yol açarak mobilitenin azalmasına ve kronik ağrıya yol açabilir (De Vroey ve ark., 2020). Bu nedenle kinezyofobi hastaların genel fonksiyonel performanslarını ve yaşam kalitelerini olumsuz yönde etkiler (De Vroey ve ark., 2020; Ravi Shankar Reddy ve ark., 2021). Literatürde yer alan bu bilgilere bakarak kinezyofobi ile ilişkili faktörler daha ayrıntılı incelenmeli ve bu faktörler belirlenerek etkili müdahale yaklaşımları geliştirilmelidir. Bu nedenle çalışmamızın amacı boyun ağrılı bireylerde kinezyofobi ile ilişkili olabilecek faktörleri (yaş, cinsiyet, VKİ, ağrı, eklem hareket açıklığı (EHA), boyun özür düzeyi) incelemekti.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR (veya UYGULAMALAR)

2.1. Çalışma Tasarımı

Bu çapraz kesitsel çalışmaya Pamukkale Üniversitesi Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon ünitesi Spinal Ağrı Ünitesi'ne başvuran boyun ağrılı bireyler dahil edildi. Tüm katılımcılara çalışma ile ilgili bilgi verildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcılar değerlendirilmeye alındı.

2.2. Katılımcılar

Toplamda 31 boyun ağrılı çalışmaya katılmayı kabul etti. Dahil etme kriterleri araştırmaya katılmayı kabul eden, 18-65 yaş arası boyun ağrısına sahip, ağrı seviyesi orta-yüksek şiddetteki (Vizüel Analog Skala (VAS) ≥ 3,5 cm) katılımcılardı. Dışlama kriterleri ise servikal bölgede akut cerrahi öyküsü, vertebra kırıkları, metastatik tümör varlığı, değerlendirmeler sırasında tedavi almaktı. Çalışmaya katılmayı kabul eden bireylerden bir kişinin ağrı seviyesi dahil etme kriterlerini karşılamadığı için çalışmadan dışlandı (VAS=1,5 cm). Toplamda 30 boyun ağrılı birey (15 kadın ve 15 erkek) çalışmaya dahil edildi.

2.3. Sonuç Ölçütleri

Katılımcıların yaş, cinsiyet, boy, kilo, VKİ bilgileri kaydedildikten sonra ağrı şiddeti Görsel Analog Skala (*Visual Analog Scale*), EHA universal gonyometre, boyun özür seviyesi Boyun Özür Göstergesi (BÖG-*Neck Disability Index*), hareket korkusu Tampa Kinezyofobi Ölçeği (TKÖ-*Tampa Scale for Kinesiophobia*) kullanılarak değerlendirildi.

VAS 0 ila 10 puan arasında değişen puanlarla (0= ağrı yok, 10= maksimum ağrı) ağrı algısını değerlendirmek için kullanılır (Reips & Funke, 2008).

TKÖ 17 maddeden oluşan hareket/tekrar yaralanma korkusunu ölçmek amacıyla geliştirilen bir ölçektir. Ölçekte 4 puanlık Likert puanlaması (1= Kesinlikle katılmıyorum, 4= Tamamen katılıyorum) kullanılmaktadır. 4, 8, 12 ve 16. maddenin ters çevrilmesinden sonra total bir puan hesaplanmaktadır. Kişi 17-68 arasında total bir skor almaktadır. Ölçekte kişinin aldığı puanın yüksek oluşu kinezyofobisinin de yüksek olduğunu göstermektedir (Vlaeyen & Linton, 2000; Yilmaz ve ark., 2011).

BÖG, ağrıların hastaların aktivitelerini ne kadar etkilediğini ölçen 10 soruluk bir ölçektir. Ağrı şiddeti, kişisel bakım, yük taşıma, iş, baş ağrıları, konsantrasyon, uyuma, araba sürme, okuma ve rekreasyon konularını içermektedir (Telci ve ark., 2009).

2.4. İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon analizi, IBM SPSS istatistik yazılımı sürüm 20 (IBM Corporation, ABD) kullanılarak yapıldı. Çalışmanın kritik değerlerinin anlamlılığı $p<0,05$ olarak belirlendi. Shapiro-Wilk testi kullanılarak çalışma değişkenlerinin normalliği analiz edildi. Kinezyofobi ile yaş, cinsiyet, VKİ, boyun ağrısı şiddeti, eklem hareket açıklığı, boyun özür düzeyi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için Pearson korelasyon analizi kullanıldı. $r <0,3$ = hafif, $r= 0,31-6,9$ = orta ve $r >0,7$ = güçlü olarak kabul edildi.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Toplamda 30 bireyin verileri analiz edildi. Tablo 1, katılımcıların demografik özelliklerini (yaş, cinsiyet, boy, kilo, VKİ) ve değerlendirme ölçümlerini (boyun ağrısı şiddeti, eklem hareket açıklığı, boyun özür düzeyi ve kinezyofobi) değerlerini göstermektedir. Mevcut araştırmaya katılan boyun ağrılı bireylerin yaş ortalaması 41,66±11,04 yıl (20-62 yıl); TKÖ puanı ortalaması 43,9±6,99'du.

Çizelge 1. Katılımcıların demografik verileri ve ölçüm değerleri (n=30)

	Ortalama ± SS	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	41,66±11,04	20	62
Boy (cm)	170,33±7,42	160	184
Kilo (kg)	69,96±14,21	47	100
VKİ	24,03±4,17	16,9	33,46
VAS	5±1,08	3,5	7,3
TKÖ	43,9±6,99	28	58
BÖG	12,9±6,13	5	26
EHA total	234,1±38,95	142	302

cm: santimetre kg: kilogram VKİ: vücut kitle indeksi VAS: vizüel analog skala TKÖ: Tampa Kinezyofobi Ölçeği BÖG: Boyun Özür Göstergesi EHA total: Eklem Hareket Açıklığı total

Kinezyofobi ile yaş, cinsiyet, VKİ, boyun ağrısı şiddeti, eklem hareket açıklığı ölçümü, BÖG arasındaki korelasyonlar Tablo 2'de gösterilmiştir. Dahil edilen bireylerin Tampa Kinezyofobi değerleri ile diğer parametreler arasındaki korelasyon incelendiğinde yalnızca Tampa Kinezyofobi Ölçek puanı ve yaş arasında pozitif yönde orta düzeyde bir korelasyon gözlendi (r=0,457). Tampa Kinezyofobi Ölçek puanı ile diğer parametreler arasında anlamlı seviyede bir korelasyon yoktu (p>0,05).

Çizelge 2. Kinezyofobi ile yaş, cinsiyet, VKİ, boyun ağrısı şiddeti, eklem hareket açıklığı ölçümü, BÖG arasındaki korelasyonlar (n=30)

Değişkenler	Tampa Kinezyofobi Ölçeği	
	r	p
Yaş (yıl)	**0,45**	**0,011***
Cinsiyet	0,31	0,09
VKİ	0,24	0,18
VAS	-0,17	0,37
BÖG	0,09	0,6
EHA total	0,23	0,217

VKİ: vücut kitle indeksi VAS: vizüel analog skala TKÖ: Tampa Kinezyofobi Ölçeği BÖG: Boyun Özür Göstergesi EHA total: Eklem Hareket Açıklığı total

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma, kronik boyun ağrılı bireylerde kinezyofobi ile ilişkili olabilecek faktörleri araştırmayı amaçladı. Çalışmamızın bulgularında kinezyofobi, yaş ile anlamlı pozitif korelasyon gösterdi. Ancak kinezyofobi ile araştırdığımız diğer parametreler arasında (cinsiyet, VKİ, ağrı, eklem hareket açıklığı, boyun özür düzeyi) anlamlı bir korelasyon yoktu.

Yetişkin populasyonun yaklaşık %50'si yaşamları boyunca en az bir kez boyun ağrısı yaşamaktadır. Boyun ağrısı, global özre neden sağlık problemleri arasında dördüncü sırada yer alır (Fejer ve ark., 2006; Hoy ve ark., 2014). Özellikle psikososyal faktörler boyun ağrısını ve boyun ağrısından kaynaklanan disabiliteye aracılık etmektedir (Mäntyselkä ve ark., 2010). Hareket korkusu, anksiyete veya depresyon gibi psikolojik faktörler kronik boyun ağrısıyla ilişkilidir (Mäntyselkä ve ark., 2010). Bu psikolojik faktörler, "korku kaçınma modeli" ile açıklanan fonksiyonellikte azalmaya yol açarak, acı verici deneyimlerin tetiklendiği eşiği

düşüren psikolojik ve fiziksel faktörlerden oluşan kısır bir döngüye yol açar (Leeuw ve ark., 2007; Hudes, 2011; Lopez-de-Uralde-Villanueva ve ark., 2017).

Literatüre bakıldığında çok az sayıda çalışma kinezyofobiyi etkileyebilecek faktörleri araştırmıştır. Devecchi ve ark. azalmış EHA ve kinezyofobi arasında zayıf bir korelasyon (r= -0,24) bildirmiştir (Devecchi ve ark., 2022). Bir başka çalışmada Sarig Bahat ve ark. 25 boyun ağrısına sahip katılımcıyı değerlendirmiş (ortalama yaş: 54,3), azalmış servikal EHA, kinezyofobi ile zayıf-orta seviyede (0,41>r>0.57); boyun özür düzeyi ile zayıf düzeyde (r=0,46) korelasyon göstermiştir (Sarig Bahat ve ark., 2014). Çalışmamızda EHA ve boyun özür düzeyi ile kinezyofobi arasında korelasyon bulunmamıştır. Literatürde yer alan diğer çalışmalara dahil edilen katılımcıların boyun özür düzeyi çalışmamızdaki katılımcılardan çok daha yüksekti. Bu nedenle diğer çalışmaların dahil ettiği katılımcıların boyun eklem hareket açıklığının daha çok etkilenmiş olabileceği, böylece diğer çalışmaların zayıf-orta düzeyde de olsa anlamlı korelasyon bulmasına neden olabileceğini düşünüyoruz.

Literatürde yer alan diğer çalışmalar kinezyofobi ile ağrı düzeyinin ilişkisine bakmıştır. Bunlardan biri olan Asiri ve ark. çalışmalarında 64 katılımcıda ağrı ve kinezyofobi arasında yüksek düzeyde (r=0,81) korelasyon bulmuştur (Asiri ve ark., 2021). Günay ve ark. ise 87 non-spesifik kronik boyun ağrılı bireyi değerlendirmiş ve ağrı şiddeti arasında herhangi bir korelasyon bulamamıştır (Gunay Ucurum, 2019). Çalışmamızda Günay ve ark. çalışmasına benzer şekilde ağrı ve kinezyofobi arasında bir ilişki bulunmamıştır. Bulgular arasındaki bu fark Asiri ve ark. çalışmasına dahil ettiği katılımcıların hem ağrı hem de kinezyofobi ortalama değerlerinin, Günay ve ark.'nın çalışmasındaki ve bizim çalışmamızdaki ortalama ağrı ve kinezyofobi değerlerinden daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Bir diğer neden Asiri ve ark. çalışmasındaki dahil edilen katılımcıların yaş ortalamasının, Günay ve ark. çalışmasından ve bizim çalışmamızdan çok daha yüksekti. Bu fark kinezyofobi ve ağrı arasında ilişki bulamamamızı açıklayabilir. Çünkü kronik boyun ağrılı yaşlı bireylerin ağrı yoğunluğuna ve kinezyofobiye karşı daha az direnç gösterebileceği bildirilmiştir (Ishak ve ark., 2017). Çalışmamızda literatürde yer alan bu bilgiye paralel bir bulguya sahiptik. Dahil ettiğimiz boyun ağrılı bireylerden elde ettiğimiz bulgular yaş ile kinezyofobi arasında orta düzeyde anlamlı bir korelasyon gösterdi. Hem mevcut literatürde yer alan bulgular hem de çalışmamızın bulguları yaş arttıkça kinezyofobinin artış göstereceğini desteklemektedir.

TKÖ için 37'den büyük puanlar yüksek derecede kinezyofobiyi göstermektedir. Çalışmamızdaki katılımcıların ortalama TKÖ puanı yüksek derecede kinezyofobiyi göstermektedir. Bu sonuç boyun ağrılı bireylerde ağrı düzeyinden bağımsız olarak kinezyofobinin ortaya çıkabileceğini bize göstermektedir. Kinezyofobinin ağrı dışında kişisel, emosyonel, çevresel birçok faktörden etkilenmesi nedeniyle bu faktörlerin ayrıntılı olarak incelenmesi ve daha çok araştırılması gerekmektedir.

Çalışmamızın bazı limitasyonlar mevcuttu. Bunlardan en önemlisi çalışmamıza dahil edilen örneklem büyüklüğünün literatürdeki benzer bazı çalışmalara göre daha küçük olmasıdır. Bu limitasyon çalışmamızda değerlendirdiğimiz kinezyofobi ile ilişkili faktörlerin belirlenmesini engellemiş olabilir. Bir diğer limitasyon çalışmamızda yer alan katılımcıların VAS değerlerinin 3,5-7,3 arasında değişmesiydi. Bu çalışmamızın boyun ağrılı bireylerde genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bu nedenle gelecekteki araştırmalar daha yüksek

(VAS≥7,5) ve daha düşük (VAS≤3,4) ağrı düzeyine sahip katılımcılarda ağrı düzeyi ile kinezyofobi arasındaki korelasyonu incelemelidir.

Sonuç olarak orta şiddetli boyun ağrısına sahip katılımcılarda ağrı şiddeti ve özür düzeyinden bağımsız olarak hareket korkusu ortaya çıkmıştır ve hareket korkusu bireylerin yaşı ilerledikçe artmaktadır. Bu bulgular özellikle ileri yaştaki kronik boyun ağrılı bireylerde psikososyal ve kognitif faktörlerin göz ardı edilmemesi gerektiği ve kognitif-davranışsal tedavi yaklaşımların rehabilitasyon programına dahil edilmesinin önemini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Asiri, F., Reddy, R. S., Tedla, J. S., MA, A. L., Alshahrani, M. S., Govindappa, S. C., & Sangadala, D. R. (2021). Kinesiophobia and its correlations with pain, proprioception, and functional performance among individuals with chronic neck pain. *PLoS One*, *16*(7), e0254262. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254262

Carvalho, R. C. d., Maglioni, C. B., Machado, G. B., Araújo, J. E. d., Silva, J. R. T. d., & Silva, M. L. d. (2018). Prevalence and characteristics of chronic pain in Brazil: a national internet-based survey study. *BrJP*, *1*, 331-338.

De Vroey, H., Claeys, K., Shariatmadar, K., Weygers, I., Vereecke, E., Van Damme, G., Hallez, H., & Staes, F. (2020). High Levels of Kinesiophobia at Discharge from the Hospital May Negatively Affect the Short-Term Functional Outcome of Patients Who Have Undergone Knee Replacement Surgery. *J Clin Med*, *9*(3). https://doi.org/10.3390/jcm9030738

Devecchi, V., Alalawi, A., Liew, B., & Falla, D. (2022). A network analysis reveals the interaction between fear and physical features in people with neck pain. *Scientific reports*, *12*(1), 11304.

Fejer, R., Kyvik, K. O., & Hartvigsen, J. (2006). The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *European spine journal*, *15*, 834-848.

Gunay Ucurum, S. (2019). The relationship between pain severity, kinesiophobia, and quality of life in patients with non-specific chronic neck pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*, *32*(5), 677-683. https://doi.org/10.3233/BMR-171095

Hoy, D., March, L., Woolf, A., Blyth, F., Brooks, P., Smith, E., Vos, T., Barendregt, J., Blore, J., & Murray, C. (2014). The global burden of neck pain: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Annals of the rheumatic diseases*, *73*(7), 1309-1315.

Hudes, K. (2011). The Tampa Scale of Kinesiophobia and neck pain, disability and range of motion: a narrative review of the literature. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, *55*(3), 222.

Ishak, N. A., Zahari, Z., & Justine, M. (2017). Kinesiophobia, Pain, Muscle Functions, and Functional Performances among Older Persons with Low Back Pain. *Pain Res Treat*, *2017*, 3489617. https://doi.org/10.1155/2017/3489617

Kazeminasab, S., Nejadghaderi, S. A., Amiri, P., Pourfathi, H., Araj-Khodaei, M., Sullman, M. J. M., Kolahi, A. A., & Safiri, S. (2022). Neck pain: global epidemiology, trends

and risk factors. *BMC Musculoskelet Disord*, *23*(1), 26. https://doi.org/10.1186/s12891-021-04957-4

Kluetsch, R. C., Schmahl, C., Niedtfeld, I., Densmore, M., Calhoun, V. D., Daniels, J., Kraus, A., Ludaescher, P., Bohus, M., & Lanius, R. A. (2012). Alterations in default mode network connectivity during pain processing in borderline personality disorder. *Arch Gen Psychiatry*, *69*(10), 993-1002. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2012.476

Lee, H., Hubscher, M., Moseley, G. L., Kamper, S. J., Traeger, A. C., Mansell, G., & McAuley, J. H. (2015). How does pain lead to disability? A systematic review and meta-analysis of mediation studies in people with back and neck pain. *Pain*, *156*(6), 988-997. https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000000146

Leeuw, M., Goossens, M. E., Linton, S. J., Crombez, G., Boersma, K., & Vlaeyen, J. W. (2007). The fear-avoidance model of musculoskeletal pain: current state of scientific evidence. *Journal of behavioral medicine*, *30*, 77-94.

Lopez-de-Uralde-Villanueva, I., Notario-Perez, R., Del Corral, T., Ramos-Diaz, B., Acuyo-Osorio, M., & La Touche, R. (2017). Functional limitations and associated psychological factors in military personnel with chronic nonspecific neck pain with higher levels of kinesiophobia. *Work*, *58*(3), 287-297. https://doi.org/10.3233/WOR-172634

Luque-Suarez, A., Martinez-Calderon, J., & Falla, D. (2019). Role of kinesiophobia on pain, disability and quality of life in people suffering from chronic musculoskeletal pain: a systematic review. *Br J Sports Med*, *53*(9), 554-559. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098673

Mäntyselkä, P., Lupsakko, T., Kautiainen, H., & Vanhala, M. (2010). Neck–shoulder pain and depressive symptoms: a cohort study with a 7-year follow-up. *European Journal of Pain*, *14*(2), 189-193.

Miller, M. B., Roumanis, M. J., Kakinami, L., & Dover, G. C. (2020). Chronic Pain Patients' Kinesiophobia and Catastrophizing are Associated with Activity Intensity at Different Times of the Day. *J Pain Res*, *13*, 273-284. https://doi.org/10.2147/JPR.S230039

Miller, R. P., Kori, S. H., & Todd, D. D. (1991). The Tampa Scale: a measure of kinisophobia. *The Clinical journal of pain*, *7*(1), 51.

Neelapala, Y. R., Reddy, Y. R. S., & Danait, R. (2016). Effect of mulligan's posterolateral glide on shoulder rotator strength, scapular upward rotation in shoulder pain subjects–a randomized controlled trial. *Journal of Musculoskeletal Research*, *19*(03), 1650014.

Reddy, R. S., Meziat-Filho, N., Ferreira, A. S., Tedla, J. S., Kandakurti, P. K., & Kakaraparthi, V. N. (2021). Comparison of neck extensor muscle endurance and cervical proprioception between asymptomatic individuals and patients with chronic neck pain. *J Bodyw Mov Ther*, *26*, 180-186. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.12.040

Reddy, R. S., Meziat-Filho, N., Ferreira, A. S., Tedla, J. S., Kandakurti, P. K., & Kakaraparthi, V. N. (2021). Comparison of neck extensor muscle endurance and cervical proprioception between asymptomatic individuals and patients with chronic neck pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *26*, 180-186.

Reips, U.-D., & Funke, F. (2008). Interval-level measurement with visual analogue scales in Internet-based research: VAS Generator. *Behavior research methods*, *40*(3), 699-704.

Sarig Bahat, H., Weiss, P. L., Sprecher, E., Krasovsky, A., & Laufer, Y. (2014). Do neck kinematics correlate with pain intensity, neck disability or with fear of motion? *Man Ther*, *19*(3), 252-258. https://doi.org/10.1016/j.math.2013.10.006

Sjolander, P., Michaelson, P., Jaric, S., & Djupsjobacka, M. (2008). Sensorimotor disturbances in chronic neck pain--range of motion, peak velocity, smoothness of movement, and repositioning acuity. *Man Ther*, *13*(2), 122-131. https://doi.org/10.1016/j.math.2006.10.002

Telci, E. A., Karaduman, A., Yakut, Y., Aras, B., Simsek, I. E., & Yagli, N. (2009). The cultural adaptation, reliability, and validity of neck disability index in patients with neck pain: a Turkish version study. *Spine*, *34*(16), 1732-1735.

Vlaeyen, J. W., & Linton, S. J. (2000). Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain*, *85*(3), 317-332.

Yam, M. F., Loh, Y. C., Tan, C. S., Khadijah Adam, S., Abdul Manan, N., & Basir, R. (2018). General Pathways of Pain Sensation and the Major Neurotransmitters Involved in Pain Regulation. *Int J Mol Sci*, *19*(8). https://doi.org/10.3390/ijms19082164

Yilmaz, Ö. T., Yakut, Y., Uygur, F., & Uluğ, N. (2011). Tampa Kinezyofobi Ölçeği'nin Türkçe versiyonu ve test-tekrar test güvenirliği. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*, *22*(1), 44-49.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİSİ BOYUN AĞRILI GENÇ BİREYLERDE POSTÜRAL FARKINDALIK İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Emine ASLAN TELCİ

Pamukkale Üniversitesi, eatelci@pau.edu.tr- 0000-0003-2749-295X

Öğr. Gör. Fatma Nur ALTIN

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, ftmnrltn@gmail.com- 0000-0002-9782-3964

ÖZET

Giriş: Boyun ağrısı günümüzde kronik ağrı sıralamasında, bel ağrısından sonra ikinci sırayı oluşturan ve özre neden olabilen önemli bir sağlık problemidir. Genel nüfusta her üç kişiden biri hayatlarının bir döneminde çeşitli nedenlere bağlı olarak gelişen boyun ağrısından şikayetçi olmaktadır. Farkındalık, bilincin özel bir şekli olarak değerlendirilmektedir. Sinir bilimine göre, beden farkındalığı beynin, bedenin diğer bölümlerinden ve dışarıdan aldığı mesajların farkına varmasıdır. Bu çalışmada boyun ağrısı olan bireylerde postüral alışkanlık, postüral farkındalık ile ilişkili faktörler incelenmekti. **Yöntem:** Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesinde eğitim gören çalışmaya katılmaya gönüllü olan son sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirildi. Çalışmaya yaş aralığı 21-36 arasında olmak üzere (ortalama yaş: 24,22 ± 4,69 yıl) toplam 42 gönüllü (24 kadın, 18 erkek) boyun ağrısı olan öğrenci katıldı. Çalışmaya katılan tüm bireylerin demografik verileri kaydedildikten sonra Görsel Analog Skalası (GAS), Algılanan Stres Ölçeği (ASÖ), Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HADÖ) ve Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği (PAFÖ) uygulandı. **Bulgular:** Bu çalışmanın sonuçları, PAFÖ- pozisyonel farkındalık ile boyun ağrısı şiddeti arasında negatif ve orta düzeyde bir ilişki olduğunu gösterdi(r=-0,438). Aynı zamanda PAFÖ-duruşu bozan etkenlerin farkındalığı ile HADÖ- anksiyete ölçeği arasında (r=0,318) ve algılanan stres düzeyi arasında (r=0,485) anlamlı bir ilişki saptandı. **Tartışma:** Bu çalışmanın sonuçları, boyun ağrılı genç bireylerde postüral farkındalığın, ağrı şiddeti, anksiyete ve algılanan stres ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Çalışmamızın sonuçları boyun ağrılı genç bireylerde postüral farkındalık eğitiminin fiziksel ve ruhsal sağlık parametrelerine olumlu etki yapacağını düşündürmüştür. Konu ile ilgili yapılacak daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Boyun ağrısı, genç bireyler, postüral farkındalık, stres, anksiyete

1.GİRİŞ

Boyun ağrısı, üst nukhal çizginin üstünden başlayarak boynun yan kısmını da içeren ve altta T1 omurundan yatay bir çizgiyle sınırlanan bir ağrı bölgesidir (Bogduk, 2003). Genel popülasyonda sık görülen boyun ağrısı, yetişkinlerde yaklaşık olarak %20,3'lük bir prevalansa sahiptir (Genebra vd., 2017). Kronik boyun ağrısına genç bireylerde de sıklıkla rastlanmaktadır (Hoftun vd., 2008).

Farkındalık, bilincin özel bir şekli olarak değerlendirilmektedir. Postür, bir kişinin vücudunun uzaydaki pozisyonunu, vücut parçalarının zaman içinde bir noktada birbirleriyle ve çevreyle ilişkili olarak hizalanmasını ifade eder ve vücudun her bir ekleminden etkilenir (Cramer vd., 2018) Postüral farkındalık, kişinin vücudunun aldığı pozisyonun, yani propriyosepsiyonun bilinçli farkındalığına giren öznel yönü ile ilgilidir (Mehling vd., 2009). Bu kavram, vücut işleviyle ilgili, vücudun kullanımı ve çevresiyle etkileşimi açısından nasıl kullanıldığına dair farkındalığı ifade eder. (Bayar vd., 2023).

Kronik kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda duruş ve postüral kontrolü iyileştirmeyi amaçlayan çok sayıda müdahale 'kötü' duruş ve 'zayıf' postüral kontrolün ağrıya, özellikle sırt ve boyun ağrısına etkisi olduğunu bildirmektedir (Brumagne vd., 2008). Özellikle ofis çalışanları, bilgisayar başında uzun süre kalanlarda bu şikâyet daha fazla görülmektedir (Bahat vd., 2014). Öte yandan, epidemiyolojik çalışmalar her zaman kas-iskelet ağrısının vücut duruşu ile ilişkili olduğu fikrini desteklememektedir (Manchikanti, 2000; Manchikanti vd., 2014; Hartvigsen vd., 2000). Duruş ve ağrı arasındaki bağlantılar oldukça karmaşık ve tartışmalı bir şekilde tartışılırken, çalışmalar alışılmış postüral paternlerin iyileştirilmesinin kas-iskelet sistemi ağrısı koşullarında iyileşmelere yol açabileceğini ve kronikleşmeyi veya daha fazla bozulmayı önleyebileceğini göstermiştir (Kent vd., 2015; Laird vd., 2012; Wälti vd., 2015).

Kronik ağrı, uykusuzluk, bunaltı ve depresyonla birlikte görülebilir ve tıbbi, sosyal ve ekonomik bir sorun olarak ortaya çıkabilir. Kronik ağrısı bulunan hastalarda depresyon görülme oranının %10-100 arasında değiştiği, genellikle %50'nin üstünde olduğu bildirilmektedir (Yazıcı vd., 2003).

Boyun ağrılı bireylerde ağrı şiddeti, fonksiyonel durum, psikolojik durum ve postüral farkındalık ilişkisinin netleştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada boyun ağrısı olan bireylerde postüral alışkanlık, postüral farkındalık ile ilişkili faktörler incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Tasarımı

Bu çalışma, Pamukkale Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Fakültesinde eğitim gören çalışmaya katılmaya gönüllü olan son sınıf öğrencileri üzerinde gerçekleştirildi. Çalışmaya 24'i kadın (%57,1), 18'i erkek (%42,9) olmak üzere toplam 42 gönüllü öğrenci katıldı. Çalışmaya katılan bireylerin demografik verileri alındı, ağrı şiddetleri Görsel Analog Skala (GAS) ile sorgulandı. Katılımcılara Algılanan Stres Ölçeği (ASÖ), Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği (HADÖ), Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği (PAFÖ) ölçeği uygulandı.

2.2. Sonuç Ölçütleri

Görsel Analog Skala, basit, hızlı ve tekrarlanabilir sonuçlar elde etmek için tercih edilen bir ölçüm aracıdır. 10 cm'lik bir çizgi üzerinde 0 ile 10 arasında belirli bir nokta işaretlenerek subjektif ağrı değerlendirme yapılmasına olanak sağlar. Bu çizgi üzerinde "0" hiç ağrı olmama durumunu, "10" ise dayanılmaz ağrıyı tanımlamaktadır (Arslan vd., 2016).

Algılanan Stres Ölçeği, Cohen, Kamarck ve Mermelstein (1983) tarafından oluşturulmuştur. ASÖ, bireyin yaşamındaki belirli durumların ne kadar stresli olduğunu ölçmek amacıyla tasarlanmış 14 maddeden oluşmaktadır. Katılımcılar her bir maddenin stres seviyesini "Hiçbir zaman (0)" ile "Çok sık (4)" arasında değişen 5 puanlık Likert tipi bir ölçekte değerlendirirler. Olumlu ifadeler içeren 7 madde ters puanlanmaktadır. ASÖ-14'ün puan aralığı 0 ile 56 arasında değişirken, yüksek bir puan stres algısının yüksek olduğunu gösterir (Bilge vd., 2009).

Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği, Türkçe güvenilirlik ve geçerlilik çalışması yapılmış öz bildirim ölçeğidir. Ölçek, 7'si depresyon, 7'si anksiyete durumunu inceleyen 14 sorudan oluşmaktadır. Cevaplar 4'lü (0- 3) Likert tipi ölçek şeklinde değerlendirilmektedir. Sonuç puanları, anksiyete ve depresyon bölümleri için 0- 21 arasında değişmektedir. Her 2 bölüm içinde 0-7 arasındaki puan değerleri normal kabul edilmektedir. Toplam puan değerinin 8 ve üzerinde olması depresyon ve anksiyete varlığı açısından anlamlı kabul edilmektedir (Sertöz vd., 2004).

Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği, sağlıklı yetişkinlerin postüral alışkanlıkları ve farkındalıkları ile ilgili kendi algılarını değerlendiren bir ölçektir. Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçek 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçek her maddesi 1=kesinlikle katılmıyorum ile 5=kesinlikle katılıyorum arasında puanlanan 5'li likert tipi ölçek şeklindedir. Postüral alışkanlıklarının maksimum puanı 35 ve postüral farkındalığın maksimum puanı 60 olup, toplam maksimum 95'tir. Yüksek puan iyi duruş ve farkındalığı gösterir. Duruş alışkanlıkları maddeleri, ayakta durmak, oturmak, yatmak, alışveriş yapmak ve bazı şeyleri taşımak gibi günlük yaşam aktivitelerinde bireyin tercih ettiği duruşla ilgili ifadeleri içermektedir. Postüral farkındalık maddeleri ise vücut duruşunun sübjektif bilinçli farkındalığı ile ilgili ifadeler içermektedir (Bayar vd., 2023).

2.3. İstatistiksel Analiz

Tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon analizi, IBM SPSS istatistik yazılımı sürüm 20 (IBM Corporation, ABD) kullanılarak yapıldı. Çalışmanın kritik değerlerinin anlamlılığı $p<0,05$ olarak belirlendi. Shapiro-Wilk testi kullanılarak çalışma değişkenlerinin normalliği analiz edildi. Verilerin değerlendirilmesinde Pearson korelasyon analizi kullanıldı.

3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Çalışmaya yaş aralığı 21-36 olan 42 boyun ağrılı birey dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylerin yaşları 23,38 ± 3,49 yıl, kiloları 63,22 ± 11,90 kg, boyları 166,71 ± 6,84 cm ve vücut kitle indeksleri (BMI) 22,67±3,60 olarak hesaplandı. Demografik veriler Çizelge 1'de gösterilmiştir.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Çizelge 1. Demografik veriler

Parametreler		
	X ± SD	**min-max**
Yaş (yıl)	24,25 ± 4,69	21-39
Kilo (kg)	63,22 ± 11,90	44,5-87
Boy (cm)	166,71 ± 6,84	153-182
BMI	22,67±3,60	16,55-29,67
Cinsiyet	**n (%)**	
Kadın	24 (57,1)	
Erkek	18 (42,9)	

X ± SD: ortalama ± standart sapma; BMİ: Vücut kitle indeksi; min-max: minimum-maksimum

Çalışmamızda, PAFÖ duruşu bozan etkenlerin farkındalığı ile HADÖ anksiyete ölçeği arasında ve algılanan stres düzeyi pozitif ve orta düzeyli bir ilişki saptandı (p=0,042, r=0,318; p=0,002, r=0,485). Ayrıca PAFÖ pozisyonel farkındalık ile GAS boyun ağrısı arasında negatif ve orta düzeyde bir ilişki belirlendi (p=0,004, r=-0,438). Bununla birlikte diğer PAFÖ alt parametreleri ile GAS boyun ağrısı, BMİ değeri, HADÖ anksiyete, HADÖ depresyon ve algılanan stres değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı (p>0,05). Postüral alışkanlıklar ve farkındalık ile ilişkili faktörler Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Postüral alışkanlık ve farkındalık ile ilişkili faktörler

	BMI	GAS	HADÖ depresyon	HADÖ anksiyete	Algılanan stres
PAFÖ duruş alışkanlığı ve farkındalığı	p=0,162 r=0,223	p=0,248 r=-0,184	p=0,225 r=-0,194	p=0,095 r=-0,264	p=0,190 r=-0,221
PAFÖ duruşu bozan etkenlerin farkındalığı	p=0,768 r=-0,047	p=0,783 r=0,044	p=0,115 r=0,250	**p=0,042*** r=0,318	**p=0,002*** r=0,485
PAFÖ pozisyonel farkındalık	p=0,321 r=0,159	**p=0,004*** r=-0,438	p=0,756 r=-0,050	p=0,456 r=0,120	p=0,302 r=0,167
PAFÖ ergonomik farkındalık	p=0,103 r=0,259	p=0,601 r=0,084	p=0,256 r=-0,181	p=0,884 r=-0,024	p=0,363 r=-0,148

BMİ: Vücut kitle indeksi; GAS: Görsel analog skala; HADÖ: Hastane anksiyete ve depresyon ölçeği; PAFÖ: Postüral alışkanlık ve farkındalık ölçeği; * $p<0.05$

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Çalışmamızda boyun ağrısı olan bireylerde postüral alışkanlık ve postüral farkındalık ile ilişkili faktörler incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, boyun ağrılı genç bireylerde postüral farkındalığın, ağrı şiddeti, anksiyete ve algılanan stres ile ilişkili olduğunu göstermiştir.

Sağlıklı bir postüral alışkanlık, vertebral kolonun düzgün hizalanmasıyla ilişkilidir ve bu durum, enerji israfını önleyerek omurgada oluşacak gerginliği en aza indirir (Caneiro vd., 2010; Smith vd., 2008). Literatürde özellikle gençlerde doğru postürü sürdürememenin veya uzun süre aynı pozisyonda kalmanın, mekanik yük ve gerginlikte artışa neden olabileceği ve ağrı açığa çıkmasına etki edebileceği bildirilmiştir (Smith vd., 2008; Pillastrini vd.,2007; Dunk & Callaghan, 2010). Straker ve ark. yaptıkları çalışmada ağrı ile gençlerin postüral alışkanlıkları arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur (Straker vd., 2009). Bizim çalışmamızın sonuçları da benzer şekilde boyun ağrılı bireylerin postüral farkındalıklarının azalmasının ağrılarında artışa neden olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, postüral farkındalığın azalmasının boyun ağrılı bireylerde sağlıklı olmayan postüral alışkanlıkları arttırıp vertebral kolonun düzgün hizalanmasının bozulması ile ağrıyı arttırdığını düşündürmektedir.

Çalışmamızda postural farkındalığın anksiyete ve algılanan şiddetle ilişkili olduğu görülmüştür. Literatür incelendiğinde, stres ve anksiyete ile postural farkındalık arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaya rastlanmamışken, depresyon ile postür arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür (Canales vd., 2017). Postürü; kalıtım, sosyo-ekonomik seviye ve duygusal durum gibi faktörlerin intrinsik ve ekstrinsik olarak etkilediği literatürde vurgulanmaktadır (Penha vd., 2005). Bu açıdan bakıldığında çalışmamız literatürle paralel sonuçlar göstermiştir. Canales vd.nin (2010) belirttiği gibi postür, emosyonel durumların değerlendirme ve tedavisinde önemli bir yardımcı araç olabilir.

Sonuçlarımız genç bireylerde boyun ağrısının ve ilişkili postüral problemlerin önlenmesi için biyopsikosoyal bir anlayışla multidisipliner bir yaklaşımı içeren uygulamalarının önemini ortaya koymaktadır. Konu ile ilgili olarak fizyoterapistler, özellikle farkındalık eğitimi gibi bireysel eğitimi içeren koruyucu rehabilitasyon uygulamalarında ve uygun egzersiz programının belirlenmesinde ve uygulanmasında önemli bir görev üstlenmektedirler.

KAYNAKÇA

Arslan, M., Albaş, S., Küçükerdem, H. S., Pamuk, G., & Can, H. (2016). Vizüel analog skala ile kanser hastalarında palyatif ağrı tedavisinin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Family Practice & Palliative Care*, *1*(1), 5-8.

Bahat, S., Weiss, H., Sprecher, P. L., Krasovsky, E., & Laufer, A. (2014). Do neck kinematics correlate with pain intensity, neck disability or with fear of motion? Manual Therapy, 19, 252–258.

Bayar, B., Güp, A. A., Özen Oruk, D., İpek Dongaz, Ö., Doğu, E., & Bayar, K. (2023). Development of the postural habits and awareness scale: a reliability and validity study. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 29(2), 815-820.

Bilge, A., Öğce, F., Genç, R. E., & Oran, N. T. (2009). Algılanan stres ölçeği (ASÖ)'nin Türkçe versiyonunun psikometrik uygunluğu. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, *2*(25), 61-72.

Bogduk, N. (2003). The anatomy and pathophysiology of neck pain. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, *14*(3), 455-472.

Brumagne, S., Janssens, L., Janssens, E., & Goddyn, L. (2008). Altered postural control in anticipation of postural instability in persons with recurrent low back pain. *Gait & posture*, *28*(4), 657-662.

Canales, J. Z., Cordás, T. A., Fiquer, J. T., Cavalcante, A. F., & Moreno, R. A. (2010). Posture and body image in individuals with major depressive disorder: a controlled study. *Brazilian Journal of Psychiatry*, *32*, 375-380.

Canales, J. Z., Fiquer, J. T., Campos, R. N., Soeiro-de-Souza, M. G., & Moreno, R. A. (2017). Investigation of associations between recurrence of major depressive disorder and spinal posture alignment: A quantitative cross-sectional study. *Gait & posture*, *52*, 258-264.

Caneiro, J. P., O'Sullivan, P., Burnett, A., Barach, A., O'Neil, D., Tveit, O., & Olafsdottir, K. (2010). The influence of different sitting postures on head/neck posture and muscle activity. *Manual therapy*, *15*(1), 54-60.

Cramer, H., Mehling, W. E., Saha, F. J., Dobos, G., & Lauche, R. (2018). Postural awareness and its relation to pain: validation of an innovative instrument measuring awareness of body posture in patients with chronic pain. *BMC musculoskeletal disorders*, *19*, 1-10.

Dunk, N. M., & Callaghan, J. P. (2010). Lumbar spine movement patterns during prolonged sitting differentiate low back pain developers from matched asymptomatic controls. *Work*, *35*(1), 3-14.

Genebra, C. V. D. S., Maciel, N. M., Bento, T. P. F., Simeão, S. F. A. P., & De Vitta, A. (2017). Prevalence and factors associated with neck pain: a population-based study. *Brazilian journal of physical therapy*, *21*(4), 274-280.

Hartvigsen, J., Leboeuf-Yde, C., Lings, S., & Corder, E. H. (2000). Is sitting-while-at-work associated with low back pain? A systematic, critical literature review. *Scandinavian journal of public health*, *28*(3), 230-239.

Hoftun, G. B., Romundstad, P. R., Zwart, J. A., & Rygg, M. (2008). Chronic idiopathic pain in adolescence - high prevalence and disability: Theyoung HUNT study. Pain, 152(10), 2259–2266.

Laird, R. A., Kent, P., & Keating, J. L. (2012). Modifying patterns of movement in people with low back pain-does it help? A systematic review. *BMC musculoskeletal disorders*, *13*, 1-16.

Kent, P., Laird, R., & Haines, T. (2015). The effect of changing movement and posture using motion-sensor biofeedback, versus guidelines-based care, on the clinical outcomes of people with sub-acute or chronic low back pain-a multicentre, cluster-randomised, placebo-controlled, pilot trial. *BMC musculoskeletal disorders*, *16*, 1-19.

Mehling, W. E., Gopisetty, V., Daubenmier, J., Price, C. J., Hecht, F. M., & Stewart, A. (2009). Body awareness: construct and self-report measures. *PloS one*, *4*(5), e5614.

Manchikanti, L. (2000). Epidemiology of low back pain. *Pain physician*, *3*(2), 167-192.

Manchikanti, L., Singh, V., Falco, F. J., Benyamin, R. M., & Hirsch, J. A. (2014). Epidemiology of low back pain in adults. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, *17*, 3-10.

Penha, P. J., João, S. M. A., Casarotto, R. A., Amino, C. J., & Penteado, D. C. (2005). Postural assessment of girls between 7 and 10 years of age. *clinics*, *60*, 9-16.

Pillastrini, P., Mugnai, R., Farneti, C., Bertozzi, L., Bonfiglioli, R., Curti, S., ... & Violante, F. S. (2007). Evaluation of two preventive interventions for reducing musculoskeletal complaints in operators of video display terminals. *Physical therapy*, *87*(5), 536-544.

Sertöz, Ö. Ö., & HE, M. (2004). Bedensel hastalıklarda depresyon. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, *7*(2), 63-9.

Smith, A., O'Sullivan, P., & Straker, L. (2008). Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine*, *33*(19), 2101-2107.

Straker LM, O'Sullivan PB, Smith AJ, Perry MC. Erkek ve kız ergenlerde uzun süreli boyun/omuz ağrısı ile oturan omurga duruşu arasındaki ilişkiler. Adam Ther. (2009) ; 14: (3): 321-329. doi: 10.1016/j.math.2008.04.004.

Wälti, P., Kool, J., & Luomajoki, H. (2015). Short-term effect on pain and function of neurophysiological education and sensorimotor retraining compared to usual physiotherapy in patients with chronic or recurrent non-specific low back pain, a pilot randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, *16*, 1-11.

Yazıcı, K., Tot, Ş., Biçer, A., Yazıcı, A., & Buturak, V. (2003). Bel ve Boyun Ağrısı Hastalarında Anksiyete, Depresyon ve Yaşam Kalitesi. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, *6*(2), 95-101.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

DİYABETİK AYAK ÜLSERİNİN ÖNLENMESİNDE VE BAKIMINDA HEMŞİRENİN ROLÜ

Emine KAYA
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, kayaemine2626@gmail.com-0000-0002-6337-9551

Prof. Dr. Naile BİLGİLİ
Gazi Üniversitesi, nbilgili@gazi.edu.tr-0000-0002-7639-0303

ÖZET

Diyabet 21. yüzyılın en önemli sağlık sorunlarından biridir. Diyabet prevalansı arttıkça diyabet komplikasyonları da artış göstermektedir. Diyabetik ayak ülserleri mortalite ve morbidite artışına, yaşam kalitesinin bozulmasına, ekstremite kayıplarına neden olan diyabetin en önemli komplikasyonlarından biridir. Diyabetik ayak ülserleri, erken dönemde risklerin belirlenmesi, düzenli takip ve uygun bakımla önlenebilir bir komplikasyondur. Ayağın kapsamlı muayenesi, risk durumuna göre belirli aralıklarla takip edilmesi, hasta ve ailesinin diyabet ve ayak bakımı konusunda eğitimi, glisemik kontrol ve tedaviye uyumun değerlendirilmesi ayak ülserlerinin önlenmesinde son derece önemlidir. Diyabet yönetiminde görev alan hemşirelerin ayak ülserlerinin önlenmesi, risk değerlendirmesi, hastanın bakımı ve rehabilitasyonunda önemli sorumlulukları vardır. Hemşirelerin diyabetik ayak yönetimine etkin olarak katılmaları için teorik ve uygulamalı eğitim programları hazırlanmalı ve hemşirelerin bu programlara katılımı sağlanmalıdır. Böylece hemşireler ayak bakımı uygulamalarına ilişkin bilgilerini güncelleyebilir. Bu çalışma diyabetik ayak yönetiminde hemşirenin rolünü vurgulamak için yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diyabetik ayak, ayak bakımı, hemşirelik.

THE ROLE OF THE NURSE IN THE PREVENTION AND CARE OF DIABETIC FOOT ULCER

ABSTRACT

Diabetes is one of the most important health problems of the 21st century. As the prevalence of diabetes increases, complications of diabetes also increase. Diabetic foot ulcers are one of the most important complications of diabetes, causing increased mortality and morbidity, deterioration in quality of life, and limb loss. Diabetic foot ulcers are a preventable complication with early identification of risks, regular follow-up, and appropriate care. Comprehensive examination of the foot, monitoring at regular intervals according to risk status, education of the patient and their family about diabetes and foot care, and evaluation of glycemic control and compliance with treatment are extremely important in preventing foot ulcers. Nurses involved in diabetes management also have important responsibilities in the prevention of foot

ulcers, risk assessment, patient care and rehabilitation. For nurses to actively participate in diabetic foot management, theoretical and practical training programs should be prepared and nurses' participation in these programs should be ensured. Thus, nurses can update their knowledge on foot care practices. This study was conducted to emphasize the role of the nurse in diabetic foot management.

Key Words: Diabetic foot, foot care, nursing.

1. GİRİŞ

Diyabetik ayak ülserleri diyabetli hastalarda en önemli morbidite ve mortalite nedenidir, genellikle nöropati ve periferik arter hastalığıyla ilişkili olarak ortaya çıkan diyabet komplikasyonlarından biridir (Kaya ve Karaca, 2018). Diyabeti olanların 1/4' ünde yaşamı boyunca en az bir kez ayak ülseri gelişmektedir (Koyuncu ve diğerleri, 2022). Ayrıca tüm travmatik olmayan ampütasyonların %40-60'ı diyabetik ayak ülserleri nedeniyle gerçekleşmektedir (Eraydın ve Avşar, 2019). Dünyada her 30 saniyede bir kişi diyabetik ayak ülseri nedeniyle ekstremitesini kaybetmektedir (Uncu, 2018). Diyabetik ayak ülserleri bireylerde tekrarlayan hastane yatışlarına, iş gücü kaybına ve yaşam kalitelerinde bozulmaya neden olur. Aynı zamanda toplum, sağlık sistemi ve ülke ekonomisi üzerine büyük bir yük getirir (Koyuncu ve diğerleri, 2022). Ülkemizde diyabetik ayak sorunları nedeni ile yapılan sağlık harcamalarının yıllık 475 milyon TL olduğu belirtilmiştir (Saltoglu ve diğerleri, 2016).

Diyabetik ayağın önlenmesi için risk faktörlerinin bilinmesi ve risk altında olan bireylerin değerlendirilmesi önemlidir. Ayak ülseri gelişiminin nedenleri arasında öncelikle periferik nöropati, periferik arter hastalığı, metabolik kontrolün sağlanamaması, ayak deformiteleri, tekrarlayan ayak yaraları, kötü ayak hijyeni ve uygun olmayan ayakkabı kullanımı yer alır (Kaya ve Karaca, 2018). Ayak sorunlarının önlenmesi için diyabetli hastalara yılda bir kez kapsamlı ayak muayenesi yapılmalıdır. Diyabetik ayak gelişimi açısından risk taşıyan hastalara ise altı ay ya da daha sık aralıklarda ayak muayenesi yapılmalıdır (Kır Biçer ve Çelik, 2016; Saltoglu ve diğerleri, 2016). Diyabetik ayağın tedavisi eşlik eden komorbiditeler sebebiyle multidisipliner bir ekip ile gerçekleştirilir. Bu ekip üyeleri genellikle hekim, hemşire, podolog, endokrinoloji uzmanı, enfeksiyon hastalıkları uzmanı, dermatolog, damar cerrahı, diyetisyen ve ortopedi uzmanından oluşmaktadır. Ekip içindeki tüm üyeler hasta ile iletişimde bulunup eğitim verse de genellikle hemşireler hasta eğitiminde birincil temas noktasıdır. Hastalar tarafından sağlık sorunlarını danışıp bilgi alabilecekleri birer kaynak olarak görülmektedirler (Kaya ve Karaca, 2018).

Ayak ülseri gelişiminin ve tekrarının önlenmesi, birey, aile ve toplum üzerindeki yükün azaltılması oldukça önemlidir. Bu alanlarda multidisipliner ekibin birer üyesi olarak hemşirelerin çok önemli sorumlulukları vardır (Koyuncu ve diğerleri, 2022). Dünyada diyabet ve komplikasyonlarının görülme oranı arttıkça, bu alanda uzmanlaşmış hemşirelere de ihtiyaç artmaktadır (Aalaa ve diğerleri, 2012; Eraydın ve Avşar, 2019). Diyabetik ayak ülseri olan hastalarda hemşirelik bakımının amaçları, sağlığın geliştirilmesi, hastanın bakımı, hastanın hastalığa uyumunun sağlanması ve komplikasyonların önlenmesidir (Eraydın ve Avşar, 2019). Bu amaçlara ulaşmak için hemşireler eğitimci, bakım verici, danışman, lider, yönetici ve hasta hakları savunucusu olarak farklı roller üstlenirler. Bu çalışma diyabetik ayak yönetiminde hemşirelerin eğitim ve bakım rolünü değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

2. DİYABETİK AYAKTA HEMŞİRENİN EĞİTİM ROLÜ

Uluslararası Diyabetik Ayak Çalışma Grubu (IWGDF), güncel kılavuzunda diyabetik ayağın önlenmesi için hasta eğitimini tavsiye etmektedir (Bus ve diğerleri, 2023). Diyabet hastaları, özellikle ayak ülseri gelişimi açısından risk taşıyan hastalar ayak bakımının temel ilkelerini bilmelidir (Aalaa ve diğerleri, 2012). Koyuncu ve diğerleri (2022) ayak bakımına yönelik hastaların bilgi seviyesinin düşük olduğunu belirtmiştir. Adiewere ve diğerleri (2018) meta analiz çalışmasında diyabetik ayak ülseri ve ampütasyon oranlarını azaltmada eğitimin yararlı etkisi olduğunu vurgulamıştır (Adiewere ve diğerleri, 2018). Çelik ve diğerleri (2022), Türkiye Hemşirelik Diyabet Eğitimi Değerlendirme Projesi'nde diyabet hemşireleri tarafından verilen eğitiminin öz bakım ve glisemik kontrol üzerinde iyileştirici etkisi olduğunu belirtmişler (Celik ve diğerleri, 2022). Hemşireler günlük ayak muayenesi, ayak bakımı, uygun çorap ve ayakkabı seçimi, tırnak ve cilt bakımı, ayak egzersizleri (Buerger Allen egzersizi, denge, germe ve propriosepsiyon egzersizleri) gibi bir dizi basit kuralı hastalara öğretebilirler. Hasta gereksinimlerine göre hasta ve ailesi için özel bir eğitim içeriği oluşturabilirler. Düzenli takip ve tedavinin önemi, hipergliseminin önlenmesi, glisemik kontrolün sağlanması, komplikasyonların önlenmesi eğitimde önemle vurgulanmalıdır. Eğitim içeriği hastanın yaşam tarzı değişiklikleri ve aynı zamanda ayak sorunlarının ciddiyetine göre planlanmalıdır (Aalaa ve diğerleri, 2012; Turan ve Özkan, 2020). Diyabetik ayak sorunlarının önlenmesinde en etkili stratejilerden biri hastaların sağlık kurumuna her başvurduklarında tekrarlanan eğitimdir. Diyabetik ayak ülserli hastaların bakımında görev alan hemşirelerin diyabetik ayak risk faktörleri konusunda farkındalığını artırmak, diyabetik ayak muayenesi ve bakımı konusunda

bilgi ve becerilerini geliştirmek amacıyla teorik ve pratik eğitimlerle desteklenmesi gerekir (Kaya ve Karaca, 2018).

3. DİYABETİK AYAKTA HEMŞİRENİN BAKIM ROLÜ

Periferik nöropati diyabetik ayak ülseri gelişiminde rol oynayan en önemli bileşendir (Eker ve Çelik, 2021; Rodrigues ve diğerleri., 2022; Saltoglu ve diğerleri, 2016). Ayak ülseri gelişme riski yüksek olan hastaların nörolojik muayenelerinin yapılması bu nedenle önemlidir (Aalaa ve diğerleri, 2012). Hemşireler diyabetik ayak ülseri gelişimi açısından riskli hastaların düzenli olarak takip ve tedavilerinin sağlanmasında, sorunların erken dönemde tespit edilmesinde, uygun önlemlerin alınmasında etkin olarak rol alırlar (Eraydın ve Avşar, 2019). Ayağın nörolojik muayenesinde 10 gr Semmes-Weinstein monofilament ile koruyucu duyu ve 128 Hz diyapazon veya biyo/nörotezyometre ile titreşim duyusu kontrol edilir. Ayrıca iğne ile pinpirik testi ve tendon çekici ile ayak bileği reflekslerinin kontrolü yapılır (Kır Biçer ve Çelik, 2016).

Ayak ülserlerinin gelişiminde önemli bir etken de periferik arter hastalığıdır. Periferik arter hastalığının değerlendirilmesinde hastanın posterior tibial ve dorsalis pedis nabızları kontrol edilmelidir. Vasküler değerlendirmede hastaların ayak bileği brakiyal indeksine (ABİ) bakılabilir. ABİ alt ekstremitelerde vasküler yetmezliği belirlemek için ayak bileği sistolik basıncının, her iki koldan ölçülen brakiyal sistolik basınçtan yüksek olanına bölünmesiyle bulunur, ABI >0,9 normal kabul edilmektedir (Casey ve diğerleri, 2019). Ayrıca ayak muayenesinde cilt (renk, ısı, ödem, nasır) ve ayak deformiteleri de değerlendirilir (Kaya ve Karaca, 2018). Hemşireler ayak ülseri riski taşıyan hastaların taranmasında ve ayak muayenelerinin gerçekleştirilmesinde aktif görev almaktadır (Günbaş ve diğerleri, 2023). Ayak muayenesi hastanın tüm başvurularının birer parçası olmalıdır. (Aalaa ve diğerleri, 2012). Ayrıca ayak sıcaklığının ölçülmesi ve plantar basıncın takibi için geliştirilen sistemler gibi ülser riskini değerlendiren akıllı teknolojilerin kullanımı sağlanmalıdır. Bu alandaki teknolojik gelişmeler yakından takip edilerek uygun ürünlerin kullanımı ve bu ürünlerin bakıma entegrasyonu sağlanmalıdır (Günbaş ve diğerleri, 2023).

Koruyucu hemşirelik müdahalelerinin yanı sıra hemşireler aktif ayak ülseri gelişen hastalarda yaranın bakımı ve değerlendirilmesi, yaranın kuru veya ıslak oluşuna göre uygun pansuman malzemesi seçimi ve pansuman değişimi başta olmak üzere tedavinin tüm basamaklarında yer alır (Günbaş ve diğerleri, 2023). Her yaraya uygun olan yara bakım ürünü bulunmamaktadır.

Her hastanın yarası özel olarak değerlendirilip, yaranın durumuna göre ürün seçimi yapılmalıdır (Saltoglu ve diğerleri, 2016). Diyabetik ayak ülserlerinin iyileşmesinin uzun sürmesi, tam bir iyileşmenin genellikle mümkün olmaması ve fonksiyon kayıplarına neden olması sebebiyle bu hastaların fiziksel, sosyal ve ruhsal yaşamları olumsuz etkilenir, yaşam kaliteleri düşer. Bu nedenle hemşireler tarafından bu hastaların psikososyal yönden de ele alınması gerekir (Uçkun ve Öksüz, 2021). Özellikle ampütasyonun hastaları fiziksel ve psikolojik açıdan savunmasız bıraktığı, bunun için hastalara mutlaka duygusal desteği de içeren kapsamlı bakım verilmesi önerilmektedir (Font-Jimenez ve diğerleri, 2020).

Hemşireler diyabetik ayak ülseri nedeni ile ampütasyon gelişen hastalarda hareket kabiliyetinin yeniden kazanılmasına yardımcı olmalıdır. Özellikle bu hastalar için geliştirilmiş olan uygun cihazların kullanımı teşvik edilmeli ve hastaya nasıl kullanacağı öğretilmelidir (Günbaş ve diğerleri, 2023). Hastanın durumuna uygun olan cihazı tanıtmalı ve bu konuda danışmanlık sağlamalıdır (Aalaa ve diğerleri, 2012).

4. SONUÇ

Diyabetik ayak yarasının yönetiminde hemşirelerin yaranın iyileşme süresinin azalmasında, hastanede kalış süresinin kısalmasında, tekrarlı yatışların önlenmesinde ve hastanın yaşam kalitesinin yükseltilmesinde önemli rol ve sorumlulukları bulunmaktadır (Kozan ve Coşkunırmak, 2020). Diyabetik ayak ekibinde yer alan hemşireler sağlık eğitimi, hasta bakımı, yaşam kalitesinin iyileştirilmesi için üzerlerine düşen rolleri yerine getirirken aynı zamanda ayak ülserli hastaların sağlığını geliştirmek ve bu alanda etkin sağlık hizmeti sunmak için ayak bakımına yönelik en yeni müdahaleler hakkında da bilgi sahibi olmalıdır. Kliniklerde diyabetik ayak rehberlerinin ve algoritmalarının kullanılması, diyabetik ayak bakımında yeni yaklaşımlar konusunda eğitimler düzenlenmesi ve pratik becerilerin kazanılması için kurslar düzenlenerek hemşirelerin eğitimi sağlanmalıdır (Aalaa ve diğerleri, 2012). Diyabetik ayak ülserinin önlenmesi ve bakımında, diyabetik ayak yönetiminde hemşirelerin katkılarını göstermek, bu alanda hemşirenin rolünü ortaya koymak için araştırmalar yapılmalıdır (Koyuncu ve diğerleri, 2022).

KAYNAKÇA

Aalaa, M., Malazy, O. T., Sanjari, M., Peimani, M., & Mohajeri-Tehrani, M. (2012). Nurses' role in diabetic foot prevention and care; a review. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, *11*(1), 24. https://doi.org/10.1186/2251-6581-11-24

Adiewere, P., Gillis, R. B., Imran Jiwani, S., Meal, A., Shaw, I., & Adams, G. G. (2018). A systematic review and meta-analysis of patient education in preventing and reducing the incidence or recurrence of adult diabetes foot ulcers (DFU). *Heliyon*, *4*(5), e00614. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00614

Bus, S. A., Armstrong, D. G., Crews, R. T., Gooday, C., Jarl, G., Kirketerp-Moller, K., Viswanathan, V., & Lazzarini, P. A. (2023). Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2023 update). *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, e3647. https://doi.org/10.1002/dmrr.3647

Casey, S., Lanting, S., Oldmeadow, C., & Chuter, V. (2019). The reliability of the ankle brachial index: A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, *12*(1), Article 1. https://doi.org/10.1186/s13047-019-0350-1

Celik, S., Olgun, N., Yilmaz, F. T., Anataca, G., Ozsoy, I., Ciftci, N., Aykiz, E. F., Yasa, S., Karakiraz, E., Ulker, Y., Demirhan, Y. E., Celik, S. Y., Arpaci, I., Gunduz, F., Temel, D., Dincturk, C., Sefer, B. E., Bagdemir, E., Erdem, E., … Cetin, N. (2022). Assessment the effect of diabetes education on self-care behaviors and glycemic control in the Turkey Nursing Diabetes Education Evaluating Project (TURNUDEP): A multi-center study. *BMC Nursing*, *21*. https://doi.org/10.1186/s12912-022-01001-1

Eker, Ö., & Çelik, S. (2021). Diyabetik Ayak Risk Faktörleri. *Turkish Journal of Diabetes Nursing*, *1*(1), 17-22. https://doi.org/10.29228/tjdn.51252

Eraydın, Ş., & Avşar, G. (2019). Diyabetik Ayak Ülserinde Fiziksel Muayene ve Hemşirelik Bakımı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, *22*(4), 306-312.

Font-Jimenez, I., Acebedo-Uridales, M. S., Aguaron-Garcia, M. J., De Sousa, M. R., & Rubio-Rico, L. (2020). Nurses' Perspective of Treating Patients With an Amputation Due to Diabetic Foot Syndrome. *Clinical Nurse Specialist*, *34*(3), 107-115. https://doi.org/10.1097/NUR.0000000000000519

Günbaş, M., Besen, D. B., & Dervişoğlu, M. (2023). Diyabetik ayak ülseri riskinin değerlendirilmesinde kullanılan teknolojiler. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *16*(1), 157-164.

Kaya, Z., & Karaca, A. (2018). Evaluation of Nurses' Knowledge Levels of Diabetic Foot Care Management. *Nursing Research and Practice, 2018,* 1-12. https://doi.org/10.1155/2018/8549567

Kır Biçer, E., & Çelik, S. (2016). Comprehensive Foot Examination for Diabetes Patients and Risk Assessment: Review. *Turkiye Klinikleri Journal of Nursing, 8*(1), 62-70. https://doi.org/10.5336/nurses.2013-36543

Koyuncu, F., Ayhan, H., & İyigün, E. (2022). Diyabetik Ayak Ülseri ve Hemşirelik" Konulu Yayınların Bibliyometrik Analizi. *Eskisehir Medical Journal, 3*(2), 212-218.

Kozan, F. B., & Coşkunırmak, D. (2020). Diyabetik Ayak Yarasının Yönetiminde Yara Bakım Hemşiresinin Rolü. *Türkiye Klinikleri Ortopedi Travmatoloji - Özel Konular, 13*(1), 37-42.

Rodrigues, B. T., Vangaveti, V. N., Urkude, R., Biros, E., & Malabu, U. H. (2022). Prevalence and risk factors of lower limb amputations in patients with diabetic foot ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 16*(2), 102397. https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102397

Saltoglu, N., Kilicoglu, O., Baktiroglu, S., Osar-Siva, Z., Aktas, S., Altindas, M., Arslan, C., Aslan, T., Celik, S., Engin, A., Eraksoy, H., Ergonul, O., Ertugrul, B., Guler, S., Kadanali, A., Mulazimoglu, L., Olgun, N., Oncul, O., Oznur, A., … Yilmaz, T. (2016). Diagnosis, Treatment and Prevention of Diabetic Foot Wounds and Infections: Turkish Consensus Report. *Klimik Dergisi/Klimik Journal, 28*(1), 2-34. https://doi.org/10.5152/kd.2015.29

Turan, Y., & Özkan, Y. (2020). Diyabetik Ayak Yarasının Tedavisinde Yeni Yardımcı Yöntemler; Fizik, Tedavi ve Rehabilitasyon. *Türkiye Klinikleri Ortopedi Travmatoloji - Özel Konular, 13*(1), 93-100.

Uçkun, T., & Öksüz, E. (2021). Kronik Yaraların Psikososyal Yönü: Sistematik Derleme. *Turkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences, 13*(3).

Uncu, H. (2018). Diyabetik Ayak Tedavisi ve Büyüme Faktörlerinin Tedavideki Yeri. *Türk Diyabet Yıllığı*, 91-95.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

HEPATİT HASTALARINDA BESİN-İLAÇ ETKİLEŞİMİ VE HEMŞİRELİK BAKIMI

Öğretim Görevlisi, Volkan KINA

Ardahan Üniversitesi, vlknkna07@gmail.com - 0000-0003-0190-0249

Doç. Dr, Zümrüt AKGÜN ŞAHİN

Kafkas Üniversitesi, zumrut8136@hotmail.com - 0000-0001-7141-273X

ÖZET

Hepatit virüsü ülkemizde ve dünya genelinde karşılaşılan önemli bir sağlık problemidir. Hepatit aşılama çalışmalarıyla, gerekli hijyen kurallarına uyumla ve toplum geneline bu yönde verilecek eğitimlerle önlenebilir bir hastalıktır. Bununla birlikte dünya genelinde birçok insan hepatit virüsünün farklı tipleri ile enfekte olabilmektedir. Hepatit virüsünün tipine göre kullanılan ilaçlar değişim göstermektedir. Hepatit olan hastalarda malnütrisyon görülebildiği için bireylerin ilaca uyumları etkilenebilmektedir. Bu hastalar ilacın olası yan etkileri, ilaç-ilaç etkileşimleri ve besin-ilaç etkileşimleri hakkında yardıma gereksinim duyabilirler. Hemşireler ilaç yönetiminde önemli görev ve sorumluklara sahiptirler. Hemşireler hepatit hastalarının kullandıkları ilaçlara olan uyumlarını sağlayarak, besin-ilaç etkileşimleri hakkında hastalara gerekli eğitimleri vererek, hastaların tedavisinde önemli bir göreve sahiptirler. Bu makalede hepatit hastalarında görülebilecek besin-ilaç etkileşimleri ve hemşirelik bakımı hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar kelimeler: Bulaşıcı hastalıklar, Hepatit, Hemşirelik, Besin-ilaç etkileşimi.

FOOD-DRUG INTERACTION AND NURSING CARE IN HEPATITIS PATIENTS

ABSTRACT

Hepatitis virus is an important health problem encountered in our country and around the world. Hepatitis is a preventable disease with vaccination studies, compliance with the necessary hygiene rules and training to be given to the general public in this regard. However, many people around the world can be infected with different types of hepatitis virus. The medications used vary depending on the type of hepatitis virus. Since malnutrition can be seen in patients with hepatitis, individuals' compliance with medication may be affected. These patients may need help regarding possible side effects of the drug, drug-drug interactions, and food-drug interactions. Nurses have important duties and responsibilities in medication management. Nurses have an important role in the treatment of hepatitis patients by ensuring their compliance with the medications they use and providing patients with the necessary education about food-drug interactions. In this article, information will be given about food-drug interactions and nursing care that may be seen in hepatitis patients.

Keywords: Infectious diseases, Hepatitis, Nursing, Food-drug interaction.

GİRİŞ

Hepatit; enfeksiyon ve enfeksiyon dışı çok sayıda sebebe bağlı olarak karaciğer hücrelerinde gelişen inflamasyon, hasar ve fonksiyon bozukluğunu ifade eden çok geniş bir tanımdır. Hepatitler dünya genelinde özel bir öneme sahip sağlık problemi olarak karşımıza çıkmaktadır (Viral Hepatit Kılavuzu, 2017). Hepatit A Virüsü (HAV)' nün sosyo-ekonomik olarak farklılıkları olan toplumlarda insanların %70-90'ını enfekte ettiği, Hepatit B Virüsü (HBV)' nün görülme oranının farklı toplumlarda %10- 90 arasında değişim gösterdiği ve HBV taşıyıcısı olan hasta sayısının tüm Dünya da 400-500 milyon arasında olduğu, Hepatit C Virüsü (HCV)'nün ise dünya nüfusunun yaklaşık %1'ini etkilediği bilinmektedir. Bu durum göz önüne alındığında farklı toplumlardaki birçok insanın yaşamları boyunca çeşitli hepatit virüsleri ile karşılaşabileceği sonucuna ulaşılmaktadır. Bugüne kadar tanımlanmış virüs türleri; Hepatit A Virüsü (HAV), Hepatit B Virüsü (HBV), Hepatit C Virüsü (HCV), Hepatit D Virüsü (HDV), Hepatit E Virüsü (HEV), Hepatit G Virüsü (HGV) dür (Karadakovan & Eti Aslan, 2017). Viral hepatit olan bireylerde genellikle ani başlayan iştahsızlık, halsizlik, gözlerde ve ciltte sarılık, bulantı, kusma ve ateş görülmektedir. Hepatit, tedavi edilebilen bir durum olabilir. Tedavi, hepatit tipine, şiddetine ve hastanın genel sağlık durumuna bağlı olarak değişebilir. Viral hepatit türleri için antiviral ilaçlar, alkolle ilişkili hepatit için alkol bırakma tedavisi ve otomatik bağışıklık hepatiti için immünsupresan ilaçlar gibi tedavi yöntemleri kullanılabilir (Bedük, 2016; İnce, 2021).

Besinler, farklı mekanizmalarla ilaç farmakokinetiğini etkileyerek, ilacın terapötik etkisinde değişikliğe neden olabilirler. Bu etki genel olarak, ilacın absorbsiyonu, vücutta ilgili dokulara veya vücut sıvılarına dağılımı, metabolizasyonu veya atılımı esasında gerçekleşebilir (Çorum & Üney, 2017). Hepatit hastaları için besin ve ilaç etkileşimleri konusu önemlidir çünkü karaciğer, ilaçların metabolize edildiği ve birçok biyolojik sürecin gerçekleştiği önemli bir organdır (Esin & Bingöl, 2017). Hepatit hastalarının özellikle analjezik ve antibiyotik kullanımına, alkol kullanımına, C vitamini ve demir takviyelerine, ilaç kullanım zamanlamasına hastalığın prognozu açısından dikkat etmeleri gerekmektedir (Bahap, 2018).

Bu makalede hepatit olan bireylerin karşılaşabilecekleri olası besin-ilaç etkileşimleri ve hemşirelik bakımı hakkında bilgilere yer verilecektir.

HEPATİT HASTALARINDA BESİN-İLAÇ ETKİLEŞİMİ

Hepatit hastalarında kullanılan ilaçlar, hepatit türüne göre farklılıklar göstermektedir (Kasırga, 2018). Hepatit A hastalığına özel farmakolojik bir tedavi bulunmamakla birlikte, hastaların iki-üç gün süreli düşük dozlarda kortikosteroid tedavisine iyi yanıt verdiği bilinmektedir. Kortikosteroidler, mide asidini artırabilir ve mide rahatsızlıklarına neden olabilir. Bu nedenle, bu tür ilaçları yemekle birlikte almak, mide rahatsızlıklarını azaltabilir. Kortikosteroidler, vücuttaki potasyum seviyelerini etkileyebilir ve potasyum tutulumunu artırabilir. Bu nedenle, özellikle potasyum takviyeleri veya potasyum içeren besinlerle birlikte kullanılıyorsa potasyum alımını izlemek önemlidir (Karadakovan & Eti Aslan, 2017). Kortikosteroidler, kan şekerini yükseltebilir ve insülin direncine yol açabilir. Diyabet hastaları, kortikosteroid tedavisi alırken kan şekeri düzeylerini düzenli olarak kontrol etmelidir. Kortikosteroidler, vücutta su ve sodyum

tutulumunu artırabilir, bu da özellikle yüksek tansiyon gibi durumlar için risk oluşturabilir. Sodyum alımını izlemek önemlidir. Kortikosteroidler, iştah artışına neden olabilir ve kilo alımını teşvik edebilir. Bu nedenle, bu ilaçları kullanan bireylerin beslenme düzenine dikkat etmeleri önemlidir (Bedük, 2016).

Hepatit B hastalığının tedavisinde nükleozid ve nükleotid analogları olan antiviral ilaçlar ve interferonlar kullanılmaktadır (EASL, 2017). HBV tedavisinde kullanılan antiviral ilaçlar ve besin etkileşimleri; Entekavir (ETV) genel olarak besinlerle çok etkileşim göstermese de, yemeklerle birlikte alındığında oral emilimi gecikir ve oral biyoyararlanımı azalır. Maksimum oral emilim için yemeklerden 2 saat önce veya sonra alınmalıdır (Bahap, 2018; Kayaaslan & Güner, 2017). Entekavir' in içeriğinde sodyum bulunmasından dolayı sodyum kısıtlaması olan bireylerde kullanımı uygun değildir (EASL, 2017; Zhang, 2010). Tenofovir disoproksil fumarat (TDF), ağır ve yağlı besinlerle birlikte alınması mide problemlerine sebep olabilir. TDF, böbrek fonksiyonlarında ciddi yük oluşturduğu için yeterli su ile birlikte alınmalıdır. Kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) içeren besinlerle birlikte kullanılması ilacın emilimini etkilediği için içerisinde bol miktarda kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) olan süt ve süt ürünlerinin tüketimi kısıtlanmalıdır (Bahap, 2018). Uzun süreli TDF kullanan hastalarda kemik yoğunluğunda azalma ve osteomalazi görülebileceği için, bu hastalarda düzenli kemik yoğunluğu ölçümlerinin yapılmasına dikkat edilir. Bununla birlikte uzun süre TDF kullanan hastalara, D vitamini ve kalsiyum (Ca) kullanımı önerilmelidir (Bahap, 2018; Fontana, 2009). Adefovir HBV tedavisinde kullanılan, TDF' nin ön ilacı olarak bilinen bir antiviral ilaçtır. TDF kadar etkilidir ve kullanımı böbrek fonksiyonları yönünden daha güvenlidir. Adefovir' in besinlerle etkileşimi hakkında spesifik bir bilgi bulunmamaktadır. Bununla birlikte Adefovir' in besinlerle etkileşiminin minimal seviyede olduğu düşünülmektedir. İnterferon kullanan HBV hastalarında halsizlik, baş ağrısı, kilo kaybı görülebilir. Bu sebeple interferon kullanan hastaların yeterli ve dengeli beslenmesi, yeterli su tüketiminin olması, kafein kullanımının kısıtlanması, gerekli vitamin, mineral ve protein alımının desteklenmesi gerekir (Hepatit B kılavuzu, 2023; Eşrefoğulu, 2012).

Hepatit C (HCV) olan hastaların tedavisinde interferonlar, ribavirin ve timozin kullanılmaktadır (Lin & Yin, 2009). HCV hastalarında kullanılan ilaçların besinlerle etkileşimi; Ribavirin HCV tedavisinde kullanılan antiviral bir ilaçtır. Oral yolla alındığında kandaki ilaç konsantrasyonun maksimuma ulaşması için geçen süre (Tmax) 2 saattir. Mide sorunlarına sebep olabileceğinden ve biyoyararlılığını artırmasından dolayı yemeklerle alımı önerilmektedir. Çok yağlı yemeklerle alındığı zaman emilim hızı yavaşlar (Tmax 4 saat). Pürin içeriği yüksek olan deniz ürünleri, sakatatlar, kaz ve ördek eti gibi besinlerle alımı biyoyararlılığını önemli ölçüde azaltır (Aksoy, 2016). Ribavirin kullanımı demir (Fe) eksikliğine yol açabilir. Hasta demir eksikliği yönünden takip edilir ve gerekliyse demir takviyesi yapılır. Ribavirin su retansiyonu ve ödem oluşumuna sebep olabilir. Bu sebeple hastaların su tüketimi kontrol edilmelidir (Viral Hepatitler Eğitimci Rehberi, 2020). Timozin interferonlarla beraber alınan bir immünodilatör ilaçtır. Timozin' in besinlerle etkileşimi bulunmamaktadır. Bununla birlikte mide problemlerine sebep olabileceği düşünüldüğünden besinlerle beraber kullanımı önerilmektedir (Irmisch ve ark., 2011).

Hepatit D (HDV) olan hastalarda kullanılan spesifik bir tedavi bulunmamaktadır. HBV tedavisinden daha uzun süreli ve yüksek dozda interferon tedavisi uygulanmaya başlanmıştır. Hepatit E (HEV)' in özel bir tedavisi yoktur (Karadakovan & Eti Aslan, 2017). Genel olarak hepatitli hastalarda B vitamini, C vitamini, D vitamini, E vitamini, hemoglobin, kalsiyum, selenyum, çinko düzeyleri de azalmıştır. Bu hastalarda artan oksidatif hasarın etkilerini azaltabilmek için vitamin ve minerallerin yeterli alınması sağlanmalıdır (Haspolat ve ark., 2021; Lin & Yin, 2009). Özellikle besin öğesi açısından zengin olan tam tahıl, sebze ve meyve gibi besinler hepatitli hastaların beslenmesinde özellikle tercih edilmelidir (Bedük, 2016).

HEMŞİRELİK BAKIMI

Hepatit olan bireylerin hemşirelik bakımında yapılması gerekilenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Hastalara bol karbonhidaratlı, yüksek proteinli, yağdan kısıtlı besinlerin verilmesi önerilir.
- Sıvı retansiyonu varsa protein ve sodyum alımının kısıtlanması önerilir.
- Hastaların iyileşme süreci tamamlanmadan alkol almaması önerilir ve olası etkileri hakkında eğitim verilir.
- Yatar pozisyonda karaciğerde dolaşımın ve hemodinamik olayların daha rahat olabileceği düşünülerek, hastalar yatak istirahatine alınmalıdır.
- Enfeksiyonun önlenmesinin en önemli yolu hastaların su, yiyecek vb. kaynakları kontamine etmesini engellemek ve el yıkama gibi bireysel hijyen uygulamaları hakkında eğitim vererek uygulamasını sağlamaktır.
- Hastanın yemek takımları ayrılmalıdır. Mümkünse tuvalet ve banyo hastaya özel olmalıdır. Ortak banyo ve tuvalet kullanımı varsa hasta ve hasta yakınlarına tuvalet ve banyo kullanımı sonrası çamaşır suyuyla dezenfekte etmesi gerektiği hakkında bilgi verilir.
- Hastada görülen hepatit virüsüne göre aşı önerilmelidir.
- Sıvı elektrolit desteği yapılmalıdır.
- Hastanın ilaçlara uyumuna dikkat edilmelidir.
- Hastalara ilaç-ilaç, besin-ilaç etkileşimi yönünden eğitim verilmelidir.
- İlaçlar karaciğerde metabolize edildiği için gereksiz ilaç kullanımı hakkında hasta ve hasta yakınlarına eğitim verilmelidir (Akhan ve ark., 2014; Aksoy, 2016; Karadakovan & Eti Aslan, 2017; Koç ve ak., 2017; Kuzuya, 2023).

SONUÇ

Hepatit olan hastalarda malnütrisyon gelişme riski olduğu için hastaların yeterli ve dengeli beslenmelerine dikkat edilmelidir. Bununla birlikte hepatit hastalıklarının tedavisinde kullanılan ilaçların besinlerle etkileşimi konusunda hemşireler, hastalar ve hasta yakınlarının yeterli bilgiye sahip olmaları olası etkileşimler açısından önemlidir. Bu konudaki eksikliklerde hemşireler hasta ve hasta yakınlarına eğitim vermelidir. Hemşireler, ilaçların besinlerle oluşturabileceği etkileşimleri tanımlayabilmeli ve hastalığın prognozu açısından olası etkileşimleri engellemeye yönelik düzenlemeler yapmalıdır. Hepatit hastalarındaki oluşabilecek besin ilaç etkileşimlerini ortaya koymak için yeni stratejiler geliştirmeye yönelik

çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Hepatit hastalarında besin-ilaç etkileşiminden kaynaklanabilecek beslenme bozukluklarına ve bu beslenme bozukluklarının tedavisine yönelik uzun süreli çalışmalar yapılmalıdır. Yapılan araştırmalar sağlık profesyonellerinin hepatit hastalarında görülen besin-ilaç etkileşimlerini daha iyi tanımlayabilmesi için önerilere ve tedaviyi yönetmek için kılavuz oluşturmaya yönelik olmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Akhan S, Aynıoğlu A, Çağatay A, Gönen İ, Günal Ö, Kaynar T ve ark. Kronik hepatit B virüsü infeksiyonunun yönetimi. Klimik Dergisi, 27(1): 2- 18. 2014.

2. Aksoy, M. Beslenme ve İlaç Etkileşimi. Bahçeşehir Üniversitesi, 2016.

3. Bahap, M. *Hepatit B ve C Virüsü İle Enfekte Hastaların Tedavisinde İlaç Kaynaklı Sorunlar.* Klinik Eczacılık Programı Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ankara, 2018.

4. Bedük, T. İç Hastalıkları Hemşireliği Akıl Notları. Ankara Üniversitesi. Ankara,2016.

5. Lin, CC., Yin, MC. Vitamins B depletion, lower iron status and decreased antioxidative defense in patients with chronic hepatitis C treated by pegylated interferon alfa and ribavirin. Clin Nutr. 2009 Feb;28(1):34-8. doi: 10.1016/j.clnu.2008.09.003. Epub 2008 Nov 29. PMID: 19042060.

6. Çorum, D., Üney, K. Besin-İlaç Etkileşimleri. Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 10(1):38-55, 2017.

7. European Association for the Study of the Liver. Clinical Practice Guidelines on the management of hepatitis B virus infection. Journal of Hepatology, 67(2):370-98, 2017.

8. Esin, K., Bingöl, FN., Akbulut, G. Kronik Karaciğer Hastalıklarında Tıbbi Beslenme Tedavisi. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(1): 156 – 170, 2017.

9. Eşrefoğlu M. Oxidative stress and Benefits of Antioxidant Agents in Acute and Chronic Hepatitis. Hepatitis Monthly. 2012. 12(3); 160-167

10. Fontana RJ. Side effects of long-term oral antiviral therapy for hepatitis B. Hepatology. 2009;49(5 Suppl):S185-95.

11. Irmisch G, Hoeppner J, Thome J, Richter J, Fernow A, Reisinger EC, Lafrenz M, Loebermann M. Serum fatty acids, antioxidants, and treatment response in hepatitis C infection: greater polyunsaturated fatty acid and antioxidant levels in hepatitis C responders. J Clin Lipidol. 2011 Jul-Aug;5(4):288-93. doi: 10.1016/j.jacl.2011.04.005. Epub 2011 May 13. PMID: 21784374.

12. Haspolat, YK., Çeltik, C., Çarman, KB., Akbulut, UA., Taş, T. Çocuk Kronik Hastalıklarında Beslenme. Ankara, 2021.

13.İnce, FM., Çelen, MK., İnce, H., Akdemir Kalkan, İ. Kronik Hepatit B Hastalarında Vitamin D Düzeylerinin Değerlendirilmesi, 5(1):57-64, 2021.

14. Karadakovan, A., Eti Aslan, F. Dahili ve Cerrahi Hastalıklarda Bakım. Ege Üniversitesi, 2017.

15. Kasırga, E. Kronik Hepatit Tedavisinde Yenilikler. Klinik Tıp Pediatri Dergisi, 10(3): 2018.

16. Kayaaslan, B., Güner, R. Adverse effects of oral antiviral therapy in chronic hepatitis B. World Journal Hepatology, 9(5):227-41, 2017.

17. Koç, A., Öztaş, D., Kütahya, S., Ceylan, E. Hemşirelik Öğrencilerinin Hepatit B ve C'li Hastalara Bakım Verme Süreci ile Stres Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 26(6), 237-243, 2017.

18. Kuzuya M. Effect of drugs on nutritional status and drug–nutrition interactions in older patients. *Geriatr. Gerontol. Int*, 23: 465–477, 2023.

19. Türk Karaciğer Araştırmaları Derneği, Viral Hepatitle Savaşım Derneği. Türkiye Hepatit B Tanı ve Tedavi Kılavuzu 2023. https://www.tkad.org.tr/wp-content/uploads/2023/11/TURKIYE-HEPATIT-B-TANI-VE-TEDAVI-KLAVUZU-2023.pdf (Erişim Tarihi: 20.02.2024).

20. Türk Karaciğer Araştırmaları Derneği, Viral Hepatitle Savaşım Derneği. Türkiye Viral Hepatitler Tanı ve Tedavi Kılavuzu 2017. https://www.vhsd.org/tr/article/desc/48317/tu-rkiye-viral-hepatitler-tani-ve-tedavi-kilavuzu-2-7.html (Erişim Tarihi: 22.02.2024).

21. Viral Hepatitler Eğitimci Rehberi. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Ankara, 2020. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/bulasici-hastaliklar-ve-erken-uyari-db/Dokumanlar/Rehberler/viral_hepatitler_egitimci_rehberi.pdf Erişim Tarihi: 21.02.2024).

22. Zhang QH, Yang J, He Y, Liu F, Wang JP, Davey AK. Food effect on the pharmacokinetics of entecavir from dispersible tablets following oral administration in healthy Chinese volunteers. Arzneimittelforschung, 60(10):640-4, 2010.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

YAŞLILARDA BESİN-İLAÇ ETKİLEŞİMLERİ VE HEMŞİRELİK BAKIMI

Öğretim Görevlisi, Volkan KINA

Ardahan Üniversitesi, vlknkna07@gmail.com - 0000-0003-0190-0249

Doç. Dr, Zümrüt AKGÜN ŞAHİN

Kafkas Üniversitesi, zumrut8136@hotmail.com - 0000-0001-7141-273X

ÖZET

Yaşlanmayla birlikte bireylerin yaşadıkları sağlık problemleri artmaktadır. Bu artış sonucunda kullanılan ilaç sayısında da artışlar meydana gelmektedir. Çoklu ilaç kullanımında bireylerde ilaç-ilaç, besin-ilaç etkileşimleri ile karşılaşma olasılığı yükselir. Yaşlılıkta görülen fizyolojik ve psikolojik değişimler sonucu bireyler, doğru ilaç kullanımı, ilaca uyum, ilaç-ilaç etkileşimleri, besin-ilaç etkileşimleri hakkında yardıma gereksinim duymaktadır. Yaşlı bireylere ilaçların besinler üzerindeki etkileri, besinlerin ilaçlar üzerindeki etkileri konusunda eğitim verilmelidir. Yaşlı bireylere bakım vericiler arasında en çok vakit geçiren sağlık profesyonellerinden biri hemşirelerdir. Hemşireler, yaşlı bireylere bakım verirken ilaçların kullanım amacına uygun, etkileşime girebileceği ilaç veya besinlerin düzenlenmesinde önemli rol ve sorumluluklara sahiptir. Bu makalede olası besin-ilaç etkileşimleri ve hemşirelik bakımı hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar kelimeler: İlaç yönetimi, Besin-İlaç etkileşimi, Polifarmasi, Akılcı ilaç kullanımı

FOOD-DRUG INTERACTIONS AND NURSING CARE IN THE ELDERLY

ABSTRACT

The health problems experienced by individuals increase with age. As a result of this increase, there is also an increase in the number of drugs used. When using multiple medications, the possibility of individuals encountering drug-drug and food-drug interactions increases. As a result of the physiological and psychological changes seen in old age, individuals need help regarding correct medication use, medication compliance, drug-drug interactions, and food-drug interactions. Elderly individuals should be educated about the effects of drugs on foods and the effects of foods on drugs. Nurses are one of the health professionals who spend the most time caring for elderly people. While caring for elderly individuals, nurses have important roles and responsibilities in arranging the drugs or nutrients that the drugs may interact with and in accordance with their intended use. This article provides information about possible food-drug interactions and nursing care.

Key Words: Drug management, Food-Drug interaction, Polypharmacy, Rational drug use

1. GİRİŞ

Bilimin ilerlemesi, gelişen teknoloji ile tedavi yöntemlerinin çoğalması, verilen tedavilerin etkinliğinin artması, dengeli ve sağlıklı beslenmenin öneminin anlaşılmasıyla, beklenen yaşam süresi uzamıştır ve uzamaya devam edeceği tahmin edilmektedir (Kalaycı ve ark., 2017). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün tanımına göre, 65-74 yaş arası genç yaşlı, 74-84 yaş arası yaşlı, 85 ve üstü ise çok yaşlı olarak sınıflandırılmıştır (WHO, 2023). Birleşmiş Milletler (BM) dünya nüfus tahminlerine göre 2022 yılında dünyadaki toplam nüfusunun 7 milyar 975 milyon 105 bin 156 kişi, yaşlı nüfusun ise 782 milyon 998 bin 642 kişi olduğu tahmin edilmiştir. Buna göre dünya nüfusunun %9,8'ini yaşlı nüfus oluştururken, yaşlı nüfus oranı en yüksek olan ilk üç ülke sırasıyla %29,9 ile Japonya, %24,1 ile İtalya ve %23,3 ile Finlandiya oldu. Türkiye, %9.9 yaşlı oranıyla 184 ülke arasında 66. sırada yer almaktadır. Nüfus projeksiyonlarından elde edilen verilere göre Türkiye' de yaşlı nüfus oranının 2030 yılında %12,9, 2040 yılında %16,3, 2060 yılında %22,6 ve 2080 yılında %25,6 olacağı öngörülmektedir (TÜİK, 2023) .

Yaşlı bireylerde meydana gelen fizyolojik, sosyal ve psikolojik değişimler, yaşlı bireylerin daha fazla sağlık sorunu yaşamasına sebep olur (Ergin, 2021). Sağlık sorunlarının artışıyla ilaç kullanımında da artış olur. Yaşlı hastaların çoğu zaman birçok sağlık sorunu olduğu için birden fazla ilaç alırlar, bu da yaşlı bireylerde beslenmeyle ilgili olumsuz yan etkilere yol açabilir (Öztürk & Uğraş, 2017). Ortaya çıkan yan etkiler yaşlı bireylerde fizyolojik problemlere sebep olabilmesinin yanında, yaşlıların daha az yemesine neden olabilir, bu da yetersiz beslenmeye ve önemli vitamin ve minerallerin eksikliğine neden olabilir (Kuzuya, 2023). Kutsal' ın 2006 yılında yaptığı araştırmada, yaşlıların %84.7'sinin sürekli kullandığı bir ilacın olduğunu, %74.4' ünün iki veya daha fazla ilaç kullandığı tespit edilmiştir. Ünüvar ve ark. 'nın 2019 yılında yaptıkları çalışmada yaşlıların %25.7'sinin 1-3 ilaç, %30'nun 4-6 ilaç ve %44.3'ünün ise 6 dan fazla ilaç kullandığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte çoklu ilaç kullanan bireylerde ilaçların aynı anda kullanım oranının da artış gösterdiği belirlenmiştir.

Bu makalede yaşlı bireylerdeki çoklu ilaç kullanımından dolayı, olası besin-ilaç etkileşimleri ve hemşirelik bakımı hakkında bilgilere yer verilecektir.

2. YAŞLI BİREYLERDE İLAÇ BESİN ETKİLEŞİMLERİ

Yaşlılıkla birlikte bireylerde ortaya fizyolojik değişiklikler, ilaçların emilimini, dağılımını, metabolizmasını ve atılımlarını etkilemektedir. Yaşlı bireylerde belirli ilaçlara verilen cevaplar normal yetişkinlere göre fazla olurken, bazı ilaçlara verilen cevaplar da normal yetişkinlere göre daha az olabilir (Bushra ve ark., 2011). İki tür ilaç-beslenme etkileşimi vardır: (1) alınan besinlerin, ilaçlar üzerindeki etkiler, (2) alınan ilaçların besinlerin emilimi, atılımı ve metabolizma üzerindeki etkileridir. Besin-ilaç etkileşimleri yaşlı bireylerde sağlık sorunlarına yol açabilecek önemli durumlardır (Boullata & Hudson, 2012).

2.1. BESİNLERİN İLAÇLAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Besinler, farklı mekanizmalarla ilaçların farmokodinamik ve farmakokinetik yapılarını etkileyerek, ilacın terapötik etkisinde değişikliğe neden olabilirler. Besinlerin ilaçlar üzerindeki etkileri ile ilacın emiliminde, ilacın verildiği dokularda ve tüm vücuttaki dağılımında, vücuttan atılımı veya metabolik faaliyetlerinde karşılaşılabilir (İsmail, 2009). Kafein ilaçlarla birlikte kullanımı yüksek olan besin öğelerinden biridir. Kafeinin fazla alımı baş ağrısı, anjina, sinirlilik, uykusuzluk gibi problemlere yol açabilir. Bu durumların her biri bireylerin beslenme

durumunu etkilemektedir. Diüretikler ve kortikosteroidlerle birlikte kullanımı hipokalemi riskini artırır. Bununla birlikte kortikosteroid ve etanol gibi ilaç kullanımlarının sebep olduğu gastrointestinal yan etikleri artırır (Aksoy, 2017). Yapılan farmakokinetik çalışmalarda, lif oranı yüksek besinlerin, amoksisilinin emilim hızını arttırırken, emilimi sağlanan ilaç miktarında azalmaya sebep olarak tedavinin etkisini azaltabilir (Rodriguez-Fragoso ve ark., 2011). Yaşlılarda alkol kullanımı birçok sağlık problemine sebep olmaktadır. Bu sorunlar genel olarak, karaciğer hastalıkları, nöropati, uykusuzluk, depresyon, cinsel işlevde bozulma, düşmeler ve kırıklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Alkol kullanımı sağlıksız beslenmeye de sebep olmaktadır. Alkol ilaç etkileşimleri, besin-ilaç etkileşimlerinin olumsuz etkilerini daha da ilerletebilir (Aksoy, 2017).

Portakal suyunun içerisinde hesperedin bulunduğu için, portakal suyu ile antihipertansif bir ilaç olan seliprolol birlikte alınırsa emilimi azalabilir. Fazla posalı besin tüketimi digoksin emilimini geciktirebilir. Yine fazla posa alımı Parkinson hastalarında kullanılan levodopanın emilimini etkiler (Bushra ve ark., 2011). Yağ tüketiminin fazla olduğu beslenmelerde, eritromisin ve asetilsalisilik asit emilimi azalım gösterir ancak bununla birlikte diazepam, griseofulvin, spironolakton ve yağda çözünen vitaminlerin emilimini artırır (Lourenco, 2011). Greyfurt suyu, özellikle 50 yaş üzeri bireylerde yaygın olarak tüketilen bir içecektir. Kalsiyum kanal blokerleriyle etkileşim yapabilir. İlaçların metabolizasyonunu azaltır. Amiodoren, felodipin, sikloporin gibi ilaçların greyfurt suyuyla emiliminde artma oluşur ve bu ilaç etkisinin artmasına hatta toksisiteye neden olabilir. Antihipertansif bir ilaç olan felodipin kullanan bireylerin en az 24 saat öncesinden greyfurt suyu içiminden uzak durması önerilir (Gaddey ve Holder, 2021). Antikoagülan olan varfarin sodyumun K vitamininden zengin besinlerle etkileşimi yüksektir. K vitaminden zengin besinlerle kullanımında ilacın emiliminde yavaşlama olur ve antikoagülan etkide azalma meydana gelir (Aksoy, 2017).

2.2. İLAÇLARIN BESİNLERİN EMİLİMİ, ATILIMI VE METABOLİZMAYA ETKİSİ

İlaçlar iştahı hem artırabilir hem de bastırabilir; ancak pratikte iştahı bastırma üzerindeki etkisi genellikle yaşlı bireylerde daha önemli bir sorundur. Antidepresanlar, antipsikotikler, insülinler ve analogları iştah artışına sebep olabilmektedir. Öte yandan demans önleyici ilaçlar, antiepileptikler, glukagon ve analogları iştah azalmasına sebep olabilmektedir (Cox ve ark., 2020). Mide asidi, mide suyunun asidik olmasını sağlar ve gıdanın sindirimi ve emiliminde önemli bir rol oynar. Bu nedenle, mide asidi salgılanmasını engelleyen ilaçlar, özellikle de proton pompası inhibitörleri, mide ve ince bağırsakta B_{12} vitamini, demir (Fe), C vitamini, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), çinko (Zn), beta-karoten ve diğer besin maddelerinin emilimini engelleyebilir (Gaddey ve Holder, 2021). Diüretikler, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K) ve sodyum (Na), antiasitler folat, fosfat (P), kalsiyum (Ca), A vitamini, antikonvülsanlar, K ve D vitamini, antibiyotikler, kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), H2- reseptör antagonistleri B12 eksiklerine sebep olabilirler (Erkekoğlu ve Baydar, 2015). Besin ve mineral emilimi üzerindeki etkilerine ek olarak birçok ilaç, artan metabolizma ve atılım yoluyla vücudun çeşitli besin konsantrasyonlarını etkileyebilir. Diüretikler birçok mineral ve metal iyonunun atılımını artırır; bazıları besinlerin metabolizmasını etkileyebilir ve dikkatli kullanılmalıdır. Diyabet tedavisinde kullanılan sodyum-glikoz ortak taşıyıcı (SGLT2)

inhibitörleri, idrarla glikoz atılımı ve hafif ozmotik diürez yoluyla enerji kaybını artırır ve bu da kilo kaybına neden olabilir (Kuzuya, 2023).

3. HEMŞİRELİK BAKIMI

Hemşireler, advers ilaç olaylarını tespit ederek, farmakolojik olmayan müdahaleleri teşvik ederek, ilaçlar ve besin-ilaç, ilaç-ilaç etkileşimleri hakkında hastaya eğitim vererek yaşlı bireylerde çoklu ilaç kullanımını ve uygunsuz ilaç kullanımını azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple hemşireler, yaşlılar ve ailelerini ilaçların oluşturacağı etki, ilaçların kullanılması gereken formları, ilaçların dozu, zamanı ve ilaçların advers etkileri konularındaki bilgi seviyelerini değerlendirmelidir. Bu değerlendirmeye göre hemşireler, yaşlı birey ve ailesine kullanılan her ilacın, kullanım amacı, etkisi, doğru dozu, zamanı, ilaç formu gibi doğru kurallarına uyulması gerektiği konusunda bilgilendirmelidir (İskit, 2006).

Hemşireler, ilaç kullanımını ve hastanın ilaçlara tepkisini dikkatli bir şekilde izleyerek yaşlı bireylerde olumsuz ilaç olaylarını belirleyebilir. Yaşamsal bulgulardaki değişimler, yeni semptomların oluşması ya da varolan semptomların ilerlemesi ve anormal laboratuvar sonuçları gibi advers ilaç olaylarının ortak belirti ve bulgularının farkında olmalıdır (Kuvvetlioğlu, 2011).

Hemşireler ayrıca hasta dosyasında order edilen ilaç listelerini düzenli olarak gözden geçirmeli ve bunları hastanın tıbbi geçmişiyle bağdaştırmalı, tüm ilaçların uygun, gerekli olmasını ve tekrarlanmamasını sağlamalıdır. Herhangi bir tutarsızlık veya olası sorun, sağlık ekibiyle birlikte ele alınmalıdır (Selçuk ve Avcı, 2016). Yaşlıda kullanımı riskli olan ilaçlar verildiği zaman ilaç intoksikasyonu yönünden izlenmeli, ilaç-ilaç, besin-ilaç etkileşimleri göz önüne alınarak saatlerde düzenleme yapılmalıdır. Malnütrisyon sonucu görülen plazma albümin seviyesinin azalmasından dolayı, yaşlı bireylerin beslenmesinin desteklenmesine dikkat edilmelidir (Karadakovan, 2014).

Hemşirelerin advers ilaç olaylarının belirlenmesinde hastalar ve bakım vericileri ile iletişimi çok önemlidir. Hemşireler, hastada görülen ilaç-ilaç, besin-ilaç etkileşimleri semptomları hakkında sorular sorarak bireyin kendini rahatça ifade etmesi için teşvik etmelidir. Bununla birlikte hastaları sağlık durumlarındaki herhangi bir değişikliği bildirmenin önemi konusunda eğitim vermelidir (Ihle ve ark., 2016). Elektronik sağlık kayıtları gibi teknolojilerin kullanılması, kapsamlı ilaç bilgileri ve olası ilaç-ilaç, besin-ilaç etkileşimleri veya kontrendikasyonları için uyarılar sağlayarak hemşirelerin advers ilaç olaylarını belirlemesine yardımcı olabilir (Güneş, 2014).

4. SONUÇ

Beslenme durumunun ve diyet alımının düzenli olarak izlenmesi, birden fazla ilaç kullanan yaşlı hastalar için yetersiz beslenmeyi ve eksiklikleri önlemek açısından çok önemlidir. Hemşireler, ilaçların yaşlı hastaların beslenme durumu üzerindeki potansiyel etkisinin farkında olmalıdır. Sağlık hizmeti sağlayıcıları, yaşlı hastalara ilaç yazarken iştah kaybı ve gıda alımının azalması potansiyelini hesaba katarak ilaç-beslenme etkileşimlerini dikkate almalıdır.

Yaşlı hastalarda spesifik ilaç-beslenme etkileşimlerini daha iyi anlamak ve beslenme durumu üzerindeki olumsuz etkileri hafifletmeye yönelik stratejiler geliştirmek ve geliştirilen bu

stratejilerin yaşlı bireylerdeki uzun dönem etkilerini belirleyebilmek için, uzun vadeli çalışmalar yapılabilir. Bununla birlikte araştırmalar, beslenme durumunu ve genel sağlık sonuçlarını optimize etmek amacıyla sağlık profesyonellerinin yaşlı hastalarda ilaç-beslenme etkileşimlerini tanımlaması ve yönetmesi için kılavuzlar ve öneriler geliştirmeye odaklanmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Boullata JI, Hudson LM. Drug-nutrient interactions: a broad view with implications for practice. J Acad Nutr Diet 2012;112(4):506-517.

2. Bushra R, Aslam N, Khan AY. Food-drug interactions. Oman Med J 2011;26(2):77-83.

3. Cox NJ, Morrison L, Ibrahim K, Robinson SM, Sayer AA, Roberts HC. New horizons in appetite and the anorexia of ageing. Age Ageing. 2020 Jul 1;49(4):526-534.

4. Ergin K. Yaşlanma ile İlgili Fizyolojik Değişiklikler. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 8(2): 75-83, 2021.

5. Erkekoğlu ,P., Baydar, T. Yaşlılarda İlaç- Besin ve İlaç-Hastalık Etkileşmeleri. Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, 35(1), 20-41, 2015.

6. Gaddey HL, Holder KK. Unintentional Weight Loss in Older Adults. Am Fam Physician. 2021 Jul 1;104(1):34-40. PMID: 34264616.

7. Gökçe Kutsal, Y. Yaşlılarda çoklu ilaç kullanımı. Turkısh Journal of Gerıatrıcs., Özel sayı: 37-44, 2006.

8. Güneş D. Yaşlıların ilaç kullanımı konusundaki bilgileri ve etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 2014.

9. Ihle A, Jopp DS, Oris M, Fagot D, Kliege lM. İnvestigating discontinuity of agerelations in cognitive functioning, general health status, activity participation, and life satisfaction between young-old and old-old age. International Journal Of Environmental Research And Public Health, 13(11): 1092, 2016.

10. İskit BA. Akılcı ilaç kullanımı. Sted Dergisi 2006; 15(7): 4-5.

11. Ismail MYM. Drug-Food Interactions And Role Of Pharmacist. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. 2009;2(4):1-10.

12. Kalaycı I, Özbek Yazıcı S, Özkul M, Helvacı G. Sağlık çalışanları ve öğrencilerinin yaşlılara yönelik tutumları: sistematik derleme. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 2(1): 21-30, 2017.

13. Karadakovan A. Yaşlıda İlaç Kullanımı. In. Karadakovan A, Ed. Yaşlı sağlığı ve bakım. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2014. s. 188-208.

14. Kuvvetlioğlu K. Yaşlı hastaların ilaç kullanım davranışları ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Yakın Doğu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 2011.

15. Kuzuya M. Effect of drugs on nutritional status and drug–nutrition interactions in older patients. *Geriatr. Gerontol. Int*. 2023; 23: 465–477.

16. Lourenco R. Enteral feeding: drug/nutrient interaction. Clin Nutr 2001;20(2):187-193.

17. Öztürk Z, Gülen Uğraş K. Drug use and polypharmacy in elderly patients. Tepecik Eğit. ve Araşt. Hast. Dergisi 2017; 27(2):103-108.

18. Rodriguez-Fragoso L, Martinez-Arismendi JL, OrozcoBustos D, Reyes-Esparza J, Torres E, Burchiel SW. Potential risks resulting from fruit/vegetable-drug interactions: effects on drug-metabolizing enzymes and drug transporters. J Food Sci 2011;76(4):R112-R124.

19. Selçuk KT, Avcı D. Kronik hastalığa sahip yaşlılara bakım verenlerde bakım yükü ve etkileyen etmenler. SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 7(1): 1-9, 2016.

20. Türkiye İstatistik Kurumu, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2022-49667. Erişim Tarihi (17.02.2024).

21. Ünüvar, S., Bayrak, H., Aktay, G. Yaşlılarda çoklu ilaç kullanımının değerlendirilmesi. Genel Tıp Dergisi, 29(2):55-59, 2019.

22. World Health Organization (WHO) (2024). Ageing. Erişim Tarihi (15.02.2024). https://www.who.int/health-topics/ageing#tab=tab_1

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

ANNE VE YENİDOĞAN BİYOLOJİK RİTMİ VE BAKIMA ETKİLERİ

Uzm. Hemşire Kevser ÇİMEN
Sakarya Üniversitesi, kvsrcmn1@gmail.com - 0000-0001-8198-9305
Doç. Dr. Kevser İLÇİOĞLU
Sakarya Üniversitesi, kevserozdemir@sakarya.edu.tr - 0000-0002-4900-9095

ÖZET

19. yy'dan itibaren canlıların biyolojik faaliyetlerinde belirli bir ritme sahip olduğu fark edilmiştir. 20.yy'a gelindiğinde Franz Halberg günlük ritim anlamına gelen "circadian" terimini tanımlamıştır. Sirkadiyen ritim; yaklaşık olarak 24 saatlik ritmi ifade eder. Sirkadiyen sistem perinatal dönemde gelişmekte ve yavaş yavaş moleküler, hücresel, dokusal ve sistemik seviyelerde işlevsellik kazanmaktadır. Fetüste sirkadiyen ritmin ilk belirtileri gebeliğin 30. haftasından itibaren gözlemlenebilmektedir. Heidelise Als tarafından 1982 yılında fetus, yenidoğan ve bebekte davranışsal boyut ile stres varlığında yenidoğanın fizyolojik ve davranışsal tepkilerinin belirlenmesi ve yorumlanmasını sağlayan sinaktif model geliştirilmiştir. Bu modele göre, bebek içinde bulunduğu çevre ile etkileşim halindedir ve bebek, çevreden kaynaklanan uyarılara tepkisi, kendi iç dengesini sağlama ve konfor durumunu sürdürme ile ilgili gözlenebilir davranışlar sergiler. Preterm bebeklerde Sinaktif Teoriye dayandırılarak oluşturulan 'Bireyselleştirilmiş Destekleyici Gelişimsel Bakım Programı' ise yenidoğan yoğun bakım ortamının ve bu ortamda verilecek bakımın bireysel gereksinimlere göre düzenlenmesinin, bebeğin stresini azaltarak fizyolojik dengesini güçlendireceği ve beyin gelişimini olumlu etkileyeceği hipotezine dayanmaktadır. Yenidoğan bakım gerektiren durumda yoğun bakıma alınması sirkadiyen ritimlerin gelişimini bozabilir ve yenidoğanın yaşamı boyunca sağlığını ve hayatta kalma durumunu etkileyebilir. Sadece prematur yenidoğanlar değil, miadında dünyaya gelen yenidoğanlar da çevresel uyaranlardan etkilenerek gelişimsel süreci olumsuz etkilenebilmektedir. Miadında dünyaya gelen tüm yenidoğanlar, doğum sonu içgüdüsel ve nöroduyusal olarak dış çevreye uyum sağlar ve ilk beslenmesini ortak davranışlar sergileyerek gerçekleştirebilmektedir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada ise, doğumdan sonra yenidoğanın bu davranış dizisinin, inrtauterin hayattayken, fetüsün gelişimsel süreç içinde öğrenilmiş fetal hareketlerin ritmik bir tekrarı olduğunu da ifade edilmektedir. Bu derlemede anne ve yenidoğan biyolojik ritimlerinin bakıma ve emzirmeye yansımaları ele alınmıştır.
Anahtar kelimeler: Sirkadiyen ritim, emzirme, biyoritim teorisi

1. BİYOLOJİK RİTİMLER

19. yy'dan itibaren canlıların biyolojik faaliyetlerinde belirli bir ritme sahip olduğu fark edilmiştir. Kronobiyoloji ise, biyolojik ritimleri ve etkileyen faktörleri inceleyen bilim dalına denilmektedir. 20.yy'a gelindiğinde Franz Halberg günlük ritim anlamına gelen "circadian" terimini tanımlamıştır. Gunther Hildebrandt ise tıbbi durumlara biyolojik ritimlerin etkisine yönelik çalışmalarıyla kronobiyolojiye katkıda bulunmuştur (Erkal İlhan ve Pek H, 2023; Selvi ve diğerleri, 2011).

Canlıların biyolojik ritimleri, genellikle çevre şartları ile senkronize olarak hareket etmektedir. Canlıların çevreden aldıkları ışık gibi bazı çevresel sinyaller, biyolojik ritmin düzenlenmesi için birer işaret görevi görürler. Bunun gibi çevresel işaretlere ritim verici denilmektedir (Özçelik, 2012). Bir günden kısa ritimler olduğu gibi, günlük, haftalık, aylık, yıllık gibi ritimler de bulunmaktadır. Bunlardan en çok bilinen biyolojik ritim "sirkadiyen ritim"dir. Sirkadiyen ritim; yaklaşık olarak 24 saatlik ritmi ifade eder. Pineal bezden melatonin salgılanması, vücut sıcaklığının ayarlanması ve plazma kortizol seviyelerindeki değişimler 24 saatlik döngülerde tekrarlayan olaylara örnektirler (Öney ve Balci, 2021; Reid, 2019; Van Gilst ve diğerleri, 2023).

Karanlıkta salgısı arttığı bilinen melatonin hormonu, hücrelerin yenilenmesi, bağışıklık siteminin güçlenmesi, uyku ritminin ve vücut ısısının düzenlenmesinden sorumludur. Bununla birlikte melatonin, plasental trofoblastlar, bağışıklık hücreleri ve bazı bağırsak hücreleri dahil olmak üzere bir dizi hücre türü tarafından üretilmektedir (Anderson, Vaillancourt, Maes ve Reiter, 2017). Gündüzleri plazma melatonin seviyeleri düşüktür ve gece boyunca artar. Annenin sirkadiyen sistemi ile fetus arasındaki iletişimin ağırlıklı olarak plazma melatonin düzeyindeki bu farklılıklar üzerinden gerçekleştiği düşünülmektedir (Kaur ve diğerleri, 2020). Serum melatonin düzeyi, yaşa göre değişkenlik göstermektedir. Yenidoğanlarda kan melatonin düzeyi düşük olmakla birlikte üçüncü aydan sonra melatonin düzeyi ritmik özellik kazanır. Melatonin anne sütüne geçebildiğinden anne sütü ile beslenen bebeklerin diğer yollarla beslenen çocuklara göre sirkadiyen organizasyonları daha hızlı gelişmektedir (Atasoy, 2019; Günhan, 2021; Vasey, McBride ve Penta, 2021). Kortizol ise, çocuklar ve yetişkinler arasında stresin önemli bir biyolojik belirteci olarak kabul edilmektedir. Kortizol, sağlıklı, zamanında doğan bebeklerde bir aylıktan itibaren sirkadiyen bir ritimle pulsatil bir şekilde salgılanır, sabahları zirveye ulaşır ve akşamları en düşük noktasına ulaşır. Kortizol sirkadiyen ritminin gelişimi, doğum sonrası yaştan ziyade gebelik yaşına bağlı olarak ritim kazandığı belirtilmektedir (Ivars ve diğerleri, 2017). Bu salınımların, uyku-uyanıklık döngüsü ile birlikte 24 saatlik fizyolojik ve çevresel ritimle eşleşecek şekilde düzenlenmesi sirkadiyen sistem tarafından yönlendirilmektedir (İsa, Korf ve Gall, 2012).

2. BİYORİTİM TEORİSİ

Biyoritm Teorisi, insanın yaşam boyunca, doğduğu andan başlayan üç ritmik döngünün etkisi altında kaldığını iddia etmektedir. Teorinin temelleri 19. yy'da Berlinli cerrah Wilhelm Fliess ve Viyanalı psikolog Herman Swoboda tarafından atılmıştır. Teori, 23 günlük fiziksel, 28

günlük duygusal ve 33 günlük zihinsel döngüler olduğunu kabul etmektedir. Her üç döngünün de kişinin doğduğu gün işlemeye başladığı ve hayatımız boyunca bize eşlik ettiği varsayılmıştır. 1923'te biyoritmlerin ilk akademik araştırmacılarından biri olan Estonyalı Nikolai Pärna tarafından "Ritim, Yaşam ve Yaratılış" adlı Almanca bir kitap yayınlanmıştır (Hines, 1998). 2017'de ise Rosbash ve ark. biyolojik ritmimizin işleyişini belirleyerek Nobel ödülü aldıkları çalışmalarında, meyve sineklerinde normal günlük biyolojik ritmi kontrol eden bir geni izole etmişlerdir. Bu genin, gece boyunca hücrede biriken ve gündüzleri parçalanan bir proteini kodladığını göstermişlerdir. Bu gelişme, canlıların biyolojik ritimlerin etkisi altında olduğu bilinse de bu ritimlerin nasıl senkronize olduğunu açıklayan hücresel boyutta ilk kanıt olmuştur (Rosbash, 2021).

3. FETAL RİTİMLERİN GELİŞİMİ

Sirkadiyen sistem perinatal dönemde gelişmekte ve yavaş yavaş moleküler, hücresel, dokusal ve sistemik seviyelerde işlevsellik kazanmaktadır. Fetüste sirkadiyen ritmin ilk belirtileri gebeliğin 30. haftasından itibaren gözlemlenebilmektedir. Gebelik boyunca fetüs intrauterin hayatta, vücut ısısı, besin alımı ve melatonin düzeyi gibi annenin ritimlerine maruz kalmaktadır (Kaur ve diğerleri, 2020). Gebelikte sirkadiyen sistemdeki bozulma, bebekler için olumsuz sağlık sonuçlarına neden olabilmektedir. Sirkadiyen ritmin bozulmasına neden olabilecek gebelik sırasında vardiyalı çalışma veya gece ışığa maruz kalmanın preeklampsi ve erken doğum gibi olumsuz doğum sonuçları riskini artırabileceği belirtilmektedir (Cai ve diğerleri, 2019; Van Gilst ve diğerleri, 2023).

Hücresel boyuttaki sirkadiyen saat geni, perinatal dönemde her moleküler, hücresel ve sistemik süreç için günlük olarak tekrarlanan çevresel değişikliklere göre fizyolojik ve davranışsal düzenlemeler yapar. Yaşamın erken dönemindeki çevre, sirkadiyen sistemin olgunlaşmasını etkilemekte ve yaşam boyunca etkisini sürdürmektedir (Comas, De Pietri Tonelli, Berdondini ve Astiz, 2023; Thomas, Burr, Spieker, Lee ve Chen, 2014).

Doğum sonrası erken dönemde sirkadiyen saat henüz tam olarak işlevsel değildir. Yenidoğanın günlük ritminin oluşumu uterus dışındaki yeni ortamıyla senkronizasyonu, ışığa/karanlığa maruz kalma ve beslenmenin zamanlaması gibi dış etkenlere bağlıdır. Çevresel ışık, bebek ritminin güçlü bir belirleyicisi olsa da, sosyal etkileşim ve beslenme kalıpları da önemli zamanlama ipuçlarıdır. İnsan sütü bileşimindeki gün içindeki sirkadiyen dalgalanmalar anneden yenidoğana aktarılan ritim verici sirkadiyen sinyallerdir. Anne sütü içeriğinin bu dalgalanmaları, emzirmeyi benzersiz bir 'krono-beslenme' biçimi haline getirmektedir (Italianer ve diğerleri, 2020). Fizyolojik çevrenin yanı sıra bebek sirkadiyen ritminin gelişimine, aile içindeki sosyal etkileşiminin zamansal uyumu ve özellikle anne ve bebek arasında koordinasyon katkı sağlamaktadır. Bebek aktivite ritminin, bebek sağlığı ve gelişiminin yanı sıra ebeveynlerin fiziksel ve zihinsel sağlığını da olumlu etkileri bulunduğu ifade edilmektedir (Thomas ve diğerleri, 2014).

4. ANNE - FETÜS - YENİDOĞAN SİRKADİYEN RİTMİ

Karmaşık ve dinamik bir gelişim süreci, embriyoyu doğumdan sonra yaşayacağı yaşam koşullarına hazırlar. Embriyo ve fetüs, plasental sistem aracılığıyla fetal sirkadiyen sistemin

olgunlaşması ve senkronizasyonu için anneden gelen önemli sinyalleri alır. Doğum sonrası erken dönemde anneyle olan yoğun sosyal etkileşimin yanı sıra sütteki hormonlar da gelişen sirkadiyen sistem için ritmik anne sinyalleridir. Merkezi sirkadiyen pacemaker, ön hipotalamusun suprakiazmatik çekirdeğinde (SCN) bulunur. Yenidoğanın anneden aldığı sinyaller, ışık algısı ve SCN gelişene kadar yenidoğanı doğrudan yönlendirebilir. SCN aynı zamanda retinohipotalamik kanal (RHT) tarafından iletilen ışık bilgisini işler ve vücudun sirkadiyen ritmini koordine eder. Her bir SCN nöronunda ritmik hücresel özellikleri gerçekleştiren moleküler bir saat mekanizması bulunmaktadır (İsa ve diğerleri, 2012; Van Gilst ve diğerleri, 2023). Thomas ve ark. yaptıkları çalışmada doğum sonu dönemde anne bebek sirkadiyen ritimleri incelemiş ve bebeğin büyümesiyle birlikte tipik olarak sirkadiyen ritim düzenlerinin arttığını ve gece uyku sürelerinin uzadığını belirlemişlerdir. Ek olarak anne ritminin doğumdan sonra erken dönemde bozulduğunu ve ilerleyen haftalarda tekrardan düzene girdiğini ve 12. haftaya gelindiğinde bebek ile senkronize hale geldiğini ifade etmektedir (Thomas ve diğerleri, 2014).

Erken doğum durumunda ise uterusun kronobiyolojik ortamıyla uyumsuzluk ortaya çıkar. Yenidoğan, normalde uterustan alınan ritmik hormonal ipuçlarını kaybeder ve gün ışığı ve enteral beslenme gibi sirkadiyen senkronize edicilere vaktinden önce maruz kalır. Gebelik boyunca gelişimini sürdüren SCN tamamen olgunlaşmamıştır (Lammertink, Vinkers, Tataranno ve Benders, 2021; Van Gilst ve diğerleri, 2023). Heidelise Als tarafından 1982 yılında fetus, yenidoğan ve bebekte davranışsal boyut ile stres varlığında yenidoğanın fizyolojik ve davranışsal tepkilerinin belirlenmesi ve yorumlanmasını sağlayan sinaktif model geliştirilmiştir. Bu modele göre, bebek içinde bulunduğu çevre ile etkileşim halindedir ve bebek, çevreden kaynaklanan uyarılara tepkisi, kendi iç dengesini sağlama ve konfor durumunu sürdürme ile ilgili gözlenebilir davranışlar sergiler. Preterm bebeklerde Sinaktif Teoriye dayandırılarak oluşturulan 'Bireyselleştirilmiş Destekleyici Gelişimsel Bakım Programı' yenidoğan yoğun bakım ortamının ve bu ortamda verilecek bakımın bireysel gereksinimlere göre düzenlenmesinin, bebeğin stresini azaltarak fizyolojik dengesini güçlendireceği ve beyin gelişimini olumlu etkileyeceği hipotezine dayanmaktadır. Yenidoğan bakım gerektiren durumda yoğun bakıma alınması sirkadiyen ritimlerin gelişimini bozabilir ve yenidoğanın yaşamı boyunca sağlığını ve hayatta kalma durumunu etkileyebilir. Gelişimsel bakımda; yenidoğanın bireysel davranışlarının organizasyonunun desteklenmesi, fizyolojik stabilitenin geliştirilmesi, uyku örüntüsünün korunması, büyüme ve gelişmenin desteklenerek biyoritmik bakım verilmesi söz konusudur (Als, 1982; Cooijmans, Beijers, Rovers ve de Weerth, 2017)(Als, 1982). Öte yandan yenidoğan yoğunbakım ünitesinde (YYBÜ)'de ışık ve gürültüye maruz kalma durumunda gündüz/gece ritminin olmayışı, enteral ve parenteral beslenme programları, stresli müdahaleler (kan alma vb.) dahil olmak üzere YYBÜ'de ritmik olmayan veya fizyolojik ritmi bozan birçok faktör vardır. Tüm bu faktörler, hipotalamik-hipofiz-adrenal eksenin gelişimi, otonom sinir sistemi ve sirkadiyen sistemin kendisi gibi organların ve vücut fonksiyonlarının programlanmasını ve olgunlaşmasını değiştirebilir (Santos, Pearce ve Stroustrup, 2015). Erken doğumdan sonra YYBÜ'deki ebeveyn ve hemşirelik bakımı sirkadiyen ritimlerin olgunlaşmasını destekleyebilir. Fiziksel temas (ebeveynlerin kanguru yapması) ve hemşirelik bakımı bebeğin kalp atış hızını, uykusunu ve stres düzeylerini etkiler.

Bu nedenle bu faktörlerin bebek ritimlerini yönlendirmesi muhtemeldir. Gebelikle ilişkili sirkadiyen faktörlerin anlaşılması, sağlıklı bir gebeliğin ve fetüsün optimal gelişiminin sağlanmasında açısından öneme sahiptir; bu, bireyin daha sonraki yaşamında doğum sonrası hastalıklara yakalanma riskini azaltmak için gereklidir (Kaur ve diğerleri, 2020).

Sadece prematur yenidoğanlar değil, miadında dünyaya gelen yenidoğanlar da çevresel uyaranlardan etkilenerek gelişimsel süreci olumsuz etkilenebilmektedir. İntrauterin hayattan ekstrauterin hayata geçen yenidoğanın değişen çevre şartlarına uyum sağlayamaması erken dönemde bebeğin beslenme davranışı ve anne bebek bağlanma sürecini kesintiye uğratabilmektedir. Miadında dünyaya gelen tüm yenidoğanlar, doğum sonu içgüdüsel ve nöroduyusal olarak dış çevreye uyum sağlar ve ilk beslenmesini ortak davranışlar sergileyerek gerçekleştirebilmektedir. 1977 yılında keşfedilen ve "ilk önemli emme eylemi" olarak bahsedilen doğum sonrası ilk bir saatte yenidoğanın memeyi arama ve bulma amacıyla gerçekleşen memeye emekleme hareketleri gözlemlenmiştir (A. Widström ve diğerleri, 1987). Yenidoğanların tümünde görülen bu ilk beslenme ritminin rutin hastane uygulamalarından dolayı kesintiye uğradığı ve bu durumun emzirme sürecini olumsuz etkilediği belirtilmektedir. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada ise, doğumdan sonra yenidoğanın bu davranış dizisinin, inrtauterin hayattayken, fetüsün gelişimsel süreç içinde öğrenilmiş fetal hareketlerin ritmik bir tekrarı olduğunu da ifade edilmektedir (Brimdyr ve diğerleri, 2020; A. Widström ve diğerleri, 1987; A. M. Widström, Brimdyr, Svensson, Cadwell ve Nissen, 2020). Yenidoğan beslenmesinde yaşanılan sorunların nedeninin çoğu yenidoğanın davranış ritimlerini ve çevresel faktörleri anlayamamaktan kaynaklandığı ifade edilmektedir.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Fetal gelişim sürecinden itibaren sirkadiyen ritimlerin oluşumu ve etkileyen faktörlerin anlaşılması sağlıklı bir gebeliğin ve fetüsün optimal gelişiminin sağlanmasında büyük öneme sahiptir. Fizyolojik faktörlerin yanı sıra sosyal etkileşim boyutunda, anne-bebek etkileşimi, eşlerin, aile yapısının, evdeki sosyal ortam gibi çevresel sirkadiyen sinyallerin bebek gelişimine etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Yetişkin sirkadiyen sisteminin organizasyonu ve işlevi hakkında önemli bilgiler edinilmiş olmasına rağmen, perinatal oluşumu hakkında nispeten hala az şey bilinmektedir. Sirkadiyen sistemin gelişimini anlayıp bu doğrultuda bakım vermek, hem prematur yenidoğan hem de miadında dünyaya gelen yenidoğanın, yaşam boyu bilişsel ve fizyolojik iyiliği sağlamak için gereklidir.

KAYNAKÇA

Als, H., Toward A Synactive Theory Of Development: Promise For The Assessment and Support of İnfant İndividuality, Infant Mental Health Journal, 3,4, 1982.

Anderson, G., Vaillancourt, C., Maes, M. Ve Reiter, R. J., Breastfeeding and The Gut-Brain Axis: İs There a Role For Melatonin? Biomolecular Concepts, 8,3, 2017. Doi:10.1515/BMC-2017-0009

Atasoy, N., Melatonin ve Antioksidan Etkileri. DÜ Sağlık Bil Enst Derg, 9,3,2019. Doi:10.33631/DUZCESBED.492547

Brimdyr, K., Cadwell, K., Svensson, K., Takahashi, Y., Nissen, E., Widström, A. M., The Nine Stages Of Skin-To-Skin: Practical Guidelines And İnsights From Four Countries. Maternal & Child Nutrition, 16,4, 2020. Doi:10.1111/MCN.13042

Cai, C., Vandermeer, B., Khurana, R., Nerenberg, K., Featherstone, R., Sebastianski, M., Davenport, M. H., The İmpact Of Occupational Shift Work and Working Hours During Pregnancy On Health Outcomes: A Systematic Review And Meta-Analysis. American Journal Of Obstetrics And Gynecology, 221,6, 2019. Doi:10.1016/J.AJOG.2019.06.051

Comas, M., De Pietri Tonelli, D., Berdondini, L., Astiz, M., Ontogeny Of The Circadian System: A Multiscale Process Throughout Development,Trends İn Neurosciences, 8,. Doi:10.1016/J.TINS.2023.11.004

Cooijmans, K. H. M., Beijers, R., Rovers, A. C. Ve De Weerth, C., Effectiveness Of Skin-To-Skin Contact Versus Care-As-Usual İn Mothers And Their Full-Term İnfants: Study Protocol For A Parallel-Group Randomized Controlled Trial. BMC Pediatrics, 17,1, 2017. Doi:10.1186/S12887-017-0906-9/FIGURES/2

Erkal İlhan, S. Ve Pek H, E., Yenidoğan ve Çocuk Hemşireliğine Kuramsal Yenilikçi Bakış:Biyoritmik Bakım. Türkiye Klinikleri.Yenidoğan ve Çocuk Hemşireliğinde Yenilikçi Yaklaşımlar, 1.Baskı, 1–9, 2023.

Günhan, R. S., Melatonin ve Önemi. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, Biological Diversity And Conservation, 14,2, 2021. Doi:10.46309/BIODICON.2021.974766

Hines, T. M., Comprehensive Review Of Biorhythm Theory. Http://Dx.Doi.Org/10.2466/Pr0.1998.83.1.19, 83,1, 1998.

İsa, E., Korf, H.-W. Ve Gall, C. Von., When Does İt Start Ticking? Ontogenetic Development Of The Mammalian Circadian System. Prog Brain Res. 2012,199, 2012.

Italianer, M. F., Naninck, E. F. G., Roelants, J. A., Van Der Horst, G. T. J., Reiss, I. K. M., Van Goudoever, J. B., Vermeulen, M. J., Circadian Variation İn Human Milk Composition, A Systematic Review. Nutrients, 12,8, 2020. Doi:10.3390/NU12082328

Ivars, K., Nelson, N., Theodorsson, A., Theodorsson, E., Ström, J. O. Ve Mörelius, E., Development Of Salivary Cortisol Circadian Rhythm in Preterm İnfants. Plos One, 12,8, 2017. Doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0182685

Kaur, S., Teoh, A. N., Shukri, N. H. M., Shafie, S. R., Bustami, N. A., Takahashi, M., … Shibata, S., Circadian Rhythm And İts Association With Birth And İnfant Outcomes: Research Protocol of A Prospective Cohort Study. BMC Pregnancy And Childbirth, 20,1, 2020. Doi:10.1186/S12884-020-2797-2

Lammertink, F., Vinkers, C. H., Tataranno, M. L. Ve Benders, M. J. N. L., Premature Birth And Developmental Programming: Mechanisms Of Resilience And Vulnerability. Frontiers in Psychiatry, 1, 2021. Doi:10.3389/FPSYT.2020.531571

Öney, B. Ve Balci, Ç. (2021). Sirkadiyen Ritmin Sağlıktaki Rolü. Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 4,2, 2021. Doi:10.51536/TUSBAD.922995

Özçelik, M. A., *Yüksek Şiddetli, Kısa Süreli Yüklenmeler Sonrası Toparlanmada, Diurnal Değişimin İncelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 2012.

Reid, K. J., Assessment Of Circadian Rhythms. Neurologic Clinics, 37,3, 2019. Doi:10.1016/J.NCL.2019.05.001

Rosbash, M., Circadian Rhythms and The Transcriptional Feedback Loop (Nobel Lecture)*. Angewandte Chemie (International Ed. İn English), 60,16, 2021. Doi:10.1002/ANIE.202015199

Santos, J., Pearce, S. E. Ve Stroustrup, A., Impact Of Hospital-Based Environmental Exposures on Neurodevelopmental Outcomes Of Preterm İnfants. Current Opinion in Pediatrics, 27,2, 2015. Doi:10.1097/MOP.0000000000000190

Selvi, Y., Beşiroğlu, L., Aydın, A., Kronobiyoloji ve Duygudurum Bozuklukları. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 3,3, 2011. Doi:10.5455/CAP.20110317

Thomas, K. A., Burr, R. L., Spieker, S., Lee, J. Ve Chen, J., Mother-İnfant Circadian Rhythm: Development Of İndividual Patterns and Dyadic Synchrony. Early Human Development, 90,12, 2014. Doi:10.1016/J.EARLHUMDEV.2014.09.005

Van Gilst, D., Puchkina, A. V., Roelants, J. A., Kervezee, L., Dudink, J., Reiss, I. K. M., … Chaves, I., Effects Of The Neonatal İntensive Care Environment On Circadian Health and Development of Preterm İnfants. Frontiers in Physiology, 14, 2023. Doi:10.3389/FPHYS.2023.1243162

Vasey, C., Mcbride, J. Ve Penta, K., Circadian Rhythm Dysregulation and Restoration: The Role of Melatonin. Nutrients, 13,10, 2021. Doi:10.3390/NU13103480

Widström, A. M., Brimdyr, K., Svensson, K., Cadwell, K. Ve Nissen, E., A Plausible Pathway of İmprinted Behaviors: Skin-To-Skin Actions of The Newborn İmmediately After Birth Follow The Order of Fetal Development and İntrauterine Training of Movements. Medical Hypotheses, 134, 2020.Doi:10.1016/J.MEHY.2019.109432

Widström, A., Ransjo-Arvidson, A. B., Christensson, K., Matthiesen, A., Winberg, J., Uvnas-Moberg, K. Ve Widstrom, A., Gastric Suction in Healthy Newborn Infants Effects on Circulation and Developing Feeding Behaviour. Acta Padiatr Scand, 76, 1987.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN DOĞA TEMELLİ HORTİKÜLTÜREL TERAPİ UYGULAMALARI

Prof. Dr. İlknur AYDIN AVCİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ilknura@omu.edu.tr - 0000-0002-5379-3038

Uzman Hemşire Mürselcan KABAKCI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, murselcan28@gmail.com - 0000-0002-1827-8401

ÖZET

Dünyada giderek artan kentleşme, çevre ve yaşam tarzı değişiklikleri nedeniyle doğayla temas olanakları azalmaktadır. Doğal ortam içermeyen kentsel alanlar, insanları doğanın stres azaltıcı etkilerinden uzaklaştırmakta ve çevresel stres faktörlerine maruz kalmalarına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak modern toplum ve yaşam tarzları aşırı stresli hale gelmekte ve toplum sağlığı olumsuz etkilenmektedir. Sağlık sorunlarının sürdürülebilir şekilde önlenmesi ve yol açan faktörlerin azaltılması multidisipliner yaklaşımlar ve müdahale yöntemleri gerektirmektedir. Doğal alanda yapılan terapiler, aktif bedensel katılımı içeren ve doğa-insan ilişkisine katkı sağlayan terapötik süreçlerdir. Doğayla temasın terapötik etkilerinin belirlenmesi; sağlığın korunması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesi konusunda giderek önem kazanmaktadır. Doğa temelli terapiler çerçevesinde; insanlar terapötik aktivite, bilişsel ve fonksiyonel yeteneklerin geri kazanılması ve bilgi edinme gibi amaçlar doğrultusunda doğayı seyretmekte, bitkilerle ilgilenmekte ve hasat edilen bitkilerle beslenmeye yönelik ürünler meydana getirmektedir. Doğa temelli terapi kapsamında olan hortikültürel terapi uygulamaları, katılan bireylerin sosyal, ruhsal, fiziksel, zihinsel ve duygusal sağlığını iyileştirmek için bitkilerin ve doğal dünyanın kullanılması olarak belirtilmektedir. Hortikültürel terapi, farklı fonksiyonel yetenek düzeyine sahip ve farklı yaş gruplarındaki insanlar üzerinde, birçok ortamda; sağlığı, refahı ve sosyal uyumu geliştirmek için bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır ve en etkili terapötik yöntemlerden biridir. Hortikültürel terapilerde iç ve dış mekanlarda yapılan bahçecilik faaliyetleri; fiziksel, ruhsal sağlığın ve kişiler arası ilişkilerin önemli ölçüde iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Halk Sağlığı, Hortikültürel Terapi, Bahçecilik, Doğa

1. GİRİŞ

Kentsel nüfus dünya genelinde hızla artmaktadır. Bu durum kentlerin kaynakları ve eşit dağılımını olumsuz etkilemektedir. Örneğin kentsel sıcaklıklarda, fırtınalarda, aşırı kuraklık veya yağışlarda ve diğer çevresel tehlikelerde artışa işaret eden iklim değişiklikleri, kentsel alanların insan sağlığı ve refahına etkilerini olumsuz yönde etkilemektedir (Van den Bosch ve Sang, 2017). Dünyada giderek artan kentleşme, çevre ve yaşam tarzı değişiklikleri nedeniyle doğayla temas olanakları azalmaktadır. Doğal ortam içermeyen kentsel alanlar, insanları doğanın stres azaltıcı etkilerinden uzaklaştırmakta ve çevresel stres faktörlerine maruz kalmalarına neden olmaktadır (Hartig ve ark., 2011). Böylece modern toplum ve yaşam tarzları aşırı stresli hale gelmekte ve toplum sağlığı olumsuz etkilenmektedir (Annerstedt ve Währborg, 2011). Bu durum toplumsal ve çevresel müdahalelerle önlenebilmektedir (World Health Organization, 2012).

Sağlık sorunlarının sürdürülebilir şekilde önlenmesi ve yol açan faktörlerin azaltılması multidisipliner yaklaşımlar ve müdahale yöntemleri gerektirmektedir (McMichael, 2015). Sağlığın, insan ve çevre arasındaki uyumla daha iyi bir hale geleceği düşünülmektedir (Annerstedt ve Währborg, 2011). Doğa ile etkileşim kurmak sağlığı birçok yönden etkilemektedir. Doğa; temiz havayı solumak, fiziksel ve sosyal aktivitelerde artış ve stres düzeyinin azalması gibi yollarla insan sağlığına birçok yarar sağlamaktadır (Heinen ve ark., 2010; Hartig ve ark., 2014). Doğa ile iç içe olmak ve bahçe aktiviteleriyle ilgilenmek yaşam kalitesini artırmaktadır (Vassányi ve ark., 2024). İnsanlar ve doğa arasındaki etkileşim, çevre ve yaşam kalitesinin yanı sıra halk sağlığı üzerinde de önemli etkilere sahiptir. Doğa, biyoçeşitliliği artıran ve sağlıklı bir yaşam tarzı için onarıcı bir ortamı destekleyen temel hizmetlerin yanı sıra toplum için fiziksel aktiviteler eşliğinde sosyalleşme fırsatları sunmaktadır (Carrus ve ark., 2015; Van den Berg ve ark., 2015; Carrus ve ark., 2017; Van der Jagt ve ark., 2019; Spano ve ark., 2020a). De Vries ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada yaşadıkları sokakta daha çok miktarda yeşil alan bulunan bireylerin daha az stres yaşadıkları, daha fazla sosyal uyuma sahip oldukları ve fiziksel aktivite düzeylerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Doğaya dayalı müdahale yöntemleri, doğadan ilham alan, doğayı destekleyen veya doğadan kopyalanan eylemlerdir ve bir dizi çevresel aktiviteyi verimli ve uyarlanabilir şekilde ele alırken aynı zamanda ekonomik, sosyal ve çevresel faydalar sağlamak üzere tasarlanmaktadır (European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2015). Bu nedenle doğa temelli terapilerin etkilerinin anlamlı ve başarılı olduğu belirtilmektedir (Annerstedt ve Währborg, 2011).

2. DOĞA TEMELLİ UYGULAMALAR VE SAĞLIĞA ETKİLERİ

Dünya genelinde kentsel yaşamın yol açtığı hareketsiz ve stresli yaşam tarzları; diyabet, obezite, kronik solunum yolu hastalıkları, kanser, zihinsel ve kardiyovasküler bozukluklar gibi bulaşıcı olmayan hastalıklara ve savunmasız grupların artmasına neden olmaktadır (World Health Organization, 2010; Vos ve ark., 2015). Savunmasız gruplar, sağlık bakımına diğerlerinden daha fazla ihtiyaç duyma veya mali ve sosyal hizmetlerden dışlanma riski taşıyan belirli özelliklere sahip bir nüfus olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak yaşlılar, çocuklar, zihinsel veya fiziksel engelli bireyler savunmasız gruplara örnek olarak verilebilmektedir. Savunmasız grupların sağlığının korunması ve geliştirilmesi oldukça önemli bir konudur (Marin-Ferrer ve ark., 2017). Yeşil alanlarla etkileşim, yaşlı bireylerin, fiziksel veya psikolojik engeli olan yetişkinlerin, engelli çocukların, yoksul bireylerin ve mahkumlar dahil olmak üzere çeşitli gereksinimleri olan diğer tüm bireylerin fiziksel, psikolojik ve duygusal sağlığını iyileştirmektedir (Gong ve ark., 2016; Kardan ve ark., 2017; Pouya, 2018). Uzun yıllardır

kültürler arası uygulamalar olarak kabul edilmesine rağmen, açık havada doğaya dayalı terapötik müdahaleler son yıllarda sayı ve tür açısından önemli ölçüde artmıştır (Moeller ve ark., 2018). Doğal alanda yapılan terapiler, aktif bedensel katılımı içeren ve doğa-insan ilişkisine katkı sağlayan terapötik süreçlerdir (Harper ve Doherty, 2020). Uygulamalar, yürüyüş ve konuşma terapisi, keşif temelli doğa terapisi, bahçe ve hayvan destekli terapiler gibi çeşitli aktiviteleri içermektedir (Fernee ve ark., 2017; Stern ve Chur-Hansen, 2019; Cooley ve ark., 2020; Karft ve Cornelius-White, 2020). Bu aktiviteler halk sağlığı açısından sosyal, duygusal, fiziksel, fizyolojik ve psikolojik sonuçlarda iyileşmelere katkı sağlamaktadır (Kondo ve ark., 2015; Di Carmine ve Berto, 2020; Sprague ve ark., 2020).

Doğa temelli terapiler, bitkileri ve doğal malzemeleri içermesi ve dış ortamda yürütülmesi sebebiyle, sağlık sorunları olan bireyleri tedavi etmek, iyileşmelerini hızlandırmak veya rehabilite etmek amacıyla yapılan bir müdahale olarak tanımlanmaktadır (Annerstedt ve Währborg, 2011). Doğa temelli terapiler çerçevesinde; insanlar terapötik aktivite, bilişsel ve fonksiyonel yeteneklerin geri kazanılması ve bilgi edinme gibi amaçlar doğrultusunda doğayı seyretmekte, bitkilerle ilgilenmekte ve hasat edilen bitkilerle beslenmeye yönelik ürünler meydana getirmektedir (Spano ve ark., 2020b). Bahçecilik halk sağlığına birçok yönden yarar sağlamaktadır. Hem iç hem de dış mekanlarda bitki bakımıyla ilgili faaliyetlerin, fiziksel ve ruhsal sağlığın ve kişiler arası ilişkilerin önemli ölçüde iyileştirilmesine katkı sağladığı belirtilmektedir (Annerstedt ve Währborg, 2011; Scartazza ve ark., 2020). Üst gövde ve ellerin kullanıldığı düşük ila orta yoğunluklu bahçecilik tedavi programlarının zihinsel engellilerin mesleki rehabilitasyonu için etkili olabilmektedir (Son ve ark., 2022). Joy ve ark. (2020) tarafından zihinsel engelli bireylerin mesleki rehabilitasyonuna yönelik bir hortikültürel terapi programı geliştirmek ve etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada bireyler Güney Kore'nin Jecheon kentinde bulunan özel bir sukulent yetiştirme çiftliğinde sukulent yetiştirme tekniklerinden oluşan bir hortikültürel terapi programının sekiz haftalık oturumuna katılmışlardır. Programdan önce ve sonra el işlev fonksiyonları, duygusal davranış stratejileri ve sosyal becerileri değerlendirilmiştir. Sekiz seans süren ve her seansın 120 dakika olduğu hortikültürel terapi programına katılan zihinsel engelli bireylerde el işlev fonksiyonları, duygusal davranış ve sosyal becerilerde önemli ölçüde iyileşme görülmüştür ($p<0,05$). Son ve ark. (2022) tarafından zihinsel engelli bireylerin iş performansını ve kişilerarası ilişkilerini geliştirmek için hortikültürel terapi programlarının etkinliğini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada zihinsel engelli bireylerin çalışma durumuna dair gözlem ve analizlere dayanarak, el fonksiyonunu iyileştirmek için üst ekstremite hareketleri ve fiziksel aktiviteler içeren 12 seanslık bir hortikültürel terapi programı yürütülmüştür. Kişilerarası iletişim stratejileri, fonksiyonel adaptif davranışlar, el çevikliği ve kavraması da dahil olmak üzere iş davranışlarına yönelik fiziksel beceriler program sonrasında, öncesine göre önemli ölçüde iyileşmiştir ($p<0,05$). Kam ve Siu (2010) tarafından psikiyatrik hastalığı olan bireylerde hortikültürel aktivite uygulanmasının stres, iş performansı ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada psikiyatrik hastalığı olan 24 katılımcı bir hortikültürel aktivite programına katılmak üzere çalışmaya alınmış, deney ve kontrol gruplarına rastgele atanmıştır. Deney grubundaki 10 katılımcı 2 hafta içinde 10 hortikültürel aktivite seansına katılırken, kontrol grubundaki 12 katılımcı rutin atölye eğitimi almaya devam etmiştir. Hortikültürel aktiviteler sonrasında deney grubundaki hastaların anksiyete düzeylerinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bulunmuştur ($p=0.01$).

Doğayla temasın terapötik etkilerinin belirlenmesi; sağlığın korunması, geliştirilmesi ve iyileştirilmesi konusunda giderek önem kazanmaktadır (Frumkin ve ark., 2017). Lai ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışma, katılımcıların hortikültürel aktivitelere katıldıktan sonraki duygusal tepkilerini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiş olup, fizyolojik ve psikolojik

ölçümler için sırasıyla fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ve duygudurum profili kullanılmıştır. Hortikültürel aktivitelere katılmadan önce katılımcıların başlangıçtaki beyin aktivasyon seviyeleri belirlenmiştir. Bireyler 5 haftalık bir hortikültürel aktivitelere katılmışlardır. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme, aktivitelerin hazırlık, ekim, gübreleme, ayıklama ve hasat aşamalarında fizyolojik değişiklikleri tespit etmek için kullanılmıştır. Bulgular, duygu iletim ağı da dahil olmak üzere beyin bölgelerinin fonksiyonel bağlantısının aktive olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bu çalışma bahçe işlerinin beyinde işlevsel bağlantıyı, olumlu duyguların aktivasyonunu ve farkındalığı teşvik edebileceğine dair kanıtlar sunmaktadır. Hortikültürel aktiviteler olumlu duyguları, meditasyonu, yaratıcılığı, dikkati ve rahatlamayı artırmakta ve depresyonu azaltmaktadır. Hortikültürel terapi, bitkiler ve doğal ortam kullanılarak katılan bireylerin bütüncül sağlığının geliştirilmesinde rol oynayan tedavi yöntemidir (Haller, 1998). Detweiler ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada hortikültürel terapi ve hortikültür içermeyen mesleki terapilerin gazilerde kortizol seviyeleri, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu semptomları, alkol isteği ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Katılımcılar rastgele hortikültürel terapi ve hortikültür içermeyen mesleki terapi grubuna atanmıştır. Katılımcılar 3 hafta boyunca günde 5 saat gözetimli hortikültürel terapi ve hortikültür içermeyen mesleki terapi etkinliklerine katılmışlardır. Sonuçlar, hortikültürel terapinin gazilerde kortizol seviyelerinde ve depresif semptomlarda azalma durumuyla stresi azaltabileceği ve yaşam kalitesini hortikültür içermeyen mesleki terapi grubunun katıldığı programlardan daha fazla iyileştirebileceğini göstermektedir.

3. HORTİKÜLTÜREL TERAPİ UYGULAMALARI VE HALK SAĞLIĞINA KATKILARI

Hortikültürel terapi, bireylerin belirli bir tedavi hedefine ulaşmak için eğitimli bir terapistin yardımıyla bahçeyle ilgili faaliyetlere katılması olarak tanımlanmaktadır (American Horticultural Therapy Association, 2023). Hortikültürel terapilerde; hortikültürel terapistler eşliğinde toprak kazmak, bitki yetiştirmek, ormanda yürümek ve dinlenmek gibi faaliyetler uygulanmaktadır. Hortikültürel terapi aktiviteleri bireysel veya toplu şekilde uygulanabilmektedir (Stewart, 2016). Hortikültürel terapi, katılan bireylerin sosyal, ruhsal, fiziksel, zihinsel ve duygusal refahını iyileştirmek için bitkilerin ve doğal dünyanın kullanılmasıdır. Mesleki, terapötik ve sosyal olmak üzere üç tür hortikültürel terapi programı vardır. Mesleki programlar, istihdam sağlayacak beceri ve özellikleri geliştirmek için uygulanmaktadır. Terapötik programlar, bütünlük ve iyileşme hedefiyle rehabilitasyona yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Sosyal programlar, genel refahı destekleyen bir boş zaman aktivitesi olarak bahçeciliğe odaklanmaktadır (Haller, 1998).

Hortikültürel terapi farklı fonksiyonel yetenek düzeyine sahip ve farklı yaş gruplarındaki insanlar üzerinde, birçok ortamda; sağlığı, refahı ve sosyal uyumu geliştirmek için bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır ve en etkili terapötik yöntemlerden biridir (Pouya, 2018). Davranışsal, duygusal ve sosyal etkileşim zorlukları yaşayan bilişsel, fiziksel veya sosyal olarak savunmasız popülasyonlara ait bireyleri dahil eden birçok hortikültürel aktivite örneği vardır (Chiumento ve ark., 2018; Yang ve ark., 2022). Yang ve ark. (2022) tarafından hortikültürel terapinin huzurevinde kalan demanslı bireylerde apati, bilişsel yetenek, yaşam kalitesi ve fonksiyonel kapasite üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada 10 hafta boyunca haftada bir kez uygulanan hortikültürel terapiler sonrası katılan bireylerin apatilerinin önemli düzeyde azaldığı ve bilişsel yeteneklerinin geliştiği gözlemlenmiştir. Yakın geçmişte bahçecilik, fiziksel veya psikolojik engeli olan yetişkinler, engelli çocuklar, yoksul bireyler ve mahkumlar dahil olmak üzere çeşitli gereksinimleri olan insanlar için uygun bir tedavi yöntemi olarak kullanılmıştır (Pouya, 2018). Palsdottir ve ark. (2020) tarafından felç geçirmiş hastalarda

standart bakıma ek olarak uygulanan doğa temelli rehabilitasyonun, randomizasyondan 8 ve 14 ay sonraki takiplerde felç sonrası yorgunluk, günlük işlerin algılanan değeri, engellilik, sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi, anksiyete ve depresyon üzerinde uzun vadeli bir etki durumunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmada deney grubuna standart bakıma ek olarak doğa temelli rehabilitasyon uygulanırken kontrol grubu rutin standart bakım almaya devam etmiştir. Hastalar müdahaleye yüksek oranda uyum göstermiştir. Hem müdahale hem de kontrol grubundaki katılımcılar iyileşme göstermiştir ancak sonuç ölçümlerinin hiçbiri için müdahale ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme farkı bulunmamıştır. Yorgunluk, müdahale grubunda zihinsel yorgunluk için önerilen sınır değerin altına düşmüş, ancak kontrol grubunda düşmemiştir.

Bahçeciliğin sağlık ve terapi açısından birçok faydası vardır ve herkesin keyif alabileceği bir aktivitedir. Hortikültürel aktivitelerde hasat edilen bitkiler sağlıklı ve ekonomik besin kaynağı sağlamaktadır. Engelli bireyler, yaşlılar ve çocukların bahçede bitkilerle ilgilenerek ve kendi yiyeceklerini yetiştirerek zaman geçirmeleri onlar için oldukça faydalı bir uygulamadır (Better Health Channel, 2014). Demark-Wahnefried (2018) tarafından evde sebze yetiştirme aktivitesinin kanserden kurtulan yaşlılarda beslenme ve diğer sağlıkla ilgili sonuçları iyileştirme durumunu araştırmak amacıyla yapılan çalışmada kanserden kurtulan 60 yaş ve üzeri 46 yaşlı bireyin bir yıllık bahçecilik müdahalesi için deney grubu veya kontrol grubuna randomize edildiği fizibilite çalışmasında başlangıçta ve 1. yılda yapılan ev ziyaretlerinde fiziksel performans, antropometrik endeksler, davranışsal ve psikososyal sonuçlar ve biyobelirteçler değerlendirilmiştir. Çalışma güvenli olduğunu kanıtlamış ve %91,3 oranında kalıcılık göstermiştir; müdahale katılımcılarının %70'i deneyimlerini "mükemmel" olarak değerlendirmiş ve %85'i "tekrar yapacağını" belirtmiştir. Veriler, kontrol grubuna kıyasla bahçecilik grubunda değer güvencesinin önemli ölçüde arttığını ve bel çevresi genişliğindeki artışların yavaşladığını göstermektedir (p=0,02). Sebze ve meyve tüketimi, kontrol grubuna göre bahçecilik grubunda başlangıçtan 1. yıla kadar ortalama 1 porsiyon/gün artmıştır (p=0,06). Curzio ve ark. (2022) tarafından anoreksiya nervoza tanısı almış ergen kız bireylerden oluşan bir örneklemde rutin klinik tedaviye ek olarak hortikültürel terapi uygulamasının etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada deney ve kontrol grubuna ayrılan erken kız bireylere başlangıçta ve tedavi tamamlandıktan sonra psikiyatrik değerlendirme yapılmıştır. Rutin klinik tedaviye ek olarak hortikültürel terapi uygulanan grupta biyolojik parametrelerle ölçülen stres tepki seviyeleri zaman içinde iyileşmiştir. Vücut huzursuzluk düzeyi ve duygusal sorun ölçümleri deney grubunda anlamlı bir iyileşme göstermiştir. Hortikültürel terapinin, anoreksiya nervoza tanısı almış ergen kız bireylerde stres düzeyleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir.

Hortikültürel terapiler, fiziksel ve psikolojik sağlığın geliştirilmesi için kullanılmaktadır (Capra ve ark., 2019). Han ve ark. (2018) tarafından bitki yetiştiriciliğine dayalı hortikültürel terapi programının ruh sağlığı sorunları olan yaşlı bireylere yönelik etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada katılımcılar kontrol ve deney gruplarına ayrılmışlardır. Deney grubundaki yaşlı bireyler 10 oturumluk bir hortikültürel terapi programının haftada bir kez yapılan oturumlarına katılmışlardır. Hortikültürel terapi grubunda kortizol seviyeleri, hortikültürel terapi programı sonrasında, öncesine göre önemli ölçüde azalmış ve kondisyon testinin altı alt boyutunun son test puanları önemli ölçüde artmıştır. Bu çalışma, hortikültürel terapinin ruh sağlığı sorunları olan yaşlıların stres düzeylerini ve fiziksel işlevsel becerilerini iyileştirme potansiyelini göstermektedir. Hortikültürel terapi insanlarla bitkileri birbirine bağlayan benzersiz bir yöntemdir (Capra ve ark., 2019). Hortikültürel terapi uygulamalarında yaprakları tırmıklamak, yabani otları temizlemek ve tohum ekmek gibi faaliyetlere dahil olmanın hastalar üzerinde iyileştirici bir etkisi olabileceği ve strese azaltabileceği belirtilmektedir (Adevi ve

Mårtensson, 2013). Doğayla temasın yararları arasında zihinsel yenilenme, bilişsel ve entelektüel uyarım, strese bağlı hastalıklara yakalanma riskinin azalması ve ruh halinin iyileşmesi yer almaktadır. Doğayla iç içe olmak ve sosyal etkileşimde bulunmak daha güçlü bir birlik ve aidiyet duygusu, demans riskinde azalma gibi faydalar sağlayabilmektedir (Clatworthy ve ark., 2013; Wolf ve Housley, 2016).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya genelinde kentleşme ve yaşam tarzı değişiklikleri artmaktadır. Buna bağlı olarak doğayla temas azalmaktadır. Doğayla temasın azalması halk sağlığını birçok yönden olumsuz etkilemektedir. Sağlık sorunlarının önlenmesi ve yol açan faktörlerin azaltılması multidisipliner yaklaşımlar ve müdahale yöntemleri gerektirmektedir. Doğal alanda yapılan terapiler, doğa-insan ilişkisine katkı sağlamaktadır. Doğa temelli terapi kapsamında olan hortikültürel terapi uygulamaları, bireylerin sosyal, ruhsal, fiziksel, zihinsel ve duygusal sağlığını iyileştirmekte ve halk sağlığını olumlu yönde etkilemektedir.

KAYNAKLAR

Adevi, A. A., & Mårtensson, F. (2013). Stress rehabilitation through garden therapy: The garden as a place in the recovery from stress. *Urban forestry & urban greening*, *12*(2), 230-237.

American Horticultural Therapy Association (2023). American Horticultural Therapy Association definitions and positions paper. Erişim: 30 Kasım, 2023. https://www.ahta.org/ahta-definitions-and-positions

Annerstedt, M., & Währborg, P. (2011). Nature-assisted therapy: Systematic review of controlled and observational studies. *Scandinavian journal of public health*, *39*(4), 371-388.

Better Health Channel. (2014). Gardening for health - starting out. Erişim: 02 Ocak 2024, https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/healthyliving/gardening-for-health-starting-out

Capra, C. L., Haller, R. L., & Kennedy, K. L. (2019). Introduction to the profession of horticultural therapy. In *The profession and practice of horticultural therapy* (pp. 3-22). CRC Press.

Carrus, G., Scopelliti, M., Lafortezza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F., ... & Sanesi, G. (2015). Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and urban planning*, *134*, 221-228.

Carrus, G., Scopelliti, M., Panno, A., Lafortezza, R., Colangelo, G., Pirchio, S., ... & Sanesi, G. (2017). A different way to stay in touch with 'urban nature': The perceived restorative qualities of botanical gardens. *Frontiers in Psychology*, *8*, 914.

Chiumento, A., Mukherjee, I., Chandna, J., Dutton, C., Rahman, A., & Bristow, K. (2018). A haven of green space: Learning from a pilot pre-post evaluation of a school-based social and therapeutic horticulture intervention with children. *BMC Public Health*, *18*(1), 1-12.

Clatworthy, J., Hinds, J., & M. Camic, P. (2013). Gardening as a mental health intervention: A review. *Mental Health Review Journal*, *18*(4), 214-225.

Cooley, S. J., Jones, C. R., Kurtz, A., & Robertson, N. (2020). 'Into the wild': A meta-synthesis of talking therapy in natural outdoor spaces. *Clinical Psychology Review*, *77*, 101841.

Curzio, O., Billeci, L., Belmonti, V., Colantonio, S., Cotrozzi, L., De Pasquale, C. F., ... & Maestro, S. (2022). Horticultural Therapy May Reduce Psychological and Physiological Stress in Adolescents with Anorexia Nervosa: A Pilot Study. *Nutrients*, *14*(24), 5198.

De Vries, S., Van Dillen, S. M., Groenewegen, P. P., & Spreeuwenberg, P. (2013). Streetscape greenery and health: Stress, social cohesion and physical activity as mediators. *Social science & medicine*, *94*, 26-33.

Demark-Wahnefried, W., Cases, M. G., Cantor, A. B., Frugé, A. D., Smith, K. P., Locher, J., ... & Jennifer, F. D. L. S. (2018). Pilot randomized controlled trial of a home vegetable gardening intervention among older cancer survivors shows feasibility, satisfaction, and promise in improving vegetable and fruit consumption, reassurance of worth, and the trajectory of central adiposity. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *118*(4), 689-704.

Detweiler, M. B., Lane, S., Spencer, L., Lutgens, B., Halling, M. H., Rudder, T. F., & Lehmann, L. (2015). Horticultural therapy: a pilot study on modulating cortisol levels and indices of substance craving, posttraumatic stress disorder, depression, and quality of life in veterans. *Alternative therapies in health and medicine*, *21*(4), 36.

Di Carmine, F., & Berto, R. (2020). Contact with nature can help ADHD children to cope with their symptoms. The state of the evidence and future directions for research. *Vis. Sustain*, *14*, 1-11.

European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, (2015). *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities : final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities' : (full version)*, Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2777/479582

Fernee, C. R., Gabrielsen, L. E., Andersen, A. J., & Mesel, T. (2017). Unpacking the black box of wilderness therapy: A realist synthesis. *Qualitative Health Research*, *27*(1), 114-129.

Frumkin, H., Bratman, G. N., Breslow, S. J., Cochran, B., Kahn Jr, P. H., Lawler, J. J., ... & Wood, S. A. (2017). Nature contact and human health: A research agenda. *Environmental health perspectives*, *125*(7), 075001.

Gong, F., Zheng, Z. C., & Ng, E. (2016). Modeling elderly accessibility to urban green space in high density cities: A case study of Hong Kong. *Procedia Environmental Sciences*, *36*, 90-97.

Haller, R. (1998). Vocational, social, and therapeutic programs in horticulture. In S.P. Simson & M.C. Straus (Ed.), *Horticulture as Therapy: Principles and Practice* (43-68). Binghamton, NY: The Hawthorne Press, Inc.

Han, A. R., Park, S. A., & Ahn, B. E. (2018). Reduced stress and improved physical functional ability in elderly with mental health problems following a horticultural therapy program. *Complementary therapies in medicine*, *38*, 19-23.

Harper, N. J., & Doherty, T. J. (2020). An introduction to outdoor therapies. In *Outdoor Therapies* (pp. 3-15). Routledge.

Hartig, T., Mitchell, R., De Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual review of public health*, *35*, 207-228.

Hartig, T., Van Den Berg, A. E., Hagerhall, C. M., Tomalak, M., Bauer, N., Hansmann, R., ... & Waaseth, G. (2011). Health benefits of nature experience: Psychological, social and cultural processes. *Forests, trees and human health*, 127-168.

Heinen, E., Van Wee, B., & Maat, K. (2010). Commuting by bicycle: an overview of the literature. *Transport reviews*, *30*(1), 59-96.

Joy, Y. S., Lee, A. Y., & Park, S. A. (2020). A horticultural therapy program focused on succulent cultivation for the vocational rehabilitation training of individuals with intellectual disabilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(4), 1303.

Kam, M. C., & Siu, A. M. (2010). Evaluation of a horticultural activity programme for persons with psychiatric illness. *Hong Kong journal of occupational therapy*, *20*(2), 80-86.

Kardan, O., Gozdyra, P., Misic, B., Moola, F., & Palmer, L. J. (2017). Neighborhood greenspace and health in a large urban center. In *Urban Forests* (pp. 77-108). Apple Academic Press.

Kondo, M. C., South, E. C., & Branas, C. C. (2015). Nature-based strategies for improving urban health and safety. *Journal of Urban Health*, *92*, 800-814.

Kraft, M., & Cornelius-White, J. (2020). Adolescent experiences in wilderness therapy: A systematic review of qualitative studies. *Journal of Creativity in Mental Health*, *15*(3), 343-352.

Lai, P. H., Li, C. W., Hung, S. H., Lee, A. Y., Chang, C. Y., & Tang, H. F. (2023). How Do Horticultural Activities Affect Brain Activation and Emotion? Scientific Evidence Based on Functional Connectivity. *HortScience*, *58*(1), 67-78.

Marin-Ferrer, M., Vernaccini, L., & Poljansek, K. (2017). Index for risk management inform concept and methodology report—version 2017. *Luxembourg. doi: https://doi. org/10.2760/094023*.

McMichael, A. J. (2015). Population health: a fundamental marker of sustainable development. In *Routledge international handbook of sustainable development* (pp. 89-104). Routledge.

Moeller, C., King, N., Burr, V., Gibbs, G. R., & Gomersall, T. (2018). Nature-based interventions in institutional and organisational settings: A scoping review. *International Journal of Environmental Health Research*, *28*(3), 293-305.

Palsdottir, A. M., Stigmar, K., Norrving, B., Petersson, I. F., Åström, M., & Pessah-Rasmussen, H. (2020). The nature stroke study; NASTRU: A randomized controlled trial of nature-based post-stroke fatigue rehabilitation. *Journal of rehabilitation medicine*, *52*(2), 1-7.

Pouya, S. (2018). The importance of horticulture therapy and gardening for older adults in nursing home. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, *8*(2), 146-166.

Rahman, K. A., & Zhang, D. (2018). Analyzing the level of accessibility of public urban green spaces to different socially vulnerable groups of people. *Sustainability*, *10*(11), 3917.

Scartazza, A., Mancini, M. L., Proietti, S., Moscatello, S., Mattioni, C., Costantini, F., ... & Massacci, A. (2020). Caring local biodiversity in a healing garden: Therapeutic benefits in young subjects with autism. *Urban Forestry & Urban Greening*, *47*, 126511.

Son, H. J., Kim, D. S., & Park, S. A. (2022). Horticultural Therapy for Improving the Work Performance and Interpersonal Relationships of Persons with Intellectual

Disabilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(21), 13874.

Spano, G., D'Este, M., Giannico, V., Carrus, G., Elia, M., Lafortezza, R., ... & Sanesi, G. (2020b). Are community gardening and horticultural interventions beneficial for psychosocial well-being? A meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(10), 3584.

Spano, G., Giannico, V., Elia, M., Bosco, A., Lafortezza, R., & Sanesi, G. (2020a). Human health–environment interaction science: an emerging research paradigm. *Science of the total environment*, *704*, 135358.

Sprague, N., Berrigan, D., & Ekenga, C. C. (2020). An analysis of the educational and health-related benefits of nature-based environmental education in low-income Black and Hispanic children. *Health Equity*, *4*(1), 198-210.

Stern, C., & Chur-Hansen, A. (2019). An umbrella review of the evidence for equine-assisted interventions. *Australian Journal of Psychology*, *71*(4), 361-374.

Stewart, M. (2016). Horticulture therapy workbook. New England: Antioch University

Van den Berg, M., Wendel-Vos, W., van Poppel, M., Kemper, H., van Mechelen, W., & Maas, J. (2015). Health benefits of green spaces in the living environment: A systematic review of epidemiological studies. *Urban forestry & urban greening*, *14*(4), 806-816.

Van den Bosch, M., & Sang, Å. O. (2017). Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health–A systematic review of reviews. *Environmental research*, *158*, 373-384.

Van der Jagt, A. P., Smith, M., Ambrose-Oji, B., Konijnendijk, C. C., Giannico, V., Haase, D., ... & Cvejić, R. (2019). Co-creating urban green infrastructure connecting people and nature: A guiding framework and approach. *Journal of Environmental Management*, *233*, 757-767.

Vassányi, I., Szakonyi, B., Loi, D., Mantur-Vierendeel, A., Quintas, J., Solinas, A., ... & Rárosi, F. (2024). Impact of information technology supported serious leisure gardening on the wellbeing of older adults: The Turntable project. *Geriatric Nursing*, *55*, 339-345.

Vos, T., Barber, R. M., Bell, B., Bertozzi-Villa, A., Biryukov, S., Bolliger, I., ... & Brugha, T. S. (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The lancet*, *386*(9995), 743-800.

Wolf, K., & Housley, E. (2016). The benefits of nearby nature in cities for older adults. *Annapolis, MD: The TKF Foundation*.

World Health Organization. (2010). *Urbanization and health: health equity and vulnerable populations* (No. WHO-EM/CBI/067/E).

World Health Organization. (2012). Action plan for implementation of the European strategy for the prevention and control of noncommunicable diseases 2012− 2016.

Yang, Y., Kwan, R. Y., Zhai, H. M., Xiong, Y., Zhao, T., Fang, K. L., & Zhang, H. Q. (2022). Effect of horticultural therapy on apathy in nursing home residents with dementia: a pilot randomized controlled trial. *Aging & Mental Health*, *26*(4), 745-753.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

YAŞLI SAĞLIĞINI GELİŞTİRMEDE BAHÇECİLİK TERAPİSİNİN YERİ

Uzman Hemşire Mürselcan KABAKCI
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, murselcan28@gmail.com - 0000-0002-1827-8401
Prof. Dr. İlknur AYDIN AVCİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ilknura@omu.edu.tr - 0000-0002-5379-3038

ÖZET

Dünya genelinde nüfus içindeki yaşlıların sayısında ve oranında artış yaşanmaktadır. Bu durum yaşlı sağlığının önemini artırmaktadır. Yaşlanmayla birlikte sağlık sorunları daha sık yaşanmaktadır. Sağlıklı yaşlanmayı teşvik etmek, sağlık sorunu yaşayan yaşlı bireylerin sayısını azaltmak ve sağlık bakım sistemlerinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmak için ekonomik ve uygun maliyetli müdahalelerin kullanım sıklığının artırılması oldukça önemlidir. Farmakolojik olmayan fiziksel müdahale yöntemlerinden biri olan ve yaşlı sağlığına katkı sağlayan bahçecilik terapisi doğaya erişimi kolaylaştıran etkili bir boş zaman aktivitesi ve özel bir tedavi programı olarak son yıllarda dikkat çekmektedir. Bahçecilik terapisi tedavi edici hedefler doğrultusunda bitkilere bakım verme, bitki yetiştirme ve hasat gibi faaliyetleri içeren uygulamalardır. Bahçecilik terapisi toprağı kazmaktan, parkta bir bankta oturmaya, saksıdaki iç mekan bitkileriyle çalışmaya, ormanda yürüyüşe, lisanslı bir bahçecilik terapistiyle aktiviteler yapmaya kadar birçok faaliyeti içermektedir. Aynı zamanda birçok farklı insana ve onların ihtiyaçlarına ve yeteneklerine de uyarlanabilmektedir. Bahçecilik terapisi bireysel bir aktivite veya bir grup etkinliği olarak uygulanabilmektedir. Bahçecilik terapisi güvenli ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle yaşlı bireyler gibi farklı fiziksel, psikolojik ve sosyal düzeylere sahip gruplarda etkili bir tedavi yöntemi olarak kullanılabilmektedir. Fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal sağlığı etkileyen bütüncül bir yaklaşım olduğu için bahçecilik terapilerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bahçecilik terapilerinin kullanılması, yaşlanmayla ortaya çıkan sağlık sorunlarını önlemekte, yaşlı sağlığını geliştirmekte ve yüksek maliyetli tedavi yöntemlerinin kullanımını azaltarak ekonomik anlamda katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaşlı, Sağlık, Bahçecilik, Terapi

1. GİRİŞ

Dünya genelinde nüfus içindeki yaşlıların sayısında ve oranında artış yaşanmaktadır. 2023 yılında 60 yaş ve üzeri nüfus 1,4 milyara ulaşmıştır. 2030 yılına kadar, dünyadaki her 6 kişiden 1'inin 60 yaş ve üzerinde olması ve 2050 yılına kadar, 60 yaş ve üzeri dünya nüfusunun 2,1 milyara ulaşması beklenmektedir. Ayrıca 80 yaş ve üzeri nüfusun 2050 yılında 2020'ye kıyasla üç katına çıkarak 426 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir (World Health Organization, 2022). Türkiye'de ise, 65 ve üzeri yaştaki nüfus, 2015 yılında 6 milyon 495 bin 239 kişi iken, 2020 yılında 7 milyon 953 bin 555 kişiye ulaşmıştır. Bu artış, son beş yılda %22.5'lik bir büyümeye karşılık gelmektedir. Yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki oranı ise, 2015 yılında %8.2 iken, 2020 yılında %9,5'e yükselmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu 2022).

Yaşlanmayla birlikte sağlık sorunları daha sık yaşanmakta ve hastalıklar çoğu zaman birden fazla ilaç kullanılmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak ilaçların yan etkileri sonucu yaşlı bireylerin sağlığı risk altında kalabilmektedir. Nüfusun yaşlanması aynı zamanda genel sağlık yönetiminin maliyeti de dahil olmak üzere ekonomik sonuçlarla ilgili ciddi riskleri de beraberinde getirmektedir (Aggarwal ve ark., 2020; Wang ve ark., 2022). Nüfusun hızla yaşlanması ve ağır ekonomik yük göz önüne alındığında, araştırmacılar sağlık sistemlerinin uygun maliyetli tedavi ve bakımın sağlanmasına daha çok önem verilmesini önermektedir (Wang ve ark., 2022). Sağlıklı yaşlanmayı teşvik etmek, sağlık sorunu yaşayan yaşlı bireylerin sayısını azaltmak ve sağlık bakım sistemlerinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunmak için ekonomik ve uygun maliyetli müdahalelerin kullanım sıklığının artırılması oldukça önemlidir (Graybill ve ark., 2014).

Yaşlılık döneminde bireylerin aktif bir yaşam tarzına sahip olması ve üretmeye devam etmesi sağlıklı bir yaşlanma süreci sağlamaktadır. Buna bağlı olarak yaşlı bireylerin sağlığının geliştirilmesi için etkili müdahale yöntemlerinin uygulanması önemlidir (Jin ve ark., 2015). Yaşlanmaya bağlı ortaya çıkan sorunlar ve bu sorunların çözümünde uygulanabilecek sağlığı geliştirme programlarının oluşturulması için dünya çapında çok sayıda çalışma yürütülmekte ve yaşlı bireylerin sağlığının geliştirilmesinde birçok fiziksel, ruhsal ve sosyal tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Bu konuda sosyalleşmeye teşvik eden fiziksel aktiviteler oldukça önemlidir (Jin ve ark., 2015; Chiu ve ark., 2020). Fiziksel aktivite düzeyleri yetersiz yaşlı bireyler günlük yaşam aktivitelerinde bağımlı hale gelmeye daha yatkındırlar (Sjölund ve ark., 2015). Fiziksel aktivitelere katılım kardiyovasküler sorunlar, diyabet, kanser, demans ve diğer psikolojik sorunları önleyebilmekte; yaşam kalitesi ve iyi oluşu artırabilmektedir (Camboim ve ark., 2017; World Health Organization, 2018). Farmakolojik olmayan fiziksel müdahale yöntemlerinden biri olan ve yaşlı bireylerde sosyalleşmeye katkı sağlayan bahçecilik terapisi doğaya erişimi kolaylaştıran etkili bir boş zaman aktivitesi ve özel bir tedavi programı olarak son yıllarda dikkat çekmektedir (Park ve ark., 2016; Cipriani ve ark. 2017; Zhao ve ark., 2020; Zhao ve ark., 2022). Bahçecilik terapisi güvenli ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle yaşlı bireyler gibi farklı fiziksel, psikolojik ve sosyal düzeylere sahip gruplarda tedavi yöntemi olarak kullanılması etkili olabilmektedir (Lai ve ark., 2018; Chu ve ark., 2019; Kabakcı ve Gök Uğur, 2021). Fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal sağlığı etkileyen bütüncül bir yaklaşım olduğu için bahçecilik terapilerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Park ve ark., 2016).

2. BAHÇECİLİK TERAPİSİ

Bahçecilik terapisi, bir bireyin eğitimli terapistlerin yardımıyla bahçecilikle ilgili faaliyetlere katılımıdır. Bahçecilik terapisinin amacı travma sonrası stres bozukluğu veya depresyon semptomlarını iyileştirmek gibi spesifik bir tedavi hedefine ulaşmaktır (Masuya ve ark., 2014; American Horticultural Therapy Association, 2023a). Bahçecilik terapisi yararlı ve etkili bir

tedavi yöntemi olarak kabul edilmekte ve çok çeşitli mesleki ve toplumsal ortamlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Amerikan Bahçecilik Terapisi Derneği'ne göre, "Bahçecilik terapisi, lisanslı bir bahçecilik terapisti tarafından belirli hedeflere ulaşmak için düzenlenmiş bir tedavi, rehabilitasyon veya mesleki plan dahilinde sunulan bahçe etkinliklerine katılım" olarak tanımlanmaktadır. Bahçecilik terapistleri, bahçeciliğin terapi ve rehabilitasyon amacıyla kullanılması konusunda özel eğitim, öğretim ve yeterlilik belgesine sahip profesyonellerdir. Amerikan Bahçecilik Terapisi Derneği'nin tanımına göre bahçecilik terapisti, bitki bilimi, insan bilimi ve bahçecilik terapisi ilkeleri konusunda temel bilgiye ve bahçecilik terapilerinin uygulanmasında deneyime sahip bireydir (American Horticultural Therapy Association, 2023b).

Bahçecilik aktivitelerinin meyve, sebze veya çiçek yetiştirmek gibi bahçe işleriyle ilgilenmeye yönelik açık bir süreç olduğu ve bahçecilik terapisi ekibinin her zaman birlikte çalışan ve böylece yaşlı bireyler arasında iletişimin artmasına katkı sağlayan eğitimli terapist, sağlık hizmeti sağlayıcıları, hastalar veya herhangi bir amaçla katılımcı olan bireylerden oluştuğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Wang ve ark., 2022). Bahçecilik terapisi, katılımcıların sosyal, ruhsal, fiziksel, zihinsel ve duygusal sağlığını geliştirmek için bitkilerin ve doğal dünyanın kullanılmasıdır. Mesleki, terapötik ve sosyal olmak üzere üç tür bahçecilik terapisi programı vardır (Stewart, 2016). Mesleki bahçecilik terapisi bahçecilik aktivitelerini mesleki şekilde sürdürmeye yönelik beceri ve özellikleri geliştirmeye katkı sağlamaktadır (Haller, 1998). Mesleki bahçecilik ortamlarında insanlar bağımsız çalışmayı, problem çözmeyi ve yönergeleri takip etmeyi öğrenmektedirler (American Horticultural Therapy Association, 2023b). Mesleki bahçecilik terapileri bireylerin hastalık, sakatlık ve yaralanmalarının iyileşmesini sağlayarak yaşama bağlanmalarına yardımcı olmaktadır. Terapötik bahçecilik, bütünlük ve iyileşme hedefleriyle sağlığın geliştirilmesine yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır. Sosyal bahçecilik terapileri, genel iyilik halini destekleyen bir boş zaman etkinliği olarak bahçecilik aktivitelerinin uygulanmasını içermektedir (Haller, 1998).

Bahçecilik terapisi hem iç hem de dış mekanlarda birçok farklı ortamda gerçekleştirilebilmektedir. Bahçecilik terapisi toprağı kazmaktan, parkta bir bankta oturmaya, saksıdaki iç mekân bitkileriyle çalışmaya, ormanda yürüyüşe, lisanslı bir bahçecilik terapistiyle aktiviteler yapmaya kadar birçok faaliyeti içermektedir. Aynı zamanda birçok farklı insana ve onların ihtiyaçlarına ve yeteneklerine de uyarlanabilmektedir. Bahçecilik terapisi bireysel bir aktivite veya bir grup etkinliği olarak uygulanabilmektedir. Bahçecilik terapisi sosyal ve mesleki becerilerini öğrenmek için katılımcıların fiziksel aktivite düzeyleri ve ihtiyaçlarına uygun olarak uygulanabilmektedir. Bahçecilik terapisi ağırlıklı olarak fiziksel aktivite ve doğayla etkileşimi içeren aktif aktiviteler ve düşük yoğunlukta fiziksel aktivite ve doğayı izlemeyi içeren pasif aktiviteler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bahçecilik terapisi; bitki yetiştirme, bağlanma, amaç ve sahiplik duygusu kazanma, fiziksel ve ruhsal sağlığın iyileşmesi, refleks ve motor becerilerin gelişmesi gibi birçok yarar sağlamaktadır (Stewart, 2016).

3. YAŞLI SAĞLIĞININ GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BAHÇECİLİK TERAPİSİ UYGULAMALARI

Yaşlı bireyler fiziksel, psikolojik ve sosyal sorunlar yaşayabilmektedir (Gu ve ark., 2020). Fiziksel işlevsellik, günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmek ve fiziksel bağımsızlığı sürdürmek için önemlidir (Levy ve ark., 2020). Yaşlanma ve kronik hastalıkların artışıyla birlikte yaşlı bireylerde; kas gücü, çeviklik, esneklik, aerobik dayanıklılık ve denge gibi fiziksel işlevlerde sorunlar ortaya çıkmaktadır (Cheng ve ark., 2020). Fiziksel işlevselliğin bozulması sağlık hizmetleri kullanımının artmasına ve ekonomik olumsuzluklara neden olmaktadır

(Cheng ve ark., 2020). Kırılganlık, sarkopeni, parkinson, demans, diyabet, kardiyovasküler sorunlar ve diğer birçok hastalık yaş ilerledikçe daha sık olarak ortaya çıkabilmektedir (McPhail, 2016; Raju, 2018). Serebral hastalıklar, kardiyovasküler hastalıklar, sindirim sistemi hastalıkları, solunum sistemi hastalıkları, kemik ve kas kütlesi kaybı ve yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan diğer yaygın hastalıklar, yaşlı bireylerin sağlık düzeyleri ve yaşamları için büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Lyons ve ark. 2017; Bauer ve ark. 2020). Psikolojik ve sosyal sorunlar; refahı, yaşam kalitesini, fiziksel ve zihinsel sağlığı olumsuz yönde etkileyerek yaşlı bireylerin bakım yükünün artmasına yol açabilmektedir (Sempik ve ark, 2014; Rao ve ark., 2017). Bu nedenle yaşlı bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal sağlığının iyileştirilmesi sağlık hizmetleri açısından büyük önem taşımaktadır (Sempik ve ark, 2014; Lin ve ark., 2022).

Bahçecilik terapileri tedavi edici hedefler doğrultusunda bitkilere bakım verme, bitki yetiştirme ve hasat gibi faaliyetleri içeren uygulamalardır (Summit Malibu, 2023). Bahçecilik terapileri yaşlı bireylerin fiziksel fonksiyonlarını iyileştirmekte, yaşam kalitelerini, yaşam doyumlarını, mutluluk duygularını, iletişim ve sosyal aktivite düzeylerini artırmakta, vücut kitle indekslerini azaltmakta, bağışıklıklarını geliştirmekte ve bireylerin yetiştirdikleri ürünler sayesinde daha sağlıklı beslenmelerine katkı sağlamaktadır (Haller ve ark. 2019; Wang ve ark., 2022). Bahçecilik terapilerinin; günlük yaşam aktiviteleri, üst vücut esnekliğini, ağırlık kaldırma, oturma ve uzanma gibi hareketler ve el becerilerini olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir (Lin ve ark., 2022; Yun ve ark., 2023). Bahçecilik aktivitelerinde tekrarlanan uzanma-kavrama hareketleri, katılımcıların ince motor becerilerinin gelişmesine, kavrama kuvvetlerinin artırmasına ve çeviklik kazanmalarına katkı sağlamaktadır (Lee ve ark., 2018; Joy ve ark., 2020). Buna bağlı olarak kas aktivasyonu, hareket süreleri, çabukluk ve eklemlerin açısal hareket aralığı gibi kardiyopulmoner dayanıklılık ve üst ekstremite esnekliği göstergeleri artmaktadır. (Lee ve ark., 2016). Bail ve ark. (2018) tarafından meme kanserini atlatan ve danışmanlık hizmeti alan bireylerde ev bahçeciliği müdahalesinin uygulanabilirliği ve belirli sağlık sonuçlarına etkisinin incelendiği çalışmada katılımcılar deney ve kontrol gruplarına rastgele olarak dağıtılmıştır. Deney grubundaki katılımcılar 1 yıl boyunca profesyonel bahçıvanlar eşliğinde ev bahçeciliği uygulamaları yapmışlardır. Müdahaleler sonucunda deney grubu orta düzey fiziksel aktivite düzeyleri, 2 dakikalık adım testi ve kol gücü testi ortalamaları kontrol grubuna göre önemli ölçüde iyileşmiştir ($p<0.05$). Katılımcıların %86'sı 2 yıllık takipte bahçecilik aktiviteleriyle uğraşmaya devam etmiştir.

Yaşlılar bahçecilik terapileri sırasında ekim, dikim, sulama, gübreleme ve hasat faaliyetlerine katılırken ellerini, ayaklarını, parmaklarını, gözlerini ve kafalarını aynı anda kullanarak kapsamlı bir hareket rutini gerçekleştirmektedir. Bu durum aktif hareketliliği sağlamakta, dengeyi iyileştirmekte ve yaşlılığa bağlı sorunları önlemektedir (Makizako ve ark. 2015; Lee ve ark., 2016; Park ve ark. 2020). Lee ve ark. (2018) tarafından felç tanısı almış hastalarda görev odaklı eğitime dayalı 18 seanslık bahçecilik terapisi programının fiziksel ve psikolojik etkilerini değerlendirmek ve hasta memnuniyetini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada bahçecilik aktivitelerine katılan felç tanısı almış hastalarda üst ekstremite fonksiyonunda, el kuvvetinde, dengede ve günlük yaşam aktivitelerinde artış gözlemlenirken; düşme oranlarında ve depresyon düzeylerinde azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca bahçecilik terapisi uygulamalarına katılan katılımcıların %85.7'sinin bahçecilik aktivitelerinden memnun olduğu belirtilmiştir.

İnsan ve doğa arasındaki aktif temas ve etkileşim yöntemi olarak bahçecilik terapisi; yaşam kalitesi, refah, sosyal etkileşim gibi faktörleri artırabilmekte; stres, anksiyete ve depresyon gibi olumsuz duyguları azaltabilmektedir (Liu ve ark., 2014; Kabakcı, 2023; Wang ve ark., 2023). Bu nedenle bahçecilik aktiviteleri psikolojik sağlık açısından faydalı olabilmektedir (Chu ve ark., 2019; Lai ve ark., 2018). Chu ve ark. (2019) tarafından Tayvan'da huzurevinde kalan yaşlılarda bahçecilik aktivitelerinin depresyon ve yalnızlığa etkisini değerlendirmek amacıyla

yapılan çalışmada üç huzurevinde yaşayan 150 yaşlı bireyden oluşan uygun bir örneklem seçilmiş ve rastgele deney grubuna ve kontrol grubuna atanmışlardır. Deney grubundaki yaşlı bireyler haftada bir kez 1.5-2 saat uygulanan ve toplamda 8 hafta süren bahçecilik aktivitelerine katılmışlardır. Müdahale başlangıcında ve müdahale sonunda yapılan ölçümlerde, deney grubundaki yaşlı bireylerin depresyon ve yalnızlık düzey ortalamalarının kontrol grubundaki yaşlı bireylere göre önemli ölçüde azaldığı bulunmuştur. Makizako ve ark. (2019) tarafından depresif semptomları ve hafif hafıza kaybı olan yaşlı bireyler için egzersiz ve bahçecilik müdahalelerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada bahçecilik aktivitelerine katılan yaşlı bireylerin geriatrik depresyon ölçeği puan ortalamalarında önemli ölçüde azalma gözlemlenmiştir. Meore ve ark. (2021) tarafından intihar geçmişi olan gazilerde genel sağlığın iyileştirilmesinde bahçecilik terapilerinin etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada 20 katılımcıya uygulanan her bahçecilik aktiviteleri sonrası katılımcıların stres, ağrı, bulanım ve yalnızlık düzeylerinde azalma olduğu saptanmıştır. Ng ve ark. (2018) tarafından bahçecilik terapilerinin Asyalı yaşlı bireyler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada bahçecilik aktivitelerine katılan yaşlı bireylerin sosyal bağlılık düzeylerinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Gruplar halinde uygulanan bahçecilik terapilerinin, katılımcılar arasında arkadaşlık kurmayı sağlayan sosyal desteği ve paylaşımı desteklediği bulunmuştur.

Yapraklı bitkilerle çalışmanın, prefrontal korteks aktivitesini azaltarak ve parasempatik sinir aktivitesini teşvik ederek fiziksel ve zihinsel rahatlamayı tetiklediği, buna bağlı olarak duygusal durumun iyileştiği bulunmuştur (Choi ve ark., 2016; Park ve ark., 2017). Pedrinolla ve ark. (2019) tarafından terapötik bahçe uygulamalarının, demansın davranışsal ve psikolojik semptomlarını azalmaya etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada alzheimer tanısı alan 163 birey deney ve kontrol grubuna rastgele olarak atanmıştır. Deney grubundaki bireyler 6 ay boyunca iç mekân terapötik bahçe uygulamalarıyla ilgilenirken kontrol grubu standart tedavi sürecine devam etmiştir. Deney grubundaki katılımcıların nöropsikiyatrik ölçek ve mini mental test puanı, ketiapin (ilaç) kullanım dozu, kan basıncı ve tükürük kortizol düzeyi ortalamalarının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde iyileştiği gözlemlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre alzheimer tanısı almış bireylerde iç mekanda yapılan terapötik bahçe uygulamalarına katılım, demansın davranışsal ve psikolojik semptomlarını, ilaç kullanımını ve kortizol düzeylerini azaltabilmektedir.

Saksıda çiçek yetiştirmek, çiçek tarhı yapımı, bitki budama ve diğer bahçecilik aktiviteleri yaşlı bireylerin yaşam tarzlarını iyileştirmelerine, endişelerini unutmalarına ve uyku kalitelerini artırmalarına yardımcı olabilmektedir (Gorenko ve ark. 2021). Ayrıca toprakla temas etmek, toprakta bulunan Mycobacterium türlerine yanıt olarak mutluluk hissi yaratan serotonin hormonu üretimini tetiklemektedir (Kim ve ark., 2022). Lai ve ark. (2018) tarafından bahçecilik terapisinin bakımevinde kalan kırılgan yaşlıların psikolojik refahı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmaya katılan 111 katılımcı deney ve kontrol gruplarına rastgele olarak atanmıştır. Deney grubundaki katılımcılar haftada bir kez 60 dakika uygulanan ve toplamda 8 seans süren bahçecilik terapisi uygulamalarına katılmıştır. Deney grubundaki yaşlı bireylerin bahçecilik terapisi seansları sonrası mutluluk düzeylerinin arttığı sonucu elde edilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada artan yaşlı sayısı ve oranı nedeniyle yaşlı sağlığı konusu gündeme gelmektedir. Yaşlı sağlığının geliştirilmesinde uygun maliyetli, kolay uygulanabilir ve düşük riskli müdahalelerin

oluşturulması ve kullanılması önemlidir. Bahçecilik terapileri yaşlı bireylerde uygulaması kolay, fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlığa birçok yönde yarar sağlayan, maliyet etkin ve düşük risk içeren müdahale yöntemlerinden biridir. Bahçecilik terapilerinin kullanılması, yaşlanmayla ortaya çıkan sağlık sorunlarını önlemekte, yaşlı sağlığını geliştirmekte ve yüksek maliyetli tedavi yöntemlerinin kullanımını azaltarak ekonomik anlamda katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Aggarwal, P., Woolford, S. J., & Patel, H. P. (2020). Multi-morbidity and polypharmacy in older people: challenges and opportunities for clinical practice. *Geriatrics*, *5*(4), 85.

American Horticultural Therapy Association (2023a). American Horticultural Therapy Association definitions and positions paper. Erişim: 30 Kasım, 2023. https://www.ahta.org/ahta-definitions-and-positions

American Horticultural Therapy Association. (2023b). Horticultural Therapy Erişim: 09 Aralık, 2023. https://www.ahta.org/about-horticultural-therapy

Bail, J. R., Frugé, A. D., Cases, M. G., De Los Santos, J. F., Locher, J. L., Smith, K. P., ... & Demark-Wahnefried, W. (2018). A home-based mentored vegetable gardening intervention demonstrates feasibility and improvements in physical activity and performance among breast cancer survivors. *Cancer*, *124*(16), 3427-3435.

Bauer, S., Hoedl, M., & Eglseer, D. (2021). Association between malnutrition risk and pain in older hospital patients. *Scandinavian journal of caring sciences*, *35*(3), 945-951.

Camboim, F. E. N. D. F., Nóbrega, M. O., Davim, R. M. B., Camboim, J. C. A., Nunes, R. M. V., & Oliveira, S. X. (2017). Benefits of physical activity in the third age for the quality of life. Rev Enferm UFPE, 11(6), 2415-22.

Chiu CJ, Hu JC, Lo YH, Chang EY. (2020). Health promotion and disease prevention interventions for the elderly: A scoping review from 2015–2019. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17 (15), 5335.

Choi, J. Y., Park, S. A., Jung, S. J., Lee, J. Y., Son, K. C., An, Y. J., & Lee, S. W. (2016). Physiological and psychological responses of humans to the index of g-reenness of an interior space. *Complementary Therapies in Medicine*, 28, 37–43.

Chu, H. Y., Chen, M. F., Tsai, C. C., Chan, H. S., & Wu, T. L. (2019). Efficacy of a horticultural activity program for reducing depression and loneliness in older residents of nursing homes in Taiwan. *Geriatric Nursing*, 40(4), 386–391.

Cipriani, J., Benz, A., Holmgren, A., Kinter, D., McGarry, J., & Rufino, G. (2017). A systematic review of the effects of horticultural therapy on persons with mental health conditions. *Occupational Therapy in Mental Health*, *33*(1), 47-69.

Gorenko, J. A., Moran, C., Flynn, M., Dobson, K., & Konnert, C. (2021). Social isolation and psychological distress among older adults related to COVID-19: a narrative review of remotely-delivered interventions and recommendations. *Journal of Applied Gerontology*, *40*(1), 3-13.

Graybill, E. M., McMeekin, P., & Wildman, J. (2014). Can aging in place be cost effective? A systematic review. *PLoS One*, *9*(7), e102705.

Gu, L., Yu, M., Xu, D., Wang, Q., & Wang, W. (2020). Depression in community-d-welling older adults living alone in China: Association of social support network and functional ability. *Research in Gerontological Nursing*, 13(2), 82–90.

Haller, R. (1998). Vocational, social, and therapeutic programs in horticulture. In S.P. Simson, S.P. & Straus, M.C. (Ed.), Horticulture as Therapy: Principles and Practice (ss. 43-68). Binghamton, NY: The Hawthorne Press, Inc.

Haller, R. L., Kennedy, K. L., & Capra, C. L. (2019). *The profession and practice of horticultural therapy*. CRC Press.

Jin, K., Simpkins, J. W., Ji, X., Leis, M., & Stambler, I. (2015). The critical need to promote research of aging and aging-related diseases to improve health and longevity of the elderly population. *Aging and disease*, 6(1), 1.

Joy, Y. S., Lee, A. Y., & Park, S. A. (2020). A horticultural therapy program focused on succulent cultivation for the vocational rehabilitation training of individuals with intellectual disabilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1303.

Kabakcı, M. (2023). Huzurevindeki Yaşlılara Uygulanan Bahçecilik Faaliyetlerinin Psikolojik İyi Oluş ve Depresyona Etkisi: Tek Kör Randomize Kontrollü Çalışma (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Kabakcı, M., & Gök Uğur, H. (2021). Bahçecilik Faaliyetlerinin Yaşlı Sağlığına Etkileri. *Yaşam Boyu Hemşirelik Dergisi*, 2(2), 1-15.

Kim, S. O., Son, S. Y., Kim, M. J., Lee, C. H., & Park, S. A. (2022). Physiological responses of adults during soil-mixing activities based on the presence of soil microorganisms: A metabolomics approach. Journal of the American Society for Horticultural Science, 147(3), 135-144.

Lai, C. K., Kwan, R. Y., Lo, S. K., Fung, C. Y., Lau, J. K., & Mimi, M. Y. (2018). Effects of horticulture on frail and prefrail nursing home residents: A randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, *19*(8), 696-702.

Lee, A. Y., Park, S. A., Kim, J. J., So, J. M., & Son, K. C. (2016). Kinematic and kinetic analysis of upper limb motions during horticultural activities. *Horticultural Science and Technology*, 2016(12), 940–958.

Lee, A. Y., Park, S. A., Park, H. G., & Son, K. C. (2018). Determining the effects of a horticultural therapy program for improving the upper limb function and balance ability of stroke patients. *HortScience*, *53*(1), 110-119.

Lêng, C. H., & Wang, J. D. (2016). Daily home gardening improved survival for older people with mobility limitations: an 11-year follow-up study in Taiwan. Clinical Interventions in aging, 947-959.

Lin, Y., Lin, R., Liu, W., & Wu, W. (2022). Effectiveness of horticultural therapy on physical functioning and psychological health outcomes for older adults: A systematic review and meta-analysis. Journal of clinical nursing, 31(15-16), 2087-2099.

Liu, Y., Li, B., Sampson, S. J., Roberts, S., Zhang, G., & Wu, W. (2014). Horticultural therapy for schizophrenia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (5).

Lyons, A., Alba, B., Heywood, W., Fileborn, B., Minichiello, V., Barrett, C., ... & Dow, B. (2018). Experiences of ageism and the mental health of older adults. *Aging & mental health*, *22*(11), 1456-1464.

Makizako, H., Tsutsumimoto, K., Doi, T., Hotta, R., Nakakubo, S., Liu-Ambrose, T., & Shimada, H. (2015). Effects of exercise and horticultural intervention on the brain and

mental health in older adults with depressive symptoms and memory problems: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, *16*, 1-7.

Makizako, H., Tsutsumimoto, K., Doi, T., Makino, K., Nakakubo, S., Liu-Ambrose, T., & Shimada, H. (2019). Exercise and horticultural programs for older adults with depressive symptoms and memory problems: a randomized controlled trial. *Journal of clinical medicine*, *9*(1), 99.

Masuya J, Ota K, Mashida Y. The effect of a horticultural activities program on the psychologic, physical, cognitive function and quality of life of elderly people living in nursing homes. Int J Nurs Clin Pract. 2014;1(10.15344):2394-4978.

McPhail, S. M. (2016). Multimorbidity in chronic disease: impact on health care resources and costs. *Risk management and healthcare policy*, 143-156.

Meore, A., Sun, S., Byma, L., Alter, S., Vitale, A., Podolak, E., ... & Haghighi, F. (2021). Pilot evaluation of horticultural therapy in improving overall wellness in veterans with history of suicidality. *Complementary therapies in medicine*, *59*, 102728.

Ng, K. S. T., Sia, A., Ng, M. K., Tan, C. T., Chan, H. Y., Tan, C. H.,et al. (2018). Effects of horticultural therapy on Asian older adults: A randomized controlled trial. *International journal of environmental research and public health*, *15*(8), 1705.

Park, S. A., Son, S. Y., Lee, A. Y., Park, H. G., Lee, W. L., & Lee, C. H. (2020). Metabolite profiling revealed that a gardening activity program improves cognitive ability correlated with BDNF levels and serotonin metabolism in the elderly. *International journal of environmental research and public health*, *17*(2), 541.

Park, S. A., Song, C., Oh, Y. A., Miyazaki, Y., & Son, K. C. (2017). Comparison of physiological and psychological relaxation using measurements of heart rate variability, prefrontal cortex activity, and subjective indexes after completing tasks with and without foliage plants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9), 1087.

Park, S., Lee, A., Lee, G. J., Kim, D. S., Kim, W. S., Shoemaker, C. A., & Son, K. C. (2016). Horticultural activity interventions and outcomes: A review. *Horticultural science & technology*, *34*(4), 513-527.

Pedrinolla, A., Tamburin, S., Brasioli, A., Sollima, A., Fonte, C., Muti, E., ... & Venturelli, M. (2019). An indoor therapeutic garden for behavioral symptoms in Alzheimer's disease: a randomized controlled trial. *Journal of Alzheimer's Disease*, *71*(3), 813-823.

Raju, M. S. V. K. (2018). Population Ageing and the Elderly. *Indian journal of psychiatry*, *60*(Suppl 3), S295.

Rao, S. K., Wallace, L. M. K., Theou, O., & Rockwood, K. (2017). Is it better to be happy or not depressed? Depression mediates the effect of psychological well-being on adverse health outcomes in older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 32(9), 1000–1008.

Sempik, J., Rickhuss, C., & Beeston, A. (2014). The effects of social and therapeutic horticulture on aspects of social behaviour. *British Journal of Occupational Therapy*, *77*(6), 313-319.

Sjölund, B. M., Wimo, A., Engström, M., & von Strauss, E. (2015). Incidence of ADL disability in older persons, physical activities as a protective factor and the need for informal and formal care–results from the SNAC-N project. PloS one, 10(9), e0138901.

Soga, M., Cox, D. T., Yamaura, Y., Gaston, K. J., Kurisu, K., & Hanaki, K. (2017). Health benefits of urban allotment gardening: Improved physical and psychological well-being and social integration. *International journal of environmental research and public health*, *14*(1), 71.

Stewart, M. (2016). Horticulture therapy workbook. New England: Antioch University.

Summit Malibu. (2023). The Benefits of Horticultural Therapy Programs + 10 Activities. Erişim: 10 Aralık 2023. https://summitmalibu.com/blog/the-benefits-of-horticultural-therapyprograms-10-activities/

Türkiye İstatistik Kurumu (2022). İstatistiklerle Yaşlılar, 2021. Erişim: 30 Kasım, 2023, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Yaslilar-2021-45636

Wang, M., Wu, J., & Yan, H. (2023). The effect of horticultural therapy on older adults in pension institutions: a systematic review. *Geriatric Nursing*, *51*, 25-32.

Wang, Z., Zhang, Y., Lu, S., Tan, L., Guo, W., Lown, M., ... & Liu, J. (2022). Horticultural therapy for general health in the older adults: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, *17*(2), e0263598.

World Health Organization. (2018). PA for health. More active people for a healthier world: draft global action plan on PA 2018-2030. Vaccine.

World Health Organization. (2022). Ageing and Health. (Erişim: 30 Kasım, 2023). https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health#:~:text=By%202030%2C%201%20in%206,will%20double%20(2.1%20billion).

Yun, J., Yao, W., Meng, T., & Mu, Z. (2023). Effects of horticultural therapy on health in the elderly: A review and meta-analysis. *Journal of Public Health*, 1-27.

Zhao, Y., Liu, Y., & Wang, Z. (2022). Effectiveness of horticultural therapy in people with dementia: A quantitative systematic review. *Journal Of Clinical Nursing*, 31(13-14), 1983-1997.

CİLT SAĞLIĞINI KORUMADA ALGAL BİYOAKTİF BİLEŞİKLER

Doç. Dr. LATİFE CEYDA İRKİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi,
latifeirkin@gmail.com – 0000-0001-6603-8413

ÖZET

Cilt yenilenmesine faydası olan doğal ürün arayışı dünya çapında çok geniş bir ilgi kazanmaktadır. Mikroalgler, yara iyileştirme uygulamaları üzerinde etkisi olan ilginç biyoaktif bileşiklerin doğal bir kaynağını temsil etmektedir. Mikroalgal karotenoidlerin, çoklu doymamış yağ asitlerinin, polisakkaritlerin ve ham ekstraktların potansiyel faydalı etkileri, farklı biyolojik aktivitelerinden dolayı yara iyileştirme uygulamalarında rapor edilmiştir; reaktif oksijen türlerinin söndürülmesi, inflamatuar sitokinlerin ve transdüksiyon basamaklarının üretiminin baskılanması ve yara bölgesinde mikrobiyal büyümenin önlenmesidir. Bu çalışmada, cilt yaralanmalarının tedavisinde kullanılması amaçlanan mikroalgler ve bunların biyoaktif bileşikleri bazlı yara örtüleri gözden geçirilmektedir. Son olarak, cilt yenilenmesine yönelik canlı mikroalg bazlı fotosentetik yapı iskelelerinin üretiminde ortaya çıkan stratejiler de özetlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cilt sağlığı, mikroalg, biyoaktif bileşik, tedavi.

1. GİRİŞ

Mikroalg, genel olarak fotosentez yapan hem ökaryotik (mikroalg) hem de prokaryotik (siyanobakteriler) mikroorganizmalardır. Bu organizmalar sucul ve karasal habitatlarda bulunabilir. Metabolik esneklikleri nedeniyle diğer organizmalara (bitkiler, mantarlar, bakteriler) kıyasla biyoteknolojik avantajlara sahiptirler. Biyoteknoloji sektörlerinde (yani gıda, enerji, sağlık ve biyomateryaller) olası uygulamalarla çeşitli bileşiklerin üretimini tetikleyebilir. Bileşiklerin kaynağı olarak mikroalgal biyoteknolojik ilgi ve biyomedikal uygulamalarda kullanılma amaçları her geçen gün önem kazanmaktadır. Pigmentler (karotenoidler ve fikobilinler), peptitler, yağ asitleri ve polisakkaritler, antioksidan, antibakteriyel, antiviral, cilt yenileyici, immünomodülatör ve immün sistemi uyarıcı etkileri nedeniyle farmasötik ve kozmesötik amaçlar için umut verici bir potansiyel sunan ayrıca yara iyileştirme uygulamaları ve farmakolojik kozmesötik alanlarda kullanılan, mikroalgler tarafından üretilen biyolojik olarak aktif moleküllerdir [1].

Ayrıca mikroalglerden elde edilen polisakkaritlerin biyomedikal uygulamalarda kullanımı, spesifik terapötik aktivitelerinin yanı sıra biyouyumlulukları, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri ve toksik olmamalarından dolayı araştırılmaktadır. Mikroalg ekstraktları, yara iyileştirme uygulamaları için ilginç biyolojik özellikler sergileyen, ciltteki farklı proteinlerle reaksiyona girerek nemi korumak için bir bariyer oluşturarak hücre yapışması ve çoğalması için uygun bir ortam sağlayan, ayrıca antimikrobiyal aktiviteyi koruyabilen biyoaktif bileşikler içerir [2].

Yara iyileşme süreci, beş farklı aşamayı içeren bir dizi senkronize olaydan oluşur: hemostaz, inflamasyon, göç, çoğalma ve yeniden yapılanmadır. Cilt enfeksiyonunun kontrolü de yara tedavisinde çok önemli bir adımdır. Yara bölgesinde bakteriler mevcut olduğunda, yapışma, besin kazanımı, lökosit öldürme ve kan dolaşımı istilasına aracılık eden virülans faktörleri üretirler. Bakteriler ayrıca proinflamatuar sitokinlerin ekspresyonunu teşvik eden ve yara iltihabına yol açan endotoksinleri de sentezler. Bu nedenle cilt yaralanmalarının tedavisinde yaraya bakteri girişini önlemek veya mikroorganizma üremesini önlemek için antimikrobiyal bileşiklerin kullanılması oldukça önemlidir [3]. Antioksidan, antiinflamatuar ve antibakteriyel özelliklere sahip bir yara pansumanının, kronik bir yarayla ilişkili komplikasyonları tedavi etmek ve akut yaraların normal iyileşme sürecine katkıda bulunmak için "ideal" bir pansuman olduğu bilinmektedir.

Mikroalgler, metabolitlerin ana kaynaklarından biridir. İnsan sağlığına oldukça faydalıdır. Bazı mikroalg bileşiklerinin ve özlerinin hasarlı cildin iyileşme ve onarım sürecini hızlandırabildiğini ve ayrıca kozmetik etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu bileşikler değerli bir ürün için gerekli olan özelliklere sahiptir; standart kültür koşulları altında yetiştirilen mikroalg hücreleri nispeten yüksek konsantrasyonlarda birikirler veya optimal olmayan kültür koşullarına (besin konsantrasyonu, pH, sıcaklık ve ışık gibi fizikokimyasal parametreler) veya kimyasal ve/veya fiziksel strese maruz kaldıklarında hedef moleküllerin aşırı üretimi tetiklenir [4].

Mikroalgler ve siyanobakterilerden elde edilen biyoaktif bileşiklerin incelenmesi, farklı araştırmalara dayalı olarak her geçen gün önem kazanmaktadır. Algler, ROS salgılanmasının kontrolünde ve iltihaplanma ürünlerinin (örneğin birikmiş nötrofiller, bakteriler ve ölü doku) uzaklaştırılmasında oynadığı rol ve antibakteriyel aktivite nedeniyle antioksidan ve antiinflamatuar olanlar gibi mükemmel biyolojik özelliklere sahip bileşikler içermektedir [5].

2. TEDAVİ SÜRECİNDE ALGLER

Mikroalg ve siyanobakterilerin yetiştirilmesindeki ümit verici biyolojik özellikler ve biyoteknolojik ilerlemeler, bunların yara iyileşme sürecinin desteklenmesinde kullanımını kolaylaştırmaktadır. Kronik inflamasyonun ortaya çıkması ve/veya cilt enfeksiyonundan kaynaklanan komplikasyonlar sonucu kronik yaraların iyileşme sürecini kontrol etmek için mikroalg bazlı yara pansumanlarının geliştirilmesi araştırılabilir. Deniz veya tatlı su mikroalgleri ve siyanobakterilerden elde edilen çeşitli biyoaktif bileşikler arasında, pigmentler (karotenoidler ve fikobiliproteinler), PUFA'lar, polisakkaritler, fenolik bileşikler ve hücresel ekstraktlar, biyolojik özellikleri ve biyomedikal potansiyelleri nedeniyle en çok araştırılanlardır [6]. Mikroalgal karotenoidler, antioksidan ve antiinflamatuar aktiviteleri nedeniyle ilginç biyomedikal uygulamalara sahip karotenleri (örn., α ve β karotenler ve likopen) ve ksantofilleri (örn., lutein, astaksantin, zeaksantin ve fukoksantin) içerir. Fukoksantin ve astaksantinin olağanüstü radikal temizleme yeteneği farklı çalışmalarda gösterilmiştir. Ayrıca, çeşitli mikroalglerden ve siyanobakterilerden ekstrakte edilen β-karoten, insan keratinositlerinde UV-A radyasyonunun neden olduğu gen ekspresyonunu düzenleyen bir anti-inflamatuar madde olarak tarif edilmiştir. Mikroalgal polisakkaritlerin, yani sülfatlanmış polisakkaritlerin antioksidan ve higroskopik ajanlar olarak kullanımı, kozmetik endüstrisinde losyon ve kremlerin geliştirilmesinde ilgi görmektedir. [7].

Mikroalg ve siyanobakteri ekstraktlarında yaygın olarak bulunan ikincil metabolitler olan fenolik bileşikler de antioksidan aktiviteye sahip radikal temizleyiciler olarak tanımlanmıştır. 36'ya kadar mikroalgal flavonoid tanımlanmış olup bunların aynı zamanda NF-κB aktivitesinin inhibitörleri olarak rapor edildiği ve sonuç olarak makrofajlarda nitrik oksit sentazın ekspresyonunu ve nitrik oksit üretimini engellediği de rapor edilmiştir [8].
Bazı mikroalgal polisakkaritler de umut verici antiinflamatuar aktivite sergilemiştir. Örneğin *Porphyridium* (Rhodophyta) polisakkaritler, lökositlerin iltihaplanma bölgelerine göçünü (in vitro) ve eritem gelişimini (in vivo) inhibe ederken, *Phaeodactylum* (Heterokonts) ve *Chlorella*'dan (Chlorophyta) gelen polisakkaritler, bağışıklık hücreleri üzerinde doğrudan uyarıcı bir etki göstermiştir. Mikroalg bileşiklerinin antibakteriyel aktivitesi de araştırılmıştır. *Fischerella* sp., *Chlorella marina, Nannokloropsis oculata* ve *Chaetoceros affinis* ve *Schizochytrium* sp. türlerinden ekstrakte edilen yağ asitleri hayvan modellerinde yara tedavisinde değerlendirilmiştir [9].
Porphyridium cruentum ve *Chlamydomonas* sp.'den ekstrakte edilen sülfatlanmış hücre dışı polisakkaritler ile ilişkili olabilecek antibakteriyel aktiviteleri rapor edilmiştir. Antibiyofilm yeteneği sayesinde polisakkaritlerin yüzeyinde mikroorganizma yapışmasını ve kolonizasyonunu önlemektedirler. *Porphyridium cruentum, Chlorella autotrophica* ve *Ellipsoidon* sp.'den elde edilen ekzopolisakkaridler için de antiviral aktivite rapor edilmiştir [10].

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Mikroalgler, karotenoidler, PUFA'lar, polisakkaritler, fenolik bileşikler ve peptidler gibi çeşitli biyoaktif bileşikleri üretmek için birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler stratejiye sahip temel biyolojik kaynaklardır. Bu metabolitlerin birkaç özelliği vardır. Antioksidan, antiinflamatuar dahil olmak üzere farmakolojik aktiviteler, antikanser, antiviral, antimikrobiyal, hepatoprotektif, kardiyoprotektif ve immünomodülatördür. Ayrıca metabolik bozukluklara karşı da faydalı etkileri kaydedilmiştir. Bu tür önemli özellikler, mikroalglerden türetilen ve kontrollü koşullar altında büyük ölçekte üretilebilen farmasötiklerin ve nutrasötiklerin ilerlemesini sağlamıştır. Cilt yenileme uygulamalarında mikroalg türevli bileşiklerin kullanımı, hasar görmüş dokuda alevlenen ve uzun süreli inflamatuar tepkilerin yanı sıra cilt enfeksiyonunun oluşmasını önleyen antioksidan, antiinflamatuar ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı da araştırılmaktadır.
Genel olarak yara örtüsünde mikroalg bileşiklerinin yer aldığı formülasyonlar, oksidatif stres süreçlerini azaltır, inflamatuar hücre infiltrasyonunu ve proinflamatuar sitokinlerin salgılanmasını azaltır ve yara iyileşme sürecini iyileştirmek için son derece önemli olan yara bölgesinde mikroorganizmanın kolonizasyonunu önler. Ayrıca, cilt yenilenmesi için fotosentetik yapı oluşumunun üretiminde mikroalglerin kullanılması, 3 boyutlu kültürlere uygun bir sürekli oksijen tedariki ile vaskülarizasyon sürecini teşvik etmek için umut verici bir strateji olarak ortaya çıkmaktadır. Bu strateji sayesinde mikroalgler, ışığa maruz kaldıklarında fotosentezden türetilen oksijen üretir.
Mikroalgler, çevre dostu bir yaklaşıma katkıda bulunarak, kontrollü ve standartlaştırılmış bileşime sahip biyokütle ve biyoaktif bileşik üretiminde mikrobiyal hücrelerin biyoteknolojik özellikleri (hızlı büyüme ve belirli kültür koşulları altında metabolitleri biriktirme veya

salgılama yeteneği) ile birleştirilmiş yüksek bitkilerin tipik özelliklerinin (verimli oksijenli fotosentez ve basit beslenme gereksinimleri) benzersiz bir kombinasyonunu sergiler.
Bu nedenle, gelecekteki cilt dokusu araştırmalarındaki önemli bir zorluk, mikroalg bileşiklerini kullanan farklı stratejilerin sürekli olarak geliştirilmesi ve bunların kullanıma başarılı bir şekilde aktarılmasıdır. Bu adım, kapsamlı tam kalınlıktaki cilt kusurlarını fonksiyonel biyoaktif yara pansumanlarıyla tedavi etmek için oldukça önemli bir adım olacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Michalak, K. Chojnacka, Algae as production systems of bioactive compounds, Eng. Life Sci. 15, 160-176, 2015.
[2] Ç. Yarkent, C. Gürlek, S.S. Oncel, Potential of microalgal compounds in trending natural cosmetics: a review, Sustain. Chem. Pharm. 17, 100304, 2020.
[3] D. Simoes, S.P. Miguel, M.P. Ribeiro, P. Coutinho, A.G. Mendonça, I.J. Correia. Recent advances on antimicrobial wound dressing: a review, Eur. J. Pharm. Biopharm. 127, 130-141, 2018.
[4] B. Nowruzi, G. Sarvari, S. Blanco, The cosmetic application of cyanobacterial secondary metabolites, Algal Res., 49, 101959, 2020.
[5] H.M. Amaro, A.C. Guedes, F.X. Malcata, Antimicrobial activities of microalgae: an invited review, science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances, 3, 1272-1284, 2011.
[6] E. Rodrigues, L.R. Mariutti, A.Z. Mercadante, Scavenging capacity of marine carotenoids against reactive oxygen and nitrogen species in a membranemimicking system, Mar. Drugs, 10, 1784-1798, 2012.
[7] K. Miyashita, Function of marine carotenoids, Forum Nutr., 61, 136-146, 2009.
[8] I. Barkia, N. Saari, S.R. Manning, Microalgae for high-value products towards human health and nutrition, Mar. Drugs, 17, 304, 2019.
[9] S. Guzman, A. Gato, M. Lamela, M. Freire-Garabal, J. Calleja, Anti-inflammatory and immunomodulatory activities of polysaccharide from Chlorella stigmatophora and Phaeodactylum tricornutum, Phytother. Res., 17, 665-670, 2003.
[10] J. Sun, J. Zhao, D. Fu, S. Gu, D. Wang, Extraction, Optimization and antimicrobial activity of IWSP from oleaginous microalgae Chlamydomonas sp. YB-204, Food Sci. Technol. Res., 23, 819-826, 2017.

ALZHEİMER HASTALIĞININ TEDAVİSİNDE ALGLER

Doç. Dr. Latife İRKİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, latifeirkin@gmail.com – 0000-0001-6603-8413

ÖZET

Parkinson hastalığı (PD), Huntington hastalığı (HD) ve Alzheimer hastalığı (AD), dünya çapında en acil tıbbi tedaviye gerek duyulan nörodejeneratif bozukluklardır. Hastalıkların gelişimi ve patolojisine ilişkin önemli ölçüde bir gelişme sağlanmasına rağmen, AD'nin ilerlemesini durduran tedaviler henüz tam anlamıyla mevcut değildir. Parkinson, Huntington ve Alzheimer Hastalığı (AD) dahil olmak üzere bu hastalıkların çoğu yapısal değişikliklerden ve proteinlerin birikmesinden kaynaklanır; bu nedenle protein yanlış katlanma hastalıkları veya amiloidoz grubuna da atanırlar. Alzheimer hastalığı (AD), öncelikle yaşlı popülasyonda bulunan, geri dönüşü olmayan, çok faktörlü nörodejeneratif bir hastalıktır. İlerleyen bilişsel gerileme, hafıza kaybı, senil plakların ve nörofibriler yumakların varlığı ve kolinerjik iletimde azalma ile karakterizedir. Çok sayıda çalışma AD, inflamasyon ve oksidatif stres arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir. Güncel klinik çalışmaların çoğu, doğal bir bileşiğin tek ve kombinasyon tedavisi olarak uygulanmasını içermektedir. En belirgin etki mekanizmaları, anti-inflamatuar ve anti oksidatif aktivitelerdir. Böylece hücresel boyutta hayatta kalma korunabilmektedir. Doğal biyoaktif bileşiklerin araştırılmasında, özellikle yenilebilir algler başta olmak üzere deniz bazlı kaynaklara giderek daha fazla önem verilmektedir. Bu nedenle alglerin ve bunların organik ekstraktlarının sağlık üzerinde farklı etkileri olan çok çeşitli biyoaktif maddeler içerdiği kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Alzheimer hastalığı (AD), alg, tedavi, sağlık.

1. GİRİŞ

Alzheimer hastalığı, öncelikle yaşlı popülasyonda bulunan, geri dönüşü olmayan, çok faktörlü nörodejeneratif bir hastalıktır. İlerleyen bilişsel gerileme, hafıza kaybı, senil plakların ve nörofibriler yumakların varlığı ve kolinerjik iletimde azalma ile karakterizedir. AD'nin patomekanizmasına ilişkin çeşitli hipotezler öne sürülmüştür; bunlardan ikisi kolinerjik ve amiloid hipotezleridir [1]. AD karşıtı ilaç çalışmaları, asetilkolin (ACh) seviyelerine etki eden ilaçlara, özellikle asetilkolinesteraz (AChE) ve butirilkolinesteraz (BChE) inhibitörlerine veya toksik amiloid β peptid (Aβ) peptidlerinin oluşumunu azaltan ilaçlar üzerinde odaklanmıştır [2].

Anti-inflamatuar ve antioksidan etkilerin, AD tedavileri için ilgili hedefler olduğu düşünülmektedir. Çok sayıda çalışma AD, inflamasyon ve oksidatif stres arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir. İnsan vücudundaki serbest radikaller, proteinler (enzim), lipitler ve DNA gibi hücresel makromoleküllerin çoğuna saldırarak oksidatif strese yol açmaktadır. Oksidatif stres vücudun savunma sistemini düşürerek miyokardiyal inflamasyon, AD, iskemi ve karsinogenez gibi çeşitli anormalliklere yol açar [3].

Kronik inflamasyon ve AD'nin tedavisi için çeşitli ilaçlar mevcuttur; bunların genel etkinliği düşük olmakla birlikte gastrointestinal ve ciddi kardiyovasküler yan etkilere neden olur. Bu

nedenle, kronik inflamasyonu ve AD'yi veya ilgili hastalıkları iyileştirmek için yüksek etkinlik ve düşük yan etki insidansına sahip yeni biyoaktif doğal bileşiklerin tanımlanması son yıllarda oldukça ilgi görmektedir [4].

Doğal biyoaktif bileşiklerin araştırılmasında, özellikle yenilebilir algler başta olmak üzere deniz bazlı ürünlere giderek daha fazla önem verilmektedir. Algal ilaç araştırmalarına ilişkin kapsamlı bir inceleme, deniz alglerinde bulunan 86 adet enzim inhibitörünün tanımlandığını ve bunlardan bazılarının piyasada ticari olarak mevcut olduğunu bildirmiştir [5]. Bu nedenle alglerden ve bunların organik ekstraktlarının sağlık üzerinde farklı etkileri olan çok çeşitli biyoaktif maddeler içerdiği kanıtlanmıştır.

2. ALGLER VE ALZHEİMER TEDAVİSİNDEKİ ARAŞTIRMALAR

Deniz yosunu olarak da bilinen makroalgler, deniz organizmaları ve doğal biyolojik aktif bileşiklerin kaynağıdır. Farklı makroalg sınıfları arasında rhodophyta (kırmızı algler), klorofit (yeşil algler) ve phaeophyta (kahverengi algler) bulunur. Tüm dünyada 4000'den fazla kırmızı, 900 yeşil ve 1500 kahverengi makroalg türü bulunmaktadır. Bazı makroalg türleri, bazı ikincil metabolitlerin salınması yoluyla savunma mekanizması geliştirme kapasiteleri nedeniyle, habitatlarında aşırı koşullarda gelişir. Tarihsel olarak, deniz yosunları geleneksel olarak özellikle Asya ülkelerinde tümörlerin, idrar yolu hastalıklarının, mide-bağırsak sorunlarının, öksürük, çıban, hemoroit, ülser, astım ve baş ağrılarının tedavisinde bitkisel ilaç olarak kullanılmıştır [6]. Spesifik olarak *Ulva* spp., *Laminaria japonica,* Porphyra spp. ve *Sargassum fusiforme* gibi türler sıraca (servikal tüberküloz), ödem ve guatr tedavisinde kullanılmıştır. Ayrıca *Ecklonia* spp.'nin bir kombinasyonu. ve *Sargassum* spp. Çin tıbbında tümörlerin, sirozun ve dalak büyümesinin tedavisinde şifalı bitkiler olarak kullanılır [7].

Bir alg türü olan *Undaria pinnatifida*, Doğu Asya'da, özellikle Japonya, Çin ve Kore'de yaygın olarak bulunan ve çoğunlukla gıda maddesi olarak kullanılan, yenilebilir kahverengi bir algdir [8]. *U. pinnatifida*'nın farmakolojik özellikleri üzerine yapılan son incelemede, fukodian, fukoksantin, florotanin, PUFA, peptidler gibi biyoaktif bileşiklerin, antioksidan, antikanser, antiviral, antimikrobiyal, antidiyabetik ve antiinflamatuar özellikler dahil olmak üzere çeşitli biyo-fonksiyonel aktiviteler gösterdiği açıklanmıştır [9]. Bununla birlikte, glikoproteinin çeşitli biyolojik işlevler sergilemesine rağmen, *U. pinnatifida*'dan elde edilen glikoproteinin farmakolojik özelliklerine ilişkin bilgiler araştırma aşamasındadır [10]. Başka bir bilimsel çalışmada, *Saccharina japonica* ve *U. pinnatifida*'dan glikoproteinleri biyofonksiyonel aktivitelerini karakterize etmek için izole edip saflaştırılmış ve bunların *Lactobacillus plantarum* üzerinde önemli ölçüde antioksidan, DNA koruyucu, antidiyabetik ve prebiyotik etkileri olduğunu rapor etmişlerdir. *Undaria pinnatifida*'nın (UPGP) glikoproteini, 5 mg/mL ve 1 mg/mL konsantrasyonda süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesini artırarak ve ksantin oksidaz (Xox) aktivitesini inhibe ederek antioksidan özelliklere sahiptir [11].

Oligosakaritlerin yanı sıra lipitler de nöroprotektif özelliklere sahip alglerden elde edilen potansiyel doğal ürünler olarak tanımlanmıştır. Hielscher-Michael ve ark., mikroalglerin tilakoid membranının membran bileşenleri olan sulfolipidlerin glutaminil siklaz (QC) enzimini inhibe ettiğini göstermiştir. QC'ler, oluşumu AD patolojisi ile ilgili olan piroglütamat (pGlu) ile modifiye edilmiş Aβ peptidlerinin oluşumunda rol oynamaktadır.

Deniz yosunundan türetilen biyolojik olarak aktif bileşiklerin, Alzheimer hastalığıyla ilişkili enzimler üzerinde engelleyici etkiler sergilediği rapor edilmiştir. Yapılan bazı in vitro çalışmalardan elde edilen sonuçlar, *Ecklonia maxima, Gelidium pristoides, Gracilaria gracilis* ve *Ulva lactuca*'nın florotanninler, fenolik asitler ve flavonoidler açısından zengin sulu etanol ekstraktlarının asetilkolinesteraz ve butirilkolinesteraz inhibitör aktiviteleri sergilediğini ortaya koymaktadır [12].

Görsel 1. *Undaria pinnatifida* (https://www.doc.govt.nz/nature/pests-and-threats/weeds/common-weeds/asian-seaweed/, Erişim tarihi: 26.02.2024) [13]

Glutamat hafıza, öğrenme ve bilişsel işlevlerden sorumlu önemli bir nörotransmitterdir. Ancak glutamat seviyesindeki artış, NMDA reseptörlerini aktive eder ve Ap peptidinin üretimini tetikler. Önceki çalışmalar glutamat eksitotoksisitesini tetikleyen iki ana yolu vurgulamıştır; Bunlar arasında reaktif oksijen türlerinin üretimine ve nöron ölümüne yol açan kalsiyum homeostazisinin bozulmasının yanı sıra yüksek glutamat seviyelerine bağlı olarak sistein alımındaki değişikliklerdir. [14]. Bu, sistin homeostazisinin dengesizliğine, sınırlı glutatyon seviyelerine ve reaktif oksijen türlerinin hızlı üretimine yol açar. Dolayısıyla beyin hücrelerini glutamat eksitotoksisitesine karşı koruyabilen biyolojik olarak aktif bileşikler iyi bir terapötik ajandır. Makroalgler, nöronal hücrelerde glutamat eksitotoksisitesini azaltma kapasitesine sahip iyi bir bileşik kaynağıdır. Yenilebilir alg türlerinden *Saccahrina latissima* ve *Fucus serratus*'tan elde edilen aseton ekstraktları, SH-SY5Y hücrelerinde glutamatın neden olduğu nörotoksisitede hücre canlılığını arttırmıştır [15]. *E. cava*'dan izole edilen phlorofucofuroeckol, nöronları hücre ölümüne karşı korudu, mitokondriyal fonksiyon bozukluğunu iyileştirdi ve PC12 hücrelerinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) hücre içi üretimini düzenledi [16].

3. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan araştırmalar, makroalglerin nöroprotektif etkiler sergilediğini ve AD'nin yönetimi için terapötik potansiyele sahip biyolojik olarak aktif bileşikler için önemli kaynaklar olabileceğini göstermektedir. Birçok makroalg türünün tanımlanmasına ve bunların çeşitli biyolojik aktivitelerine rağmen, Alzheimer hastalığında yer alan patolojik mekanizmalara karşı nöroprotektif etkileri açısından yalnızca birkaçı araştırılmıştır. Bazı makroalgal türevli bileşiklerin ve ekstraktların kolinerjik açığın azaltılması, Aβ agregasyonu, nöronlardaki oksidatif hasar ve glutamat uyarımının hafifletilmesi yoluyla nöroprotektif aktiviteleri son bulgularla ortaya konmuştur ve AD'nin yönetimi ve tedavisi için önemli bir yaklaşım olabilir.

Ancak diğer türlerin araştırılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Potansiyel nöroprotektif aktivitelere sahip makroalg ekstraktları karakterize edilmeli, saflaştırılmalı ve aktif bileşenleri izole edilmelidir. Makroalg bileşiklerinin etki mekanizmalarının belirlenmesi ve yapı-aktivite ilişkilerinin araştırılması için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Makroalglerin nöroprotektif etkileri üzerine gelecekteki araştırmalar, serotonin, somatostatin, tau hiperfosforilasyonu, nöro-inflamasyon ve metal kaynaklı nörotoksisite gibi bildirilmemiş olan AD ile bağlantılı diğer hedeflere de odaklanabilir. Ayrıca, çoğu çalışma bazı alg türlerinin in vitro nöroprotektif etkilerini gösterirken, in vivo deneysel modeller azdır. Makroalg bileşiklerinin in vivo AD modellerinde etki mekanizmasının belirlenmesi için ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir. İn vivo nöroprotektif etkiler sergilediği belirlenen bileşiklerin klinik deneylerde daha fazla test edilmesi gerekir.

KAYNAKÇA

[1] Parihar, M.S., & Hemnani, T. Alzheimer's disease pathogenesis and therapeutic interventions. Journal of Clinical Neuroscience, 11, 456-467, 2004.

[2] Mohamed, T., & Rao, P.P.N. Alzheimer's disease: Emerging trends in small molecule therapies. Current Medicinal Chemistry, 18, 4299-4320, 2011.

[3] Houghton, P.J., Howes, M.J., Lee, C.C., & Steventon, G. Uses and abuses of in vitro tests in ethnopharmacology: Visualizing and elephant. Journal of Ethnopharmacology, 110, 391-400, 2007.

[4] Schaeffer, A., & el Mur, T. Acute inflammation: When and how to treat? LaRevue du Praticien, 53(5), 512-515, 2003.

[5] Kannan, R.R.R., Manoj, G.K., Wendy, A.S., & Johannes, V.S. Advances in algal drug research with emphasis on enzyme inhibitors. Biotechnology Advances, 32, 1364-1381.

[6] Hong, D.D., Hien, H.T. Nutritional analysis of Vietnamese seaweeds for food and medicineNo Title. Biofactors, 22, 323-325, 2008.

[7] Niazi, A.K., Kalra, S., Irfan, A., Islam, A. Thyroidology over the ages. Indian J. Endocrinol. Metab., 15, 121-126, 2011.

[8] Jia, J., & Chen, J. FAO fisheries technical paper, no. 418: Sea farming and sea ranching in China. Rome: FAO United Nations, 71, 2001.

[9] Zhang, H., Pang, Z., & Han, C. *Undaria pinnatifida* (Wakame): A seaweed with pharmacological properties. Science International, 2, 32-36, 2014.

[10] Kim, E.Y., Kim, Y.R., Nam, T.J., & Kong, I.S. Antioxidant and DNA protection activities of a glycoprotein isolated from a seaweed *Saccharina japonica*. International Journal of Food Science Technology, 47, 1020-1027, 2012.

[11] Rafiquzzaman, S.M., Kim, E.Y., Kim, Y.R., Nam, T.J., & Kong, I.S. Antioxidant activity of a glycoprotein isolated from a seaweed *Undaria pinnatifida* measured by an in vitro digestion model. International Journal of Biological Macromolecules, 62, 265-272, 2013.

[12] Olasehinde, T.A., Olaniran, A.O., Okoh, A.I. Aqueous-ethanol extracts of some South African seaweeds inhibit beta-amyloid aggregation, cholinesterases, and beta-secretase activities in vitro. J. Food Biochem., 43, e12870, 2019.

[13] https://www.doc.govt.nz/nature/pests-and-threats/weeds/common-weeds/asian-seaweed/, Erişim tarihi: 26.02.2024

[14] Dong, X., Wang, Y., Qin, Z. Molecular mechanisms of excitotoxicity and their relevance to pathogenesis of neurodegenerative diseases. Acta Pharm. Sin., 30, 379-387, 2009.

[15] Fernandes, F., Barbosa, M., Oliveira, A.P., Azevedo, I.C., Sousa-Pinto, I., Valentão, P., Andrade, P.B. The pigments of kelps (Ochrophyta) as part of the flexible response to highly variable marine environments. J. Appl. Phycol., 28, 3689-3696, 2016.

[16] Kim, J.J., Kang, Y.J., Shin, S.A., Bak, D.H., Lee, J.W., Lee, K.B., Yoo, Y.C., Kim, D.K., Lee, B.H., Kim, D.W. Phlorofucofuroeckol improves glutamate-induced neurotoxicity through modulation of oxidative stress-mediated mitochondrial dysfunction in PC12 cells. PLoS ONE 2016, 11, 0163433, 2016.

LIPID COMPOSITIONS OF *SUİLLUS GRANULATUS (L.)* ROUSSEL MUSHROOM

PhD Student Cansu KORKMAZ[1*]
[1*]Department of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University, 48000 Muğla, Türkiye,
cansukorkmaz08@gmail.com
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3027-7687
Dr. Meltem TAŞ KÜÇÜKAYDIN[2]
[2]Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Muğla Sıtkı Koçman University, 48000 Muğla, Türkiye,
tasmeltem91@gmail.com
(ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4297-6509)
Assist. Prof. Dr. Selçuk KÜÇÜKAYDIN[3]
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8538-6528
[3]Department of Medical Services and Techniques, Köyceğiz Vocational School of Health Services, Muğla Sıtkı Koçman University, 48800 Köyceğiz/Muğla, Türkiye, selcukkucukaydin@gmail.com
Prof. Dr. Mehmet Emin Duru[2]
[2]Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Muğla Sıtkı Koçman University, 48000 Muğla, Türkiye, eminduru@mu.edu.tr
ORCID ID: http://orcid.org/0000-0001-7252-4880

ABSTRACT

Mushrooms are a good diet because of their low fat content but high content of polyunsaturated fatty acids. The wild edible *Suillus granulatus* (L.) Roussel is a mycorrhizal inhabitant of calcareous acidic soils in forested areas. In this study, a derivatization process called methylation was performed to detect lipid components through hexane. Varian 2100 GC-MS

was used to determine the lipid profile of the hexane extract ground S. granulatus. After derivatisation, qualitative and quantitative analyses were performed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) systems. Myristic acid, 9-octadecenoate and palmitic acid are the major components detected by GC-MS analysis.

Key words: *Suillus granulatus*, lipid compositions, palmitic acid

1. INTRODUCTION

It is important to include foods containing essential fatty acids in the diet. Due to concerns such as the high caloric value of some foods, allergies and high cholesterol content, new sources of essential fatty acids are sought. In this respect, mushrooms are a functional diet with their low caloric content but high polyunsaturated fat and protein content, cholesterol-free and wide distribution.[1]

Oleic acid, palmitic acid, linoleic acid, stearic acid and palmitoleic acid were found to be the most abundant fatty acids in *Cerrena unicolor*, *Hymenochaete rubiginosa*, *Inocutis rheades*, *Leptoporus mollis* and *Polyporus squamosus* species naturally distributed in Türkiye. [2] Das et al. (2023) reported that *cis*-linoleic acid was the predominant fatty acid in the fruit bodies of all studied edible mushroom species namely Bottom mushroom (*Agaricus bisporus*), Pearl Oyster (*Pleurotus ostreatus*), Shiitake Mushroom (*Lentinul aedodes*). [3]

The fatty acid composition of various mushroom species (*Suillus bellini*, *Suillus luteus*, *Suillus granulatus*, *Hygrophorus agathosmus*, *Amanita rubescens*, *Russula cyanoxantha*, *Boletus edulis*, *Tricholoma equestre*, *Fistulina hepatica*, *Chanterelle cibarius*, *Amanita caesarea* and *Hydnum rufescens*) from the northeast of Portugal were detected the caproic, caprylic, capric, undecanoic, lauric, tridecanoic, myristoleic, myristic, pentadecanoic, palmitoleic, palmitic, *cis*-10-heptadecenoic, heptadecanoic *γ*-linolenic, linoleic, oleic, stearic, arachidonic, eicosapentaenoic, eicosatrienoic, eicosadienoic, *cis*-11-eicosaenoic acid, α-linolenic, arachidic, heneicosanoic, erucic, behenic, tricosanoic, nervonic and lignoceric acids [4]

In this study, a derivatization process called methylation was performed to detect lipid components through hexane. Varian 2100 GC-MS was used to determine the lipid profile of the hexane extract ground *S. granulatus* from Muğla region of Türkiye. After derivatisation, qualitative and quantitative analyses were performed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) system.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

2. EXPERIMENTAL STUDIES

Conversion of Hexane Extract to Silyl Derivatives and GC-MS Analysis

The fungarium material was deposited in the Natural Products Laboratory of Muğla Sıtkı Koçman University under the code CK022. 100 mg of the extract was dissolved in 1500 µL of anhydrous pyridine, 1000 µL of Bis(trimethysilyl) trifluoroacetamide was added and kept at 80ºC for 20 min. 80ºC for 20 min. It was diluted with hexane and dried over sodium sulfate. It was then analyzed by GC-MS. [5]

The derivatized hexane extract of *S. granulatus* was analyzed qualitatively and quantitatively using Gas chromatography (GC-FID) and Gas chromatography-Mass spectrometry (GC-MS) systems. A Flame Ionization Detector (FID) and an Rxi-5MS (Restek) fused silica capillary non-polar column (30 m x 0.25 id., film thickness 0.25 µm) were used for GC analysis. Injector temperature and detector temperature were set to 250 and 270 °C, respectively. The carrier gas was He at a flow rate of 1.4 mL/min. Sample size was 0.2 µL with a 20:1 split ratio. The initial oven temperature was maintained at 60°C for 5 min, then increased by 4°C/min increments up to 240°C and maintained at this temperature for 10 min. The percent composition of the derivatized lipid fraction was determined by the Class GC10 GC computer program. GC-MS analysis conditions are given in Table 1.

Table 1. GC-MS Analysis Conditions

Colon	:	Rxi-5Sil MS (Restek) (30 m x 0.25mm, 0.25µm)
Carrier Gas	:	He
Injection temperature	:	280 ^{o}C
Column temperature	:	The oven temperature was kept at 100oC for 10 minutes. It was increased to 280oC at 4oC/min and kept at 280oC for 10 minutes.
Split Ratio	:	1:20
Ion Source temperature	:	150 ^{o}C
Electron energy	:	70 eV
Mass range	:	28-450 m/z
Scan range	:	0.01
Injection quantity	:	0,2 µL

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

3. RESULTS AND DISCUSSION

The lipid fraction of S. granulatus was analyzed both qualitatively and quantitatively. The GC-MS chromatogram obtained from the analyzes is given in Figure 1, while the results are given qualitatively and quantitatively in Table 2. When Table 2 is examined, it is understood that elaidic acid (35.79%), oleic acid (34.55%) and palmitic acid (15.48%) are the main compounds, respectively. Among the 8 components identified in the S. granulatus lipid fraction. Arachidic acid and azelaaldehydic acid are known to have various biological activities. Palmitic (C16:0), oleic (C18:1) and linoleic (C18:2) acids are the most abundant fatty acids in Basidiomycota species of macrofungi. [1, 6, 7] Linoleic acid was detected as the main fatty acid in Leucopakillus gentianeus, Pleurotus eryngii and Suillus granulatus collected from Uşak province of Turkey. [8] The results are compatible with the literature in this respect.

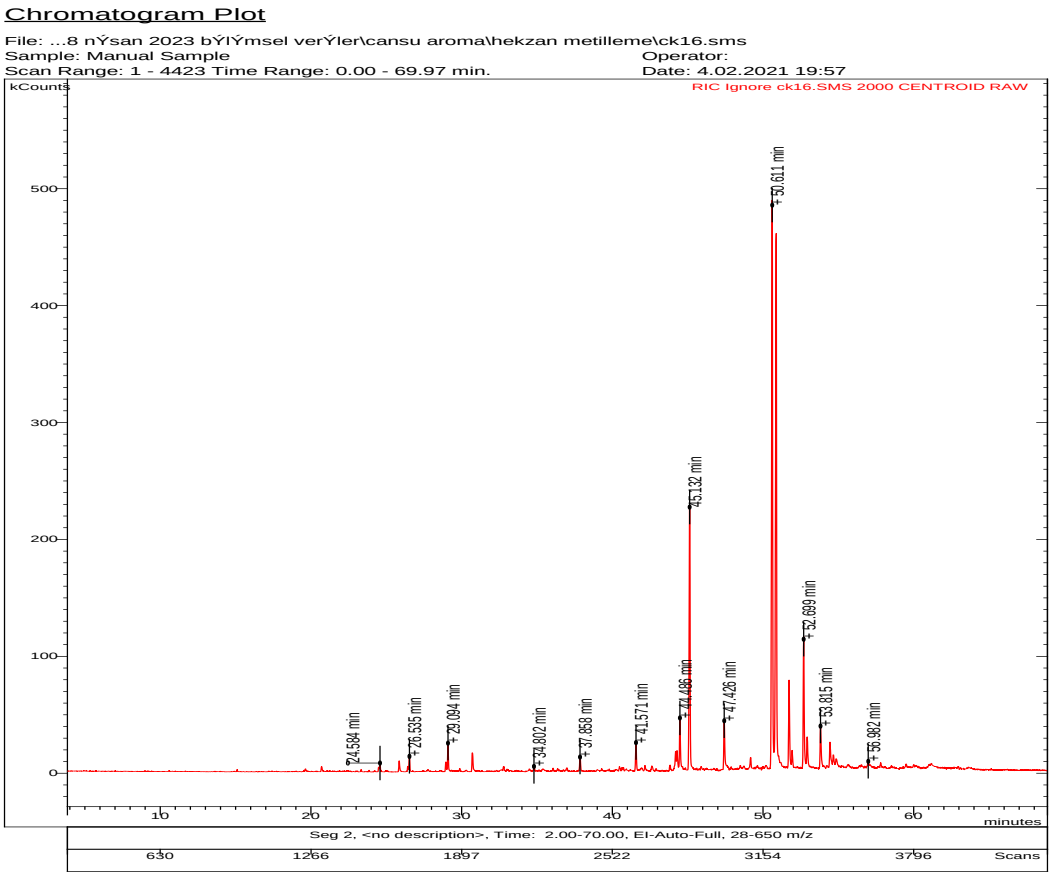


Figure 1. GC-MS chromatogram of lipid components of S. granulatus

Table 2. **Lipid components of *S. granulatus***

Number	Compounds	RI	*S. granlatus (%)*
1	2-Hexenol	849	0.09
2	Azelaaldehydic acid ($C_{9:0}$)	1418	0.52
3	Palmitic acid ($C_{16:0}$)	1907	15.48
4	Elaidic acid ($C_{18:1}$)	2056	35.79
5	Oleic acid ($C_{18:1}$)	2062	34.55
6	Steraic acid ($C_{18:0}$)	2071	5.31
7	Linolenic acid ($C_{18:2}$)	2093	8.04
8	Arachidic acid ($C_{20:0}$)	2311	0.22
∑ **Saturated fatty acids**			21,01
∑ **Unsaturated fatty acids**			70,34
∑ **Polyunsaturated fatty acids**			8,04
Others			0,61
Total			100.00

RI: Retention indices

REFERANCES

[1] Sande, D., de Oliveira, G. P., e Moura, M. A. F., de Almeida Martins, B., Lima, M. T. N. S., & Takahashi, J. A., *Edible mushrooms as a ubiquitous source of essential fatty acids*, Food Research International, 125, 108524, 2009.

[2] Çayan, F., *Fatty Acıd Composıtıon Of Fıve Mushroom Specıes By Gc And Gc-Ms Wıth A Chemometrıc Approach,* Mugla Journal of Science and Technology, 9(2), 11-18, 2023.

[3] Das, A. K., Asif, M., & Hasan, G. A., *A comparative study of fatty acid compositions of three cultivated edible mushroom species of Bangladesh.* Journal of Agriculture and Food Research, 12, 100620, 2003.

[4] Ribeiro, B., de Pinho, P. G., Andrade, P. B., Baptista, P., & Valentão, P., *Fatty acid composition of wild edible mushrooms species: A comparative study*, Microchemical Journal, 93(1), 29-35, 2009.

[5] Mercan, N., Kivrak, I., Duru, M. E., Katircioglu, H., Gulcan, S., Malci, S., ... & Salih, B., *Chemical composition effects onto antimicrobial and antioxidant activities of propolis collected from different regions of Turkey.* Annals of microbiology, 56, 373-378, 2006.

[6] Pedneault K., Angers P., Gosselin A., Tweddell R.J., Fatty acid composition of lipids from mushrooms belonging to the family Boletaceae, Mycological Research, 110:1179-1183, 2006.

[7] Kalac, P., A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93(2), 209–218, 2013.

[8] Çayan, F., Tel-Çayan, G., Özler, M. A., & Duru, M. E, Comparative study of fatty acids profile of wild mushroom species from Turkey. Eurasian Journal of Analytical Chemistry, 12(3), 257-263, 2017.

CYTOTOXIC ACTIVITY OF DIFFERENT EXTRACTS OF *TANACETUM VULGARE* L. ON COLON CANCER CELL LINE

PhD Student Cansu KORKMAZ[1*]

[1*]Department of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University, 48000 Muğla, Türkiye, cansukorkmaz08@gmail.com

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3027-7687

Dr. Meltem TAŞ KÜÇÜKAYDIN[2]

[2]Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Muğla Sıtkı Koçman University, 48000 Muğla, Türkiye, tasmeltem91@gmail.com

(ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4297-6509)

Assist. Prof. Dr. Selçuk KÜÇÜKAYDIN[3]

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8538-6528

[3]Department of Medical Services and Techniques, Köyceğiz Vocational School of Health Services, Muğla Sıtkı Koçman University, 48800 Köyceğiz/Muğla, Türkiye, selcukkucukaydin@gmail.com

Prof. Dr. Mehmet Emin Duru[2]

[2]Department of Chemistry, Faculty of Sciences, Muğla Sıtkı Koçman University, 48000 Muğla, Türkiye, eminduru@mu.edu.tr

ORCID ID: http://orcid.org/0000-0001-7252-4880

According to 2024 Cancer Statistics data, colorectal cancer has been reported to rank first in men and second in women. *Tanacetum vulgare* L., which has a natural distribution in the Northern Hemisphere Anatolia, is an aromatic perennial herb commonly known as tansy. In this study, it was aimed to investigate the cytotoxic effect of different extracts (hexane, methanol and water) of *T. vulgare* collected from Çankırı on colon cancer (HT-29) cell line and

healthy human colon fibroblast (CCD-18Co) cell line. According to the results obtained, *T. vulgare* hexane extract showed a cytotoxic effect of $IC_{50} = 47.49 \pm 0.04$ µg/mL on HT-29 cancer cell line but the other extracts did not show toxicity against HT-29 and CCD-18Co (IC_{50}>200).

Key words: *Tanacetum vulgare* L, colon cancer, cytotoxicty

1. INTRODUCTION

Food additives such as ultra-processed foods, dietary emulsifiers, artificial sweeteners have been suggested to increase the pro-inflammatory potential of the gut microbiome and promote colon carcinogenesis. [1] Colon cancer is the predominant colorectal cancer and accounts for 59.5% of new cases. [2] According to 2024 Cancer Statistics data, colorectal cancer has been reported to rank first in men and second in women. [3]

Tanacetum vulgare L., known as Tansy, is a medicinally important perennial herbaceous plant with a strong odor belonging to the Asteraceae family.[4, 5] *Tanacetum vulgare* is naturally distributed in the Western and Central Black Sea, Upper Sakarya, Middle Kızılırmak and Upper Euphrates sub-regions of Türkiye. [6] *T. vulgare* is widely used in traditional medicine. [8] The tea is used as an antihelminthic, carminative, antispasmodic, stimulant of the abdominal organs, tonic, emmenagogue, antidiabetic, diuretic and antihypertensive agent. [7, 8] *Tanacetum extracts* and its isolated compounds have been also reported by Godinho et al. (2014) [7] to exhibit antiviral activity [9] and trypanocidal [10] and leishmanicidal [11] activities. Coté et al. (2017) reported that *T. vulgare* essential oil was mildly cytotoxic against the human healthy cell line WS1, while α-humulene and caryophyllene oxide A549 were moderately cytotoxic against DLD-1 and WS1.[12]

In this study, it was aimed to investigate the cytotoxic effect of different extracts (hexane, methanol and water) of *T. vulgare* collected from Çankırı on colon cancer (HT-29) cell line and healthy human colon fibroblast (CCD-18Co) cell line.

2. EXPERIMENTAL STUDIES

Cell lines (colon; HT-29, prostate and human normal CCD18-Co cell line) provided by Dr. Aydın Demiray, Pamukkale University, Faculty of Medicine, Department of Medical Genetics Assessment center for genetic patients. Microscopic views of the cancer cell line and healthy cell line in this study are given adapted by from the literatüre in the figüre 1. [1] *T. vulgare* was collected from Çankırı and was deposited in the Natural Products Laboratory of Muğla Sıtkı

Koçman University under the code MED 2403 The location map where *T. vulgare* was collected is given in the figure 2 .

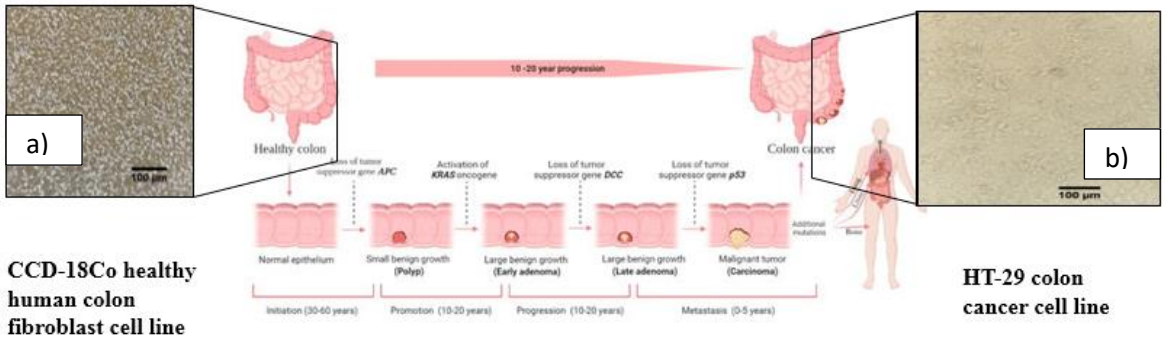


Figure 1. Microscopic views of the healthy cell line (a) and cancer cell line (b) adapted by from Hossain et al. (2022)

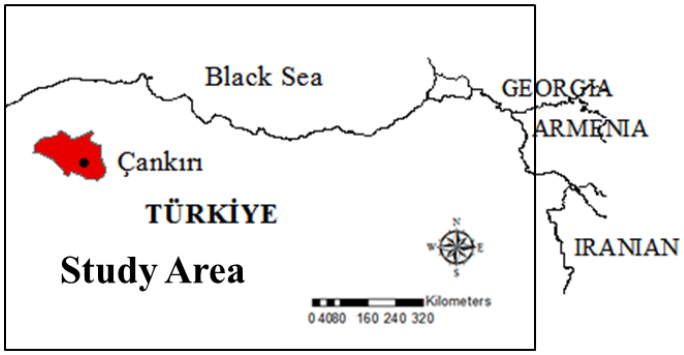


Figure 2. The location map where *T. vulgare* was collected from Çankırı

Cytotoxicty Assay

Colon cancer cell line (HT-29,) and human normal colon (CCD18-Co) cell line were determined by MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5- dipenyltetrazolium bromide) assay. [13] Cells were plated in 96-well plates in triplicate with a density of 1000 cells/well. The cells were treated with verbascoside after culturing for 24 h followed by incubation for 72 h. Control group cells were left untreated. All cell lines were incubated in a humidified atmosphere of 5% CO2 and 95% air at 37°C. IC_{50} value was determined using the AAT Bioquest.[14] The data were expressed as the mean ± standard deviation (SD) of triplicate independent experiments and analyzed one sample t test using EXCEL PRO 2019-QI Macros.

3. RESULTS AND DISCUSSION

According to the results obtained, *T. vulgare* hexane extract showed a cytotoxic effect of IC_{50} = 47.49 ± 0.04 µg/mL at 72 hour on HT-29 cancer cell line but the other extracts did not show toxicity against HT-29 and CCD-18Co (IC_{50}>200). The cytotoxic effects of *T. vulgare* extracts (hexane, methanol and water) on colon (HT-29) cancer cell line and healthy human (CCD18Co) cell line are given in Table 1. . ($p < 0.05$ were considered to be statistically significant)

Table 1. Cytotoxic activities of extracts of *T. vulgare* from Çankırı region of Türkiye against HT-29 cancer cell line and CCD18-Co healthy human colon fibroblast cell line their toxicity against given in IC_{50} values ($p < 0.05$).

	IC_{50} µg/mL after 72h	
Extracts of T. vulgare	Cancer Cell Line	Healthy Human Cell Line
	HT-29	**CCD18-Co**
Hexane	**47.49±0.04**	>200
Methanol	>200	>200
Water	>200	>200

Soon et al. (2005) reported that the essential oil of *T. vulgare* growing in Lithuania contains only four main compounds (1,8-cineole, trans-thujone, camphor, and myrtenol). [15] In this study, it may duo to that the cytotoxic effect of hexane extract may be related to its lipid content. In this regard, major lipid contents of *T. vulgare* have been reported in the literature and further research is needed.

REFERANCES

[1] Hossain, M. S., Karuniawati, H., Jairoun, A. A., Urbi, Z., Ooi, D. J., John, A., ... & Hadi, M. A. *Colorectal cancer: a review of carcinogenesis, global epidemiology, current challenges, risk factors, preventive and treatment strategies*. Cancers, 14(7), 1732, 2022.

[2] Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. *Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries*, CA: a cancer journal for clinicians, 71(3), 209-249, 2021.

[3] Siegel, Rebecca L., Angela N. Giaquinto, and Ahmedin Jemal. *Cancer statistics, 2024*., CA Cancer J Clin 74.1, 12-49, 2024.

[4] Mitich, W.L. *Tansy.* Weed Technol. 6, 242–244, 1992.

[5] Rosselli, S., Bruno, M., …Raimondo F.M. *Cytotoxic effect of eudesmanolides isolated from flowers of Tanacetum vulgare ssp. Siculum*, Molecules, 17, 8186–8195, 2012.

[6] https://floranatolica.com/eukaria/gui/species.php?ID=282#:~:text=Yayg%C4%B1npireotu%20(Tanacetum%20vulgare)%20Papatyagiller%20, 03.02.2024.

[7] Godinho, L. S., Aleixo de Carvalho, L. S., Barbosa de Castro, C. C., Dias, M. M., Pinto, P. D. F., Crotti, A. E. M., ... & Da Silva Filho, A. A. (2014). *Anthelmintic activity of crude extract and essential oil of Tanacetum vulgare (Asteraceae) against adult worms of Schistosoma mansoni.* The Scientific World Journal, 2014.

[8] Raisanen R., Primetta A., Nikunen S., Honkalampi U., Nygren H., Pihlava J.M., Berghe I.V., Wright A. *Examining safety of biocolourants from fungal and plant sources-examples from Cortinarius and Tapinella, Salix and Tanacetum* spp. *and dyed woollen fabrics.* Antibiotics 9, 266, 2020.

[9] Onozato, T., Nakamura, C. V., Garcia Cortez, D. A., Dias Filho, B. P., Ueda-Nakamura, T., *Tanacetum vulgare*: *antiherpes virus activity of crude extract and the purified compound parthenolide*, Phytotherapy Research, vol. 23, no. 6, pp. 791–796, 2009.

[10] Pelizzaro-Rocha, K. J., Tiuman, E. Izumi, T. S., Ueda-Nakamura, T. Filho, B. P. D.,. Nakamura, C. V. *Synergistic effects of parthenolide and benznidazole on Trypanosoma cruzi*, *Phytomedicine*, vol. 18, no. 1, pp. 36–39, 2010.

[11] Tiuman, T. S. , Ueda-Nakamura, T. …&Garcia Cortez D. A. Antileishmanial activity of parthenolide, a sesquiterpene lactone isolated from Tanacetum parthenium," Antimicrobial Agents and Chemotherapy, vol. 49, no. 1, pp. 176–182, 2005.

[12] Coté, H., Boucher, M. A., Pichette, A., Legault, J. *Anti-inflammatory, antioxidant, antibiotic, and cytotoxic activities of Tanacetum vulgare L. essential oil and its constituents*, Medicines, 4(2), 34., 2017.

[13] Plumb, J.A., Cell sensitivity assays : the MTT assay. Methods Mol Med, 1999. 28: 25-30.

[14] AAT Bioquest, Available from: https://www.aatbio.com/tools/ic50-calculator., 03.02.2024.

[15] Soong Y.Y., Barlow P.J. Isolation and structure elucidation of phenolic compounds from longan (Dimocarpus longan Lour.) seed by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. J. Chromatogr. A. 2005;1085:270–277.

YILLIK DÖKÜM İLE KIZILAĞAÇ SUBASAR MEŞCERELERİNE GİREN KARBON VE BESİN MADDESİ MİKTARI: KARACABEY SUBASAR ORMANLARINDA ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ
Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü,
temel.sariyildiz@btu.edu.tr ORCID NO: 0000-0003-3451-3229

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Bursa Karacabey kıyısal subasar ormanlarında, iki farklı gelişme çağı (c ve d meşcereleri) ve iki farklı alandaki (subasar ve karasal) kızılağaç (Alnus glutinosa L.) ormanı ağaç bileşenlerinin (yaprak, dal, tohum ve diğer) yıllık döküm miktarı ve yıllık döküm ile ölü örtüye ulaşan karbon ve diğer makro (N, P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co) besin elementi miktarlarını belirlemektir. Bulgulara göre, subasar alandaki yıllık ortalama döküm miktarı (9030 kg/ha/yıl), karasal alandan daha yüksek (7020 kg/ha/yıl) bulunmuştur. Döküntü miktarları, meşcere gelişme çağlarına göre de (c ve d) farklılık göstermiş ve genel olarak ağaç göğüs yüzeyi (d130 cm) çapı arttıkça döküntü miktarı azalmıştır. Subasar alanda, döküntü ile ekosisteme giren yıllık ortalama karbon ve diğer makro ve mikro besin maddesi miktarı karasal alandan daha yüksek belirlenmiştir. Subasar alanda kızılağaç ekosistemine yıllık katılan C, N, P, K, Ca, Mg ve S miktarı sırasıyla 4202; 165; 142; 487; 2187; 524 ve 246 kg/ha/yıl olarak hesaplanırken, karasal alanda bu değerler sırasıyla 3321; 145; 154; 514; 1841; 502 ve 254 kg/ha/yıl olarak tespit edilmiştir. Çalışma ile kızılağaç orman ekosistemlerinde döküntü üretimi ve besin maddesi girişinin subasar ve karasal alanda meşcere gelişme çağlarına göre farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur. Türkiye için konusunda öncü olan çalışma sonuçları, atmosferik karbondioksiti ve azotu tutma ve depolama kapasitesi yüksek olan ve bu nedenle iklim değişikliğinin azaltılmasında önemli role sahip, subasar orman ekosistemlerinin karbon, azot ve besin dinamiklerini anlamaya ve modellemeye Türkiye'den faydalı sayısal bilgiler sağlaması açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Alnus glutinosa, Karacabey subasar ormanları, Döküntü miktarı, Karbon ve besin maddesi stoku

CARBON AND NUTRIENT INPUTS BY ANNUAL LITTERFALL OF ALDER STANDS IN FORESTED WETLANDS: A CASE STUDY AT BURSA KARACABEY FORESTED WETLANDS

ABSTRACT

The amount of annual litterfall of tree components (leaves, branch, seed and other) and the amount of carbon and other macro (N, P, K, Ca, Mg and S) and micro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni and Co) reaching into the forest floor by litterfall were determined in natural alder stands (Alnus glutinosa L.) in relation to two different environments (floodplain and terrestrial) and two different development stages (c and d stands) in Bursa Karacabey coastal forested wetlands. According to the findings, mean litterfall amounts of the flood plain site (9030 kg/ha/year) were higher than the terrestrial site (7020 kg/ha/year). The amount of litterfall varied according to stand types, and as the average diameter of the stand increases, the amount of litterfall generally

decreases. The annual average amount of carbon and other macro and micronutrients inputs into the ecosystem through the litterfall in the floodplain sites was found to be higher than in the terrestrial sites. Mean amounts of annual C, N, P, K, Ca, Mg and S entering the ecosystem by litterfall in the floodplain sites were calculated as 4202; 165; 142; 487; 2187; 524 and 246 kg/ha/year respectively, while in the terrestrial sites, they were 3321; 145; 154; 514; 1841; 502 and 254 kg/ha/year respectively. The study has revealed that litterfall production and nutrient input into the alder forest ecosystems vary according to floodplain and terrestrial environment and stand development stages. The results in this study are important in terms of providing numerical data useful for understanding and modelling the carbon, nitrogen and other nutrient dynamics of Turkish forested wetland ecosystems, which hold significant potential for climate change mitigation owing to their large capacity to sequester atmospheric carbon dioxide (CO2) and nitrogen.

Keywords: Alnus glutinosa, Karacabey forested wetlands, litterfall, carbon and nutrient stocks

1. GİRİŞ

Orman ekosistemlerinde döküntü, biyojeokimyasal döngüler de dahil olmak üzere çeşitli ekosistem süreçlerinin bir göstergesi olup, ekosistemdeki besin döngüsünde önemli rol oynarlar (Kang ve ark., 2020; Sugimoto ve ark., 2013). Döküntü üretiminin sisteme girişi, çıkışı ve sonuçta ayrışarak mineralizasyonu, orman ekosistemlerinde toprak verimliliğini korumakta ve ormanların verimliliğini yükseltmektedir (Fioretto ve ark., 2003; Pandey ve ark., 2007). Döküntü, organik madde ve toprak besinlerinin en önemli kaynağını oluşturur (Gairola ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2014). Ormanlarda, döküntü, yıllık alınan karbonun yaklaşık üçte birine karşılık gelen yaklaşık 18 Pg C'un toprak yüzeyine taşınmasını sağlayabilmektedir (Malhi ve ark., 2011; Zhao ve Running, 2000). Sonuç olarak, döküntü yoluyla besin akışı ile ilgili çalışmalar, orman ekosistemlerinin besin döngüsü dinamiklerini anlamak açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber, farklı ormanlardaki döküntü üretim süreçlerinin belirlenmesi, araştırmacılar açısından hala bir zorluk olmaya devam etmektedir, çünkü döküntü üretimini etkileyen birçok fiziksel ve biyolojik faktör bulunmaktadır.

Son yıllarda, farklı orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiklerini (döküntü miktarı, ölü örtü miktarı, ayrışma oranlarını) araştırmaya yönelik ulusal ve uluslararası çalışmaların sayısı artmaktadır. Bunun en önemli nedeni, ölü örtü dinamiklerinin orman toprakları içinde depolanan karbon ve azot miktarını ve döngüsünü etkilemesidir (Heal ve ark. 1997; Aerts 1997). Döküm miktarı ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmalar daha çok karasal orman ekosistemlerinde yürütülmüştür. Oysa, biyoçeşitlilik bakımından ön plana çıkan ve dünya karbon stoğunun %8'ine kadarından sorunlu olduğu bildirilen (Cseh, 2014; Sutfin ve ark., 2016) subasar ormanların döküm miktarı ve bu yolla ekosisteme kazandırılan karbon ve besin miktarı ve stokları konusunda çalışmaların oldukça sınırlıdır. Oysa hidrolojinin ve su birikiminin (subasar ortamın) döküntü miktarı üzerinde etkili olduğuna dair literatürde sınırlı sayıda da olsa bazı çalışmalar bulunmaktadır (Muzika ve ark., 1987; Tabacchi ve Planty-Tabacchi, 2003). Bilgimiz dahilinde, Türkiye subasar ormanlar üzerine ise konu ile ilgili yapılan bir çalışma bulunmaktadır, bu çalışmada tarafımızdan aynı alanda dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) meşcerelerinde yapılan çalışmadır.

Burada sunulan çalışmanın temel amacı, Bursa Karacabey kıyısal subasar ormanlarında, iki farklı gelişim çağı (c ve d meşcereleri) ve iki farklı ortamdaki (subasar ve karasal) doğal kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcerelerinin, ağaç bileşenlerinin (yaprak, dal, tohum ve diğer) yıllık döküm miktarı ve yıllık döküm ile ölü örtüye ulaşan karbon ve diğer makro (N, P, K, Ca,

Mg ve S) ve mikro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co) besin elementleri miktarlarını ve stoklarını ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma, Bursa Karacabey Subasar (Longoz) doğal dişbudak ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Akay ve ark. (2017) Karacabey Subasar ormanlarının toplam alanını 3800 ha olarak bildirmiştir. Çalışma alanı yıllık sıcaklık ortalaması 13.2 ^{0}C, yıllık yağış miktarı ortalama ise 562 mm. dir. Çalışma kapsamında, suyun toprak yüzeyinde uzun dönem kaldığı alanlar subasar ortam, kısa süre kaldığı alanlar ise karasal ortam olarak isimlendirilerek, çalışma için bu alanlarda 20 m x 20 m genişliğinde örnekleme alanları alınmıştır.

Örnekleme alanlarındaki tüm ağaçların göğüs yüksekliğindeki (d_{130} cm) çapları kumpas yardımıyla ölçülmüştür ve ilgili çizelgelere not edilmiştir. Ağaçların toplam boyları dijital boy ölçer yardımıyla belirlenmiştir. Ağaçlarının ortalama yaşı, deneme alanında seçilen 3 farklı ağaçta artım burgusu kullanılarak yapılmış ve ölçümlerin ortalaması olarak belirlenmiştir.

Örnekleme alanlarında dökülen ve ölü örtüye katılan miktar, araziye yerleştirilen 1 m yükseklikte, çıtadan yapılmış, 0.5x0.5=0.25m² alana sahip döküntü yakalama tuzakları yardımıyla aylık/yıllık olarak 2021, 2022 ve 2023 yılları için belirlenmiştir.

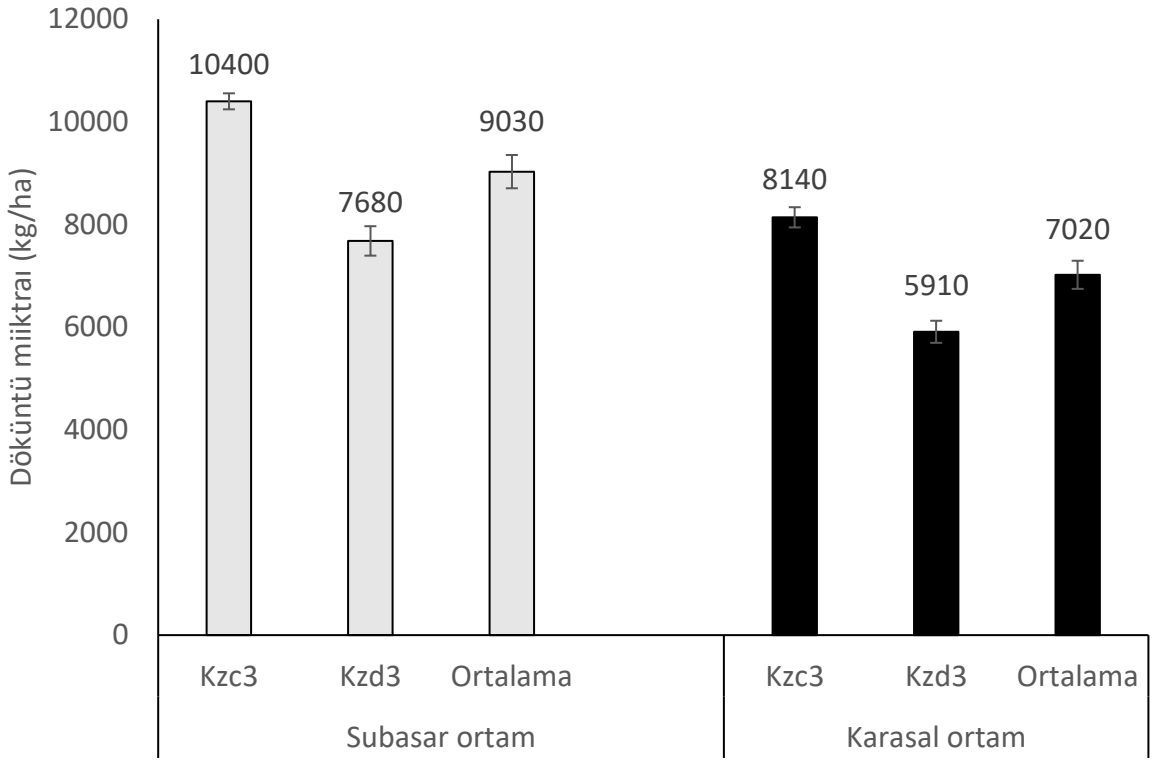
Laboratuvara getirilen örnekler etüvlerde 65ºC sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuş, yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki farktan elde edilen nem değerleri kullanılarak dökülen ölü örtü bileşenlerinin kuru ağırlıkları belirlenmiş ve sonrasında miktarları hektarda kilogram olarak hesaplanmıştır. Sonrasında öğütülen örneklerin içerdiği karbon, azot ve diğer makro ve mikro besin miktarı için analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Döküntü miktarı

Subasar ortamda, örnekleme alanlarındaki kızılağaçların ortalama yaşları 49 ile 57 yıl, boyları 26.8 m ile 29.7 metre ve çapları 26.2 cm ile 46.2 cm arasında belirlenirken, karasal ortamda, ortalama yaşları 43 ile 52 yıl, boyları 29.4 ile 32.2 m ve çapları 24.2 ile 39.4 cm olarak belirlenmiştir.

Çalışmada son 3 yıla ait toplam döküntü miktarının (yaprak, dal, tohum, kabuk ve diğer kısımlara) ortalaması subasar ortamda c çağı meşcereleri için 10400 kg/ha, d çağı meşcereleri için 7680 kg/ha iken, karasal ortamda bu değerler daha düşük olarak sırasıyla 8140 kg/ha ve 5910 kg/ha olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Meşcere gelişme çağları birlikte değerlendirildiğinde, subasar ortamda yetişen kızılağaç meşcerelerinde ortalama yıllık döküm miktarı 9030 kg/ha iken, karasal ortamda bu değer 7020 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Yıllar arasında bir değerlendirme yapıldığında, en yüksek yıllık döküntü miktarının karasal ortamda 2023 yılında, en düşük 2022 yılında olduğu görülmüştür. Subasar ortadaki yıllık döküntünün en çok ve az olduğu yıl ise meşcere tipine göre değişiklik göstermiştir. Genel olarak, hem subasar hem de karasal ortamda yıllık döküntü miktarının c çağı meşcerelerinde d çağı meşcerelerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1: Subasar ve karasal ortamda, c ve d meşcere çağlarında kızılağaçta yıllık döküntü miktarı (kg / ha)

3.2. Döküntü makro ve mikro besin konsantrasyonu

Subasar ortamdaki kızılağaç döküntüsünün ortalama C (%47,0), Ca (%2,45), Mg (%0,59), P (%0,16), K (%0,54) ve S (%0,28) konsantrasyonu karasal ortamdaki ortalama C (%48,2), Ca (%2,67), Mg (%0,73), P (%0,22), K (%0,75) ve S (%0,37) konsantrasyonundan daha düşük bulunmuştur. Azot konsantrasyonu ise subasar ortamdaki döküntüde (%1,56) karasal ortama göre (%1.41) daha yüksek bulunmuştur.

Her iki yetişme ortamında, C ve makro besin konsantrasyonları (N haricinde), c ve d gelişme çağları arasında önemli bir değişiklik göstermemiştir. Azot miktarı genel olarak c çağı meşcerelerinin döküntüsünde, d gelişme çağına göre daha yüksek değer göstermiştir.

Makro besin elementlerinden farklı olarak, subasar ortamdaki kızılağaç döküntüsünün ortalama Na (%0,601), Cu (%0,00232), Zn (%0,00547), Cl (%0,163), Ni (%0,00383) ve Co (%0,00114) konsantrasyonu karasal ortamdaki ortalama Na (%0,447), Cu (%0,00203), Zn (%0,00347), Cl (%0,046), Ni (%0,00243) ve Co (%0,00095) konsantrasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Subasar ortamdaki döküntüde Fe (%0,527) ve Mn (%0,023) konsantrasyonu ise karasal ortama göre Fe (%0,765) ve Mn (%0,044) konsantrasyonundan daha düşük bulunmuştur.

Subasar ortamda Fe, Mn, Na, Ni, Co konsantrasyonu d gelişme çağı meşcerelerindeki döküntüde daha yüksek olma yönünde iken, karasal ortamda Fe, Na, Ni konsantrasyonları d gelişme çağı meşcerelerindeki döküntüde daha yüksek, Cu, Zn, Cl ve Co ise c gelişme çağı meşcerelerindeki döküntüde daha yüksektir.

3.3. Döküntü makro ve mikro besin stoku

Subasar ortamdaki kızılağaç meşcerelerinin döküntü karbon ve makro besin elementlerinden P, K ve S haricindeki stoku karasal ortama göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). Her iki yetişme ortamında da c gelişme çağı meşcerelerindeki karbon ve makro besin stoku değerleri d gelişme çağı meşcerelerine göre daha yüksek belirlenmiştir.

Demir ve Mn stoku hariç, subasar ortamdaki ölü örtünün mikro besin elementi stoku karasal ortamdaki ölü örtüden daha yüksek değer göstermiştir (Çizelge 1). Subasar ortamda Fe, Na ve Ni stoku d gelişme çağı meşcerelerindeki döküntüde, karasal ortamda ise Cu, Zn ve Cl stoku c gelişme çağı meşcerelerindeki döküntüde daha yüksek değer göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1: Subasar ve karasal ortamda, c ve d gelişme çağındaki kızılağaç meşcerelerinin döküntü makro ve mikro besin stoku (kg/ha)

Yetişme Ortamı	Meşcere Tipi	C	N	Ca	Mg	P	K	S
Subasar ortam	Kzc3	4851	210,2	2648	571	147	421	292
	Kzd3	3523	124,3	1747	463	131	507	201
	Ortalama	**4202**	**164,9**	**2187**	**524**	**142**	**487**	**246**
Karasal ortam	Kzc3	3870	181,3	2274	543	163	588	309
	Kzd3	2839	114,8	1485	460	143	449	208
	Ortalama	**3321**	**144,7**	**1841**	**502**	**154**	**514**	**254**

Yetişme Ortamı	Meşcere Tipi	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Ni	Co
Subasar ortam	Kzc3	33,3	2,04	49,6	0,25	0,59	23,8	0,25	0,09
	Kzd3	54,3	2,03	53,7	0,17	0,39	7,4	0,39	0,10
	Ortalama	**47,1**	**2,09**	**53,7**	**0,21**	**0,49**	**14,6**	**0,34**	**0,10**
Karasal ortam	Kzc3	51,5	3,76	30,1	0,23	0,31	5,7	0,13	0,10
	Kzd3	52,3	2,46	30,5	0,07	0,18	1,3	0,19	0,04
	Ortalama	**52,7**	**3,05**	**30,8**	**0,14**	**0,24**	**3,2**	**0,17**	**0,07**

4. TARTIŞMA

Orman ekosistemlerinde ağaçların gelişim dönemleri boyunca, vejetasyon döneminde fotosentez ile ürettikleri toprak üstü organik bileşenlerinin (yaprak/ibre, dal, kabuk, kozalak, çiçek, tomurcuk vb.) ağaç öldüğünde ya da olumsuz çevre şartlarına bağlı olarak (rüzğar, fırtına, sıcaklık, orman zararlısı böcekler vd.) canlı haldeyken toprak yüzeyine ulaşması olayına döküm, toprak yüzeyine düşen organik bileşende döküntü olarak isimlendirilmektedir (Irmak 1972). Orman ekosistemlerinde ölü örtünün en önemli kaynağını döküm oluşturduğundan ve özellikle ölü örtünün miktarını ve kimyasal kalitesini etkilediğinden, orman ekosisteminde meydana gelen biyojeokimyasal döngünün en önemli parametrelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Pitman ve ark., 2010).
Bursa Karacabey kıyısal subasar ormanlarında, iki farklı gelişim çağı (c ve d meşcereleri) ve iki farklı ortamdaki (subasar ve karasal) doğal kızılağaç (*Alnus glutinosa L.)* meşcerelerinin yıllık döküm miktarı ve yıllık döküm ile ölü örtüye ulaşan karbon ve diğer makro ve mikro besin elementleri miktar ve stoklarını ortaya koymak amaçlı bu çalışma sonuçların göre, yıllık döküm miktarı en fazla subasar ortamda gerçekleşmektedir. Hem subasar hem de karasal ortamda, daha genç olan c gelişme çağı meşcerelerindeki döküm miktarı d gelişme çağı meşcerelerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Subasar ve karasal ortamda kızılağaç toplam döküntü miktarına ait bulgularımız genel olarak Türkiye'de karasal ekosistemlerde geniş ve iğne yapraklı türler için, örneğin kayın (3712 kg/ha) ve meşe (3546 kg/ha) (Irmak ve Çepel 1974), göknar (2935 kg/ha) Çakıroğlu (2011), kızılçam (2937 kg/ha) Erkan ve ark. (2018), sarıçam (1389-4488 kg/ha) (Çömez ve ark., 2019) bildirilen ortalama değerler ile Avrupada ılıman kuşaktaki geniş ve iğne yapraklı ağaç türleri için bildirilen (Liu ve ark., 2004) ortalama değerlerden (yapraklılar için 4340 kg/ha, ibreliler için 2980 kg/ha) daha fazladır.

Aynı alanda tarafımızdan dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) meşcerelerinde gerçekleştirilen çalışmada, dişbudak için toplam döküntü miktarının ortalaması subasar ortamda c çağı meşcereleri için 8837 kg/ha, d çağı meşcereleri için 6384 kg/ha iken, karasal ortamda bu değerler daha düşük olarak sırasıyla 6793 kg/ha ve 4737 kg/ha olarak belirlenmiştir. Meşcere gelişme çağları birlikte değerlendirildiğinde, subasar ortamda yetişen dişbudak meşcerelerinde ortalama yıllık döküm miktarı 7611 kg/ha iken, karasal ortamda bu değer 5765 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

Kızılağaç için bulgularımızı dişbudak ile karşılaştırdığımızda, kızılağaç için toplam döküm miktarı dişbudaktan daha fazla bulunmuştur. Subasar alanda yapılan çalışma sonuçları ile bulguları karşılaştırdığımızda, toplam döküntü miktarına ait bulgularımızın, Shure ve Gottschalk (1985) tarafından dişbudak (*Fraxinus pennsylvanica*) için bildirilen döküntü değerleri ile Camargo ve ark. (2015) tarafından allüviyal yağmur ormanları için bildirilen döküntü değerleri arasında olduğu görülmüştür.

Shure ve Gottschalk (1985) tarafından dişbudak ağaçlarının baskın olduğu karışık bir subasar orman ekosisteminde yapılan bir çalışmada, yıllık döküntü miktarının 5750– 7000 kg/ha/yıl arasında değiştiği, nehir ağzından yukarıya doğru uzaklaştıkça yıllık döküntü miktarında bir artış olduğu, bununla beraber elde edilen değerlerin ılıman ormanlara ait değerlerden (yıllık 5500 kg/ha/yıl) (Bray ve Gorham, 1964) daha fazla olduğu bildirilmiştir. Camargo ve ark. (2015) tarafından gerçekleştirilen ve amacı allüviyal yağmur ormanlarında döküntü miktarı üzerinde mevsimsel sel döngüsünün etkisini araştırdığı çalışmada, döküntü miktarının (yaprak, çiçek, meyve, dal, kabuk dahil) hektarda 4980 kg ile 10400 kg arasında değiştiği bildirilmiştir.

Döküntü miktarları üzerine yapılan bu çalışmalardaki farklılıkların araştırmalara konu türler yanında meşcere ve yetişme ortamı özellikleri arasındaki farklılıklardan kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Literatürde su birikiminin bitki ve toprak üzerine etkisine yönelik çalışmalar incelendiğinde, topraktaki su birikmesi, çeşitli bitki türlerinin canlılığını, büyümesini ve gelişmesini etkileyen önemli bir faktör olarak karsımıza çıkmaktadır. Suyun aşırı miktarda olmasının, birkaç saat içinde toprakta anoksi koşullar meydana getirdiği, kök gelişimini sınırlayarak, bitki büyümesini ve gelişmesini etkilediği bildirilmektedir (Liao ve Lin, 2001; Yavaş ve ark., 2011). Çoğunlukla, tarımsal ürünler üzerinde yapılan bazı çalışmalarda, su birikmesinin bitkide gelişimi yavaşlattığı, baklagillerde ise nodül oluşumunu azalttığı, bitkinin daha az besin maddesi alması ile ilişkili olarak bitki köklerinin ölmesine neden olduğu, yıkanma ve denitrifikasyonun bitkinin azot miktarını azalttığı ve azot eksikliğine neden olduğu, bu nedenle daha yaşlı olan yapraklarda sarılıklar meydana geldiği ve azot eksikliğinin de bitkide var olan stresi arttırdığı, bu koşullar altında kök ve yaprak hastalıklarında da artış gözlendiği, su birikmesi meydana gelen topraklarda bitki kök gelişimi sınırlandığı ve yüzeysel kök gelişimi nedeniyle su birikmesi

sonrası kuruyan topraklarda besin maddelerinin alınamadığı rapor edilmiştir (Yavaş ve ark., 2011).

Çalışmada, subasar ortamda gelişen kızılağaç meşcerelerinin, döküntüsünün makro ve mikro besin elementleri konsantrasyonlarının farklı olduğu tespit edilmiştir. Döküntünün makro besin konsantrasyonlarının genel olarak karasalr ortamdaki döküntüde daha fazla olduğu, bununla beraber, döküntü miktarının subasar ortamda daha fazla olması nedeniyle makro besin stoğunun en fazla subasar ortamda olduğu belirlenmiştir. Mikro besin konsantrasyonlarının ise (Fe ve Mn hariç), makro besin elementlerine tezat, subasar ortamdaki döküntüde daha yüksek olma eğiliminde olduğu, mikro besin stokununda yine subasar ortamdaki döküntüde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bilgimiz dahilinde, şu ana kadar yaptığımız literatür taramalarında, konu ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışmaya rastlanmadığı için karşılaştırma yapma imkanı bulunamamıştır.

Sonuç olarak, ılıman kuşakta yer alan Karacabey subasar ormanlarında gerçekleştirilen çalışmada, yukarıda açıklanan çevre ve toprak faktörlerine ek olarak subasar ortamların ağaçların döküntü miktarını önemli derecede arttırdığı, makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarını değiştirdiği ve bu durumun ekosisteme giren makro ve mikro besin elementi miktarını ve stokunu önemli derecede etkilediği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜRLER

Sunulan çalışma, TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında (Proje No 121O702) desteklenmiştir. Bu bakımdan TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKÇA

[1]. Aerts R. (1997). Climate, Leaf Litter Chemistry and Leaf Litter Decomposition in Terrestrial Ecosystems: A Triangular Relationship. Oikos, 79, 439-449.http://dx.doi.org/10.2307/3546886

[2]. Akay A.E., Gencal B., Taş İ. (2017). Spatiotemporal change detection using landsat ıimagery: the case study of Karacabey flooded forest, Bursa, Turkey, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-4/W4,. 4th International GeoAdvances Workshop, 14–15 October, Safranbolu, Karabuk, Turkey.

[3]. Bray J.R., Gorham E. (1964). Litter production in forests of the world. Advances in Ecological Research, 2: 101–157

[4]. Camargo M., Giarrizzo T., Jesus A. (2015). Effect of seasonal flooding cycle on litterfall production in alluvialrainforest on the middle Xingu River (Amazon basin, Brazil). Brazilian J Biol. 75(3 suppl1):2506. doi: 10.1590/1519-6984.00514BM

[5]. Cseh V., Kiss M., Tanács E. (2014). Carbon sequestration of floodplain forests: a case study from Hungary. Maros river valley, Tiscia, 40, 3-10.

[6]. Çakıroğlu K. (2011). Bartın ili Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın meşcerelerindeki ölü örtü ayrışması ve yıllık yaprak dökülmesinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın

[7]. Çömez A., Tolunay D., Güner Ş.T. (2019). Litterfall and the effects of thinning and seed cutting on carbon input into the soil in Scots pine stands in Turkey. European Journal of Forest Research, 138: 1-14

[8]. Erkan N., Çömez A., Aydın A.C, Denli Ö., Erkan S. (2018). Litterfall in relation to stand parameters and climatic factors in Pinus brutia forests in Turkey. Scandinavian Journal of Forest Research, 33(4): 338-346.

[9]. Fioretto, A.; Papa, S.; Fuggi, A. Litter-fall and litter decomposition in a low Mediterranean shrubland. Biol. Fert. Soils 2003, 39, 37–44.

[10]. Gairola, S.; Rawal, R.S.; Dhar, U. Patterns of litterfall and return of nutrients across anthropogenic disturbance gradients in three subalpine forests of west Himalaya, India. J. For. Res. 2009, 14, 73–80.

[11]. Heal O.W., Anderson J.M., Swift M.J. (1997). Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition, Cadisch G, Giller K E (eds), CAB International Wallingford, UK, pp. 3–45.

[12]. Irmak A. (1972). Toprak İlmi. (İkinci Baskı), İ.Ü. Yayın No: 1268, Orman Fakültesi Yayın No: 121 Taş Matbaası, İstanbul.

[13]. Irmak A., Çepel N. (1974). Bazı Karaçam, Kayın ve Meşe meşcerelerinde ölü örtünün ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1973, O.F.Yayın No: 204, İstanbul, s. 48.

[14]. Kang, K.-N.; Park, G.-S.; Lee, S.-J.; Lee, H.-G.; Kim, J.-S.; Kim, Y.-T. Carbon storages in aboveground and root of Pinus koraiensis and Larix leptolepis stands in Gongju, Chungnam province. Korean J. Agric. Sci. 2010, 37, 45–52.

[15]. Liao C., Lin C. (2001). Physiological Adaptation of Crop Plants to Flooding Stress. Proc. Natl.Sci.Counc. 25(3):148-157.

[16]. Liu C., Westman C.J., Berg B., Kutsch W., Wang G.Z., Man R., Ilvesniemi H. (2004). Variation in litter climate relationships between coniferous and broadleaf forests in Eurasia. Global Ecology and Biogeography. 13, 105–114.

[17]. Malhi, Y.; Doughty, C.; Galbraith, D. The allocation of ecosystem net primary productivity in tropical forests. Philos. Trans. R. Soc. B. 2011, 366, 3225–3245.

[18]. Muzika R.M., Gladden J.B., Haddock J.D. (1987). Structural and functional aspects of succession in Southeastern floodplain forests following a major disturbance. The American Midland Naturalist, 117: 1–9

[19]. Pandey, R.; Sharma, G.; Tripathi, S.; Singh, A. Litterfall, litter decomposition and nutrient dynamics in a subtropical natural oak forest and managed plantation in northeastern India. Forest Ecol. Manag. 2007, 240, 96–104.

[20]. Pitman R., Bastrup-Birk A., Breda N., Rautio,P. (2010). Sampling and Analysis of Litterfall. 16 pp. Part XIII. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg.

[21]. Shure D.J., Gottschalk M.R. (1985). Litterfall patterns in a floodplain forest. Amer. Midl. Nat 114: 98-111

[22]. Sugimoto, M.; Ohta, S.; Ansori, S.; Arisman, H. Nutrient dynamics via litterfall and litter decomposition on the forest floor of an Acacia mangium Willd. stand in Sumatra. Tropics 2013, 22, 67–81.

[23]. Sutfin N.A., Wohl E.E., Dwire K.A. (2016). Banking carbon: a review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems. *Earth Surf. Proc. Land. ,41*, 38–60.

[24]. Tabacchi E., Planty-Tabacchi A.M. (2003). Recent changes in riparian vegetation: Possible consequences on dead wood processing along rivers. River Research and Applications, 19: 251–263.

[25]. Yavaş İ., Ünay A., Şimşek S. (2011). Su birikmesinin bitki ve toprak üzerine etkisi. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2011; 8(2) : 57 – 61

[26]. Zhang, H.; Yuan, W.; Dong, W.; Liu, S. Seasonal patterns of litterfall in forest ecosystem worldwide. Ecol. Complex. 2014, 20, 240–247.

[27]. Zhao, M.; Running, S.W. Drought-Induced Reduction in Global Terrestrial Net Primary Production from 2000 through 2009. Science 2010, 329, 940–943.

KIZILAĞAÇ SUBASAR MEŞCERELERİNİN ÖLÜ ÖRTÜ KARBON VE BESİN MADDESİ STOKLARININ ARAŞTIRILMASI: KARACABEY SUBASAR ORMANLARINDA ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ
Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü,
temel.sariyildiz@btu.edu.tr ORCID NO: 0000-0003-3451-3229

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Bursa Karacabey kıyısal subasar ormanlarında, iki farklı gelişme çağı (c ve d meşcereleri) ve iki farklı alandaki (subasar ve karasal) doğal kızılağaç (Alnus glutinosa L.) ormanlarının ölü örtüsündeki karbon ve diğer makro (N, P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co) besin elementleri stoklarının ortaya konulmasıdır. Çalışma 2021, 2022 ve 2023 yıllarını kapsayacak şekilde yürütülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, çalışma alanında 3 yıllık sonuçların ortalamasına göre, ölü örtü miktarı subasar alandaki "c" çağı meşcereleri için 7780 kg/ha/yıl, "d" çağı meşcereleri için 5770 kg/ha/yıl bulunurken, karasal alandaki "c" ve "d" çağı meşcereleri için bu değerler daha düşük olup sırasıyla 4850 ve 3490 kg/ha/yıl olarak tespit edilmiştir. Ölü örtü miktarları meşcere gelişme çağların (c ve d) göre farklılık göstermiş ve genel olarak ağaçların ortalama çapı arttıkça ölü örtü miktarları azalmıştır. Subasar alandaki ölü örtüde stoklanan karbon ve diğer makro ve mikro besin maddesi miktarları karasal alandan daha yüksek bulunmuştur. Subasar alanda ölü örtüde stoklanan C, N, P, K, Ca, Mg ve S miktarı sırasıyla 3031; 167; 74; 247; 2426; 443 ve 170 kg/ha/yıl olarak hesaplanırken, karasal alanda bu değerler sırasıyla 1947; 128; 85; 299; 1591; 330 ve 151 kg/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Çalışma ile kızılağaç orman ekosistemlerinde ölü örtüde stoklanan karbon ve besin elementlerinin subasar ve karasal ortam ile meşcere gelişme çağlarına göre farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçları, subasar ormanlarının besin döngülerini anlamada, Türkiye için sayısal veriler sağlanması bakımından da öncü ve önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Alnus glutinosa, Karacabey subasar ormanları, Ölü örtü, Karbon ve besin maddesi stoku

INVESTIGATION OF SOIL CARBON AND NUTRIENT STOCKS IN ALDER STANDS IN FORESTED WETLANDS: A CASE STUDY AT BURSA KARACABEY FORESTED WETLANDS

ABSTRACT

Main aim of this study was to determine litter carbon and other macro (N, P, K, Ca, Mg and S) and micro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni and Co) in natural alder stands (Alnus glutinosa L.) in relation to two different environments (floodplain and terrestrial) and two different development stages (c and d stands) in Bursa Karacabey forested wetlands. According to the findings, litter amounts of the flood plain site were 7780 kg/ha/year for the "c" age stands and 5770 kg/ha/year for the "d" age stands, while in the terrestrial site, these values are lower for "c" and "d" stands as 4850 and 3490 kg/ha/year, respectively. The amount of litter varied according to stand types, and as the average diameter of the stand increases, the amount of litter generally decreases. The average amount of litter carbon and other macro and micronutrients in the floodplain sites was found to be higher than in the terrestrial sites. For example, the amounts of litter C, N, P, K, Ca, Mg and S in the floodplain sites were calculated as 3031; 167;

74; 247; 2426; 443 ve 170 kg/ha/year respectively, while in the terrestrial sites, they were 1947; 128; 85; 299; 1591; 330 ve 151 kg/ha/ year respectively. The study indicates that litter amounts of the ash forests vary according to floodplain and terrestrial environment and stand development stages. The study results are pioneering and important in terms of providing numerical data for Turkey in understanding the nutrient cycles of floodplain forests.

Keywords: Alnus glutinosa, Karacabey forested wetlands, forest floor litter, carbon and nutrient stocks

1. GİRİŞ

Orman ekosistemlerinde ölü örtü toprak özelliklerini ve ağaç verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür (Xia et al., 2019). Ölü örtünün orman ekosistemindeki dağılımı ve özellikleri (miktarı, kalınlığı, toprak yüzeyini örtme durumu ve stoku) mikroçevre şartlarının (örneğin, toprak nemi) değişmesine neden olarak ölü örtünün ayrışmasını ve bununla ilişkili karbon ve besin döngülerinin etkilenmesine neden olabilmektedir (Mushinski et al., 2018). Bunlara ek olarak, ölü örtü bulunduğu ekosistemde toprakların infiltrasyon kapasitesini ve perkolasyonu arttırmakta, strüktür, tekstür vb. özellikleri etkilemektedir. Ölü örtü yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğundan yağış sularını geçici olarak depolayıp derelerin daha düzenli bir biçimde akışını sağlamakta ve böylece hidrolojik bakımdan önemli rol oynamaktadır. Ayrıca toprak yüzeyinde olan evaporasyonu azaltmakta ve erozyonu önlemektedir (Karagül 1990). İyi ayrışma koşullarında humusa dönüşerek mineral toprağa karışan orman ölü örtüsünün toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Heal ve ark., 1997).

Son yıllarda, küresel karbon bütçesinin önemli bir parçasını oluşturan ölü örtü ayrışmasının (Aerts 1997), küresel iklim değişikliğinde önemli bir yer tutan atmosferdeki CO_2 miktarındaki artış ile ilişkili olması, birçok bilim adamını farklı orman ekosistemlerindeki ölü örtü miktarı, ölü örtü ayrışması ve ayrışmaya etki eden temel faktörlerin neler olduğunu bulmak için hem arazide hem de laboratuvar ortamlarında birçok bilimsel çalışmalar yapmaya ve ölü örtü ayrışma modelleri geliştirmeye teşvik etmiştir.

Ölü örtünün öneminden dolayı, farklı orman ekosistemlerinin sahip olduğu miktarları ortaya koyan ulusal ve uluslararası çok sayıda araştırmaya rastlamak mümkündür. Ülkemizde konu ile ilgili yapılan ve farklı orman ekosistemlerinde yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türlerinin ölü örtü miktarlarını ortaya koyan sonuçlara Tolunay ve Çömez (2008) tarafından derlenen çalışmadan ulaşılabilir.

Hidrolojinin ve su birikiminin (subasar ortamın) ölü örtü miktarı üzerinde etkili olduğuna dair (özellikle ayrışma ve döküm miktarına bağlı olarak) literatürde sınırlı sayıda çalışmalar bulunmaktadır (Zhou ve ark., 2023). Subasar ortamlardaki anorobik şartların ölü örtü ayrışmasını yavaşlattığı ve büyük miktarda döküntü organik maddenin birikimine neden olduğu bildirilmiştir (Reddy and Patrick 1975, SchIesinger 1977, Day 1982).Bilgimiz dahilinde, Türkiye subasar ormanlar üzerine ise konu ile ilgili yapılan tek bir çalışma bulunmaktadır, o çalışmada tarafımızdan Karacabey subasar ormanlarında gerçekleştirilen dişbudak türü üzerine yapılan çalışmadır.

Burada sunulan çalışmanın temel amacı ise, Bursa Karacabey kıyısal subasar ormanlarında, iki farklı gelişim çağı (c ve d meşcereleri) ve iki farklı ortamdaki (subasar ve karasal) doğal kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcerelerinin ölü örtü miktarı ve ölü örtünün karbon ve diğer

makro (N, P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co) besin konsantrasyonu ve stoklarını ortaya koymaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışma, Bursa Karacabey Subasar (Longoz) doğal kızılağaç ormanlarında gerçekleştirilmiştir Yıllık sıcaklık ortalamasının 13.2 ^{0}C olduğu bölgede, en yüksek sıcaklık değeri Ağustos ayı için 38.5 ^{0}C, en düşük sıcaklık ise Şubat ayı için - 9.7 ^{0}C olarak bildirilmiştir. Karacabey' in yıllık yağış miktarı ortalama 562 mm. dir.

Karacabey subasar ormanlarında arazi yüzey yapısı kendi içinde tepelik bir arazi yüzeyi oluşturması yanında denizden ve çevrede bulunan iki lagün gölünden (Dalyan ve Arapçiftliği lagünleri) beslenen subasar ormanlarında, yılın çoğu aylarında (9-10 ay) suyun toprak yüzeyinde kaldığı alanlar yanında yılın sadece birkaç ayında (2-3 ay) suyun toprak yüzeyinde kaldığı alanları görmek mümkündür. Çalışmada, suyun toprak yüzeyinde uzun dönem kaldığı alanlar subasar ortam, kısa süre kaldığı alanlar ise karasal ortam olarak isimlendirilmiş ve çalışma için bu alanlarda 20 m x 20 m genişliğinde örnekleme alanları alınmıştır.

Örnekleme alanlarındaki tüm ağaçların göğüs yüksekliğindeki (d_{130} cm) çapları kumpas yardımıyla ölçülmüştür ve ilgili çizelgelere not edilmiştir. Ağaçların toplam boyları dijital boy ölçer yardımıyla belirlenmiştir. Ağaçlarının ortalama yaşı, deneme alanında seçilen 3 farklı ağaçta artım burgusu kullanılarak yapılmış ve ölçümlerin ortalaması olarak belirlenmiştir.

Her bir örneklem alanında ölü örtünün toprak yüzeyini örtme derecesi kaydedilmiştir. Daha sonra deneme alanından rastgele noktalarda oluşturulan 50 cm x 50 cm büyüklüğünde 5 örnekleme ünitesinden mineral toprak üzerindeki ölü örtü tamamen toplanmıştır. Ölü örtü yaprak + çüruntü ve humus tabakalarının (L + F + H) ayrı ayrı örneklenmesi planlanmış olmakla beraber, bu tabakalar ne subasar ne de karasal ortamda belirgin sınırlar oluşturmadığı için tamamı birlikte ölü örtü olarak alınmıştır. Alınan örnekler plastik poşetlere konularak laboratuvara getirilmiştir. Deneme alanlarında ölü örtü örneklenmesi 2021, 2022 ve 2023 yıllarında yapılmıştır.

Laboratuvarda ölü örtü örnekleri etüvlerde 65ºC sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Örneklerin yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki farktan elde edilen nem değerleri kullanılarak toprak yüzeyi ölü örtü bileşenlerinin kuru ağırlıkları belirlenmiş ve hektara çevirme katsayısı (25) ile çarpılarak t/ha olarak miktarları hesaplanmıştır

Laboratuvara getirilen ölü örtü örnekleri etüvlerde 65ºC sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Örneklerin yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki farktan elde edilen nem değerleri kullanılarak ölü örtü kuru ağırlığı belirlenmiş ve sonrasında miktarları hektarda kilogram olarak hesaplanmıştır.

Sonrasında, ölü örtü örneklerinin bir kısmı öğütülmüş ve kimyasal analize hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örnekler, poşetlere konularak analize kadar buzdolabında muhafaza altına alınmıştır.

Birlikte öğütülen ölü örtünün içerdiği karbon, azot ve diğer makro ve mikro besin miktarı için analiz edilmiştir. Karbon ve azot miktarı analizi, Eurovector EA3000-Single CNH-S elementer analiz cihazında, diğer makro ve mikro besin miktarı Spectro markalı Xepos II modeli olan XRF (X-Işını Floresans Spektormetresi) yardımıyla tayin edilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Ölü örtü miktarı

Subasar ortamda, örnekleme alanlarındaki kızılağaçların ortalama yaşları 49 ile 57 yıl, boyları 26.8 m ile 29.7 metre ve çapları 26.2 cm ile 46.2 cm arasında belirlenirken, karasal ortamda, ortalama yaşları 43 ile 52 yıl, boyları 29.4 ile 32.2 m ve çapları 24.2 ile 39.4 cm olarak belirlenmiştir.

Örnekleme alanlarında ölü örtü miktarının (yaprak, dal, tohum, kabuk ve diğer kısımlara) ortalaması subasar ortamda c çağı meşcereleri için 7780 kg/ha, d çağı meşcereleri için 5770 kg/ha iken, karasal ortamda bu değerler daha düşük olarak sırasıyla 4850 kg/ha ve 3490 kg/ha olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Meşcere gelişme çağları birlikte değerlendirildiğinde, subasar ortamda yetişen dişbudak meşcerelerinde ortalama ölü örtü miktarı 6780 kg/ha iken, karasal ortamda bu değer 4170 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Genel olarak, hem subasar hem de karasal ortamda yıllık ölü örtü miktarının c çağı meşcerelerinde d çağı meşcerelerine göre daha yüksek değer gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1: Subasar ve karasal ortamda, c ve d meşcere çağlarında kızılağaç meşcerelerinin ortalama ölü örtü miktarı (kg / ha).

Yetişme Ortamı	Meşcere Tipi	Ölü örtü miktarı (kg / ha) Ort.±S.S. (Min.-Mak.)
Subasar ortam	Kzc3	7780 ± 420 (4040 - 1350)
	Kzd3	5770 ± 175 (3550 - 7830)
	Ortalama	**6780 ± 292 (3800 - 10700)**
Karasal ortam	Kzc3	4850 ± 176 (3400-7950)
	Kzd3	3490 ± 30 (2270-5350)
	Ortalama	**4170± 151 (2840 – 6700)**

3.2. Ölü örtü makro ve mikro besin konsantrasyonu

Subasar ortamdaki dişbudak ölü örtüsünün ortalama C (%44,7), N (%2,46), Ca (%3,58), Mg (%0,65), P (%0,11), K (%0,36) ve S (%0,25) konsantrasyonu karasal ortamdaki ortalama C (%46,7), N (%3,08), Ca (%3,82), Mg (%0,79), P (%0,20), K (%0,72) ve S (%0,36) konsantrasyonundan daha düşük bulunmuştur.

Azot haricinde subasar ortamdaki d gelişme çağı meşcerelerinin ölü örtüsünde makro besin konsantrasyonu c gelişme çağına göre daha yüksek iken, karasal ortamda sadece C ve Ca miktarı c gelişme çağı meşcerelerindeki ölü örtüde daha yüksek belirlenmiştir.

Makro besin elementlerinden farklı olarak, subasar ortamdaki kızılağaç ölü örtüsünün ortalama Na (%0,376), Cu (%0,01299), Zn (%0,01392), Ni (%0,00753) ve Co (%0,00129) konsantrasyonu karasal ortamdaki ortalama Na (%0,335), Cu (%0,002255), Zn (%0,01076), , Ni (%0,00269) ve Co (%0,00082) konsantrasyonundan daha yüksek bulunmuştur. Subasar ortamdaki ölü örtüde Fe (%0,422), Mn (%0,0214) ve Cl (0,14207) konsantrasyonu ise karasal ortama göre Fe (%0,482), Mn (%0,0668) ve Cl (0,2005) konsantrasyonundan daha düşük bulunmuştur.

Subasar ve karasal ortamda genel olarak d gelişme çağı meşcerelerindeki ölü örtüde daha yüksek mikro besin konsantrasyonu tespit edilmiştir.

3.3. Ölü örtü makro ve mikro besin stoku

Subasar ortamdaki kızılağaç meşcerelerinin ölü örtüsünün karbon ve makro besin stokları (P ve K haricinde), karasal ortama göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Makro besin stoklarında olduğu gibi genel olarak subasar ortamdaki ölü örtüdeki mikro besin stokları daha yüksektir. Her iki yetişme ortamında da c gelişme çağı meşcerelerindeki karbon ve makro besin stoku değerleri d gelişme çağı meşcerelerine göre daha yüksek tespit edilmiştir. Ölü örtü makro besin elementi stokunda olduğu gibi, her iki yetişme ortamında da c gelişme çağı meşcerelerindeki mikro besin stoku, d gelişme çağı meşcerelerine göre daha yüksek değer göstermiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2: Subasar ve karasal ortamda, c ve d gelişme çağındaki kızılağaç meşcerelerinin ölü örtü makro ve mikro besin stoku (kg/ha)

Yetişme Ortamı	Meşcere Tipi	C	N	Ca	Mg	P	K	S
Subasar ortam	Kzc3	3439	207,2	2501	425	79	287	191
	Kzd3	2608	130,7	2273	439	67	207	147
	Ortalama	**3031**	**167,1**	**2426**	**443**	**74**	**247**	**170**
Karasal ortam	Kzc3	2216	154,7	1836	410	114	380	193
	Kzd3	1661	103,7	1342	257	61	227	113
	Ortalama	**1947**	**128,4**	**1591**	**330**	**85**	**299**	**151**

Yetişme Ortamı	Meşcere Tipi	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Ni	Co
Subasar ortam	Kzc3	27,7	0,97	26,8	1,05	0,90	10,3	0,98	0,10
	Kzd3	28,1	1,75	23,5	0,72	0,94	8,7	0,14	0,08
	Ortalama	**28,6**	**1,45**	**25,5**	**0,88**	**0,94**	**9,6**	**0,51**	**0,09**
Karasal ortam	Kzc3	22,2	2,65	15,1	0,10	0,55	9,1	0,12	0,03
	Kzd3	17,7	2,75	12,5	0,10	0,36	7,4	0,10	0,03
	Ortalama	**20,1**	**2,79**	**14,0**	**0,11**	**0,45**	**8,4**	**0,11**	**0,03**

4. TARTIŞMA

Bursa Karacabey kıyısal subasar ormanlarında, iki farklı gelişim çağı (c ve d meşcereleri) ve iki farklı ortamdaki (subasar ve karasal) doğal kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.) meşcerelerinin ölü örtü miktarı ve ölü örtünün karbon ve diğer makro (N, P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Ni ve Co) besin konsantrasyonu ve stoklarını ortaya koymayı amaçlıyan bu çalışma sonuçların göre, ölü örtü miktarı en fazla subasar ortamda bulunmuştur. Hem subasar hem de karasal ortamda, daha genç olan c gelişme çağı meşcerelerindeki ölü örtü miktarı d gelişme çağı meşcerelerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, çalışma alanında ölü örtü miktarı, subasar ortamda c çağı meşcereleri için 7780 kg/ha, d çağı meşcereleri için 5770 kg/ha iken, karasal ortamda bu değerler daha düşük olarak sırasıyla 4850 kg/ha ve 3490 kg/ha olarak belirlenmiştir. Meşcere gelişme çağları birlikte değerlendirildiğinde, subasar ortamda yetişen kızılağaç meşcerelerinde ortalama ölü örtü miktarı 6780 kg/ha iken, karasal ortamda bu değer 4170 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

Karasal orman ekosistemlerinde yapılmış ve farklı ağaç türlerinin örtü miktarını sayısal verilerle ortaya koyan birçok ulusal ve uluslararası çalışmalar literatürde yer almaktadır (Tolunay ve Çömez, 2008). Bununla beraber, subasar ormanlar veya bu çalışmada olduğu gibi saf meşcerelere sahip (çalışmamızda saf kızılağaç meşceresi) ağaç türlerinin ölü örtü miktarını ortaya koyan çalışma sonuçlarına rastlamak oldukça zordur. Bu nedenle, saf kızılağaç meşcerelerinin ölü örtü miktarına ait bulgular, daha çok literatürde geniş yapraklı ağaç türlerinden oluşan karasal orman ekosistemlerinde gerçekleştirilen çalışmalarla ve daha önce aynı alanda gerçekleştirdiğimiz dişbudak ağaç türü sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Türkiye'de 2008 yılına kadar orman ekosistemlerinin ölü örtü miktarı konusunda yapılan çalışmaları derleyen Tolunay ve Çömez (2008), yapraklı ağaç türlerine ait ortalama, maksimum ve minimum değerleri meşe için 8600 kg/ha (1400 - 27200), kayın için 8700 kg/ha (2600 - 36600), gürgen için 10700 kg/ha (7200 - 12800), ıhlamur için 7800 kg/ha (6700 - 9100), sığla için 7800 kg/ha, kestane için 10200 kg/ha (9000-12100) ve yapraklı türlerde ağırlıklı ortalamayı ise 8200 kg/ha (1100 - 36600) olarak bildirmiştir.

Karacabey subasar ormanlarında, saf dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) meşcerelerinde elde edilen bulgulara göre, dişbudak ölü örtü miktarı, subasar ortamda c çağı meşcereleri için 4380 kg/ha, d çağı meşcereleri için 2780 kg/ha iken, karasal ortamda bu değerler daha düşük olarak sırasıyla 2120 kg/ha ve 1570 kg/ha olarak belirlenmiştir. Meşcere gelişme çağları birlikte değerlendirildiğinde, subasar ortamda yetişen dişbudak meşcerelerinde ortalama ölü örtü miktarı 3580 kg/ha iken, karasal ortamda bu değer 1850 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

Subasar ve karasal ortamdaki dişbudak meşcerelerinin ölü örtü miktarına ait bulgularımız genel olarak Türkiye'de karasal ekosistemlerde geniş ve iğne yapraklı türler için bildirilen ortalama değerlerle karşılaştırıdığında daha düşük olmakla beraber, bu orman ağaç türleri için bildirilen min. ve max. değerler arasında kaldığı anlaşılmaktadır. Diğer yandan, kızılağaç için belirlenen ölü örtü miktarları aynı alandaki dişbudaktan daha yüksek bulunmuştur. Dişbudak türüne ait ölü örtü değerleri, Langenbruch (2012) tarafından Almanya'da karasal ortamda saf dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) meşcereleri için bildirdiği ölü örtü miktarından (600 kg/ha) daha fazladır.

Subasar ortamda, hem kızılağaç hem de dişbudak meşcerelerinde ölü örtü miktarının karasal ortamdan daha fazla olması iki temel nedene bağlanabilir: (1) subasar ortamda döküntü miktarının karasal ortamdan daha fazla olması (Shure ve Gottschalk, 1985; Camargo ve ark., 2015), (2) subasar ortamda ölü örtü ayrışmasının daha yavaş olması (Brinson ve ark., 1981; Madigan ve ark.,2009). Subasar ortamdaki döküntü ve ölü örtü miktarının yüksek olması dolayısıyla sisteme giren ve stoklanan karbon ve azot miktarının da yüksek olmasına neden olmuştur.

Literatürde sulak alanlara yönelik tüm çalışmalarda da tüm karasal ekosistemler arasında sulak alanların en yüksek toprak organik karbon yoğunluğuna sahip olduğu ve karasal ormanlardan 3 ile 4 katı daha fazla karbonu stokladığı birçok çalışmada ortaya konulmuştur (Dayathilake ve ark., 2020).

Sunulan çalışmada da kızılağaç meşcereleri için ölü örtünün makro ve mikro besin stokları subasar ve karasal ortam ile meşcere gelişme çağları için ortaya konulmuştur. Genel olarak, subasar ortamdaki dişbudağın ölü örtüsünün azot stoku haricinde makro ve mikron besin stoku değerleri karasal ortama göre daha yüksek bulunmuştur. Her iki yetişme ortamında da c gelişme çağı meşcerelerindeki makro ve mikron besin stoku değerleri d gelişme çağı meşcerelerine göre daha yüksek tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, ılıman kuşakta yer alan Karacabey subasar ormanlarında gerçekleştirilen çalışmada, yukarıda açıklanan çevre ve toprak faktörlerine ek olarak subasar ortamların ağaçların ölü örtü miktarını önemli derecede arttırdığı, makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarını değiştirdiği ve bu durumun ekosisteme giren makro ve mikro besin elementi miktarını ve stokunu önemli derecede etkilediği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜRLER

Sunulan çalışma, TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında (Proje No 121O702) desteklenmiştir. Bu bakımdan TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKÇA

[28]. Aerts R. (1997) Climate, Leaf Litter Chemistry and Leaf Litter Decomposition in Terrestrial Ecosystems: A Triangular Relationship. Oikos, 79, 439-449.http://dx.doi.org/10.2307/3546886

[29]. Brinson M.M., Lugo A.E., Brown S. (1981). Primary productivity, decomposition and consumer activity in freshwater wetlands. Annual Review of Ecology and Systematics 12:123–161.

[30]. Camargo M, Giarrizzo T, Jesus A. (2015). Effect of seasonal flooding cycle on litterfall production in alluvialrainforest on the middle Xingu River (Amazon basin, Brazil). Brazilian J Biol. 75(3 suppl1):2506. doi: 10.1590/1519-6984.00514BM

[31]. Day F.P.Jr. (1982). Litter decomposition rates in the seasonally floodedGreat Dismal Swamp. Ecology 63:670-678

[32]. Dayathilake D.D.T.L., Lokupitiya E., Wijeratne V.P.I.S. (2020). Estimation of aboveground and belowground carbon stocks in urban freshwater wetlands of Sri Lanka. Carbon Balance Manage 15 (17). https://doi.org/10.1186/s13021-020-00152-5

[33]. Heal O.W., Anderson J.M., Swift M.J. (1997). Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition, Cadisch G, Giller K E (eds), CAB International Wallingford, UK, pp. 3–45.

[34]. Karagül R. (1990). Artvin-Murgul yöresindeki kayın ve kızılağaç orman ölü örtülerinin bazı hidrolojik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi Trabzon,

[35]. Langenbruch C. (2012). Effects of nutrient cycling through litter of different broadleaved deciduous tree species on soil biochemical properties and the dynamics of carbon and nitrogen in soil. PhD Thesis, Georg-August-University of Göttingen, Centre of Biodiversity and sustainable land use., s.93, Germany.

[36]. Madigan M., Martinko J., Dunlap P., Clark D. (2009). Brock biology of microorganisms, 12th edn. Benjamin Cummings, Pearson.

[37]. Mushinski, R.M., Gentry, T.J., Boutton, T.W., 2018. Organic matter removal associated with forest harvest leads to decade scale alterations in soil fungal communities and functional guilds. Soil Biol. Biochem. 127, 127–136. https://doi.org/10.1016/j. soilbio.2018.09.019

[38]. Reddy K.R., Patrick Jr. W.H. (1975). Effect of alternate aerobic and anaerobic conditions on redox potential, organic matter decomposition and nitrogen loss in a flooded soil. Soil Biology and Biochemistry 7:87-94.

[39]. Schlesinger W.H. (1977). Carbon balance in terrestrial detritus. Annual Review of Ecology and Systematics 8:51-81

[40]. Shure D.J., Gottschalk M.R. (1985). Litterfall patterns in a floodplain forest. Amer. Midl. Nat 114: 98-111

[41]. Tolunay D., Çömez A. (2008). Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 22-25 Ekim, pp: 750-765, Hatay.

[42]. Xia, L., Song, X., Fu, N., Cui, S., Li, L., Li, H., Li, Y., 2019. Effects of forest litter cover on hydrological response of hillslopes in the Loess Plateau of China. Catena 181. https:// doi.org/10.1016/j.catena.2019.104076.

[43]. Zhou, X., Dong K., Tang Y., Huang H., Peng G., Wang D. (2023). Research Progress on the Decomposition Process of Plant Litter in Wetlands: A Review. Water 15, 18: 3246. https://doi.org/10.3390/w15183246

HERBAL ADDITIVES USED TO REDUCE MAILLARD REACTION IN BEEF MEATBALLS

Dr. Pınar ANLAR
Atatürk University, pinar.anlar@atauni.edu.tr- 0000-0001-9832-553X
Assist. Prof. Dr. Kübra CİNAR TOPCU
Bayburt University, kcinar@bayburt.edu.tr - 0000-0002-3715-8739

ABSTRACT

With the change in food consumption habits, consumers have begun to attach importance to nutritional content and food safety, as well as the sensory properties of foods. In this context, food processing processes and the reactions that occur have become critical to health and nutritional quality. Maillard reaction, one of the significant reactions that occur during food processing and storage, has positive effects on the taste, color, and texture of foods. On the other hand, it can affect the nutritional quality of foods and cause the formation of substances that pose health risks. Beef meatball, which is widely produced and consumed all over the world, is one of the significant food items in which the Maillard reaction occurs due to the processes applied in its production, the additives used during production, and the cooking before consumption. If the Maillard reaction occurs, the high-quality protein, vitamins, and biologically active substances contained in the product may be negatively affected. To reduce these negative effects, herbal supplements containing high levels of polyphenols and having inhibitory properties can be used. For this reason, within the scope of the current research, the use of herbal additives to reduce the Maillard reaction in beef meatballs has been compiled within the scope of the literature.

Keywords: Maillard reaction, Maillard reaction products, Beef meatball, Herbal extract

1. INTRODUCTION

The change in consumers' dietary habits and the increasing awareness of health have heightened their sensitivity not only to the sensory characteristics of foods but also to their nutritional content and food safety (Wei et al., 2018). In this context, food processing processes and the reactions occurring in these processes have gained greater importance in the scientific world (Vlassara and Uribarri, 2004). Among these processes, the Maillard reaction stands out, which is referred to as a non-enzymatic browning reaction and was first defined by the French scientist Louis Camille Maillard in 1912 (Arena et al., 2013). It is known that the Maillard reaction has positive effects on the taste, color, and texture of foods (Arihara et al., 2021). However, this reaction can negatively affect the quality of nutrients and lead to the formation of substances that may pose some health risks (Lievonen et al., 2002). For this reason, the food industry and scientific research constitute an important focus to gain a deeper understanding of the Maillard reaction and its effects.

Meat and meat products are rich in biologically active materials, including high-quality protein, vitamins such as B6, B12, and niacin, as well as minerals like iron, phosphorus, zinc, and selenium (García-Valencia et al., 2022). However, in addition to their high protein and fat content, they are often consumed by cooking, which is effective in the occurrence of Maillard reactions (Trujillo-Mayol et al., 2021). In this context, extracts obtained from plants are considered potential inhibitors of unwanted compounds formed as a result of the Maillard reaction, due to the polyphenolic compounds they contain (Li et al., 2023). Therefore, scientific attention is drawn to studies on plant extracts because of their potential to reduce the negative effects associated with the Maillard reaction.

2. FORMATION STEPS OF THE MAILLARD REACTION PRODUCTS

The Maillard reaction is a process that can lead to desirable and undesirable changes in foods. There are many factors influencing the reaction. Among these factors are reducing sugars, free amino acid concentration, water activity, the presence of inhibitor substances, thermal processing temperature and duration, pH, oxygen levels, and storage conditions (Chen, 2006). Among reducing sugars, glucose has the lowest tendency for glycation reactions (Anwar et al., 2021). From amino acids, lysine, histidine, and arginine can be more sensitive to glycation (Chen, 2006). Thermal processing temperature and duration are critical factors determining the formation rate of Maillard reaction products, and an increase in these parameters can accelerate the reaction rate (Delgado-Andrade, 2016). Additionally, while high humidity generally tends to slow down the reaction (Sharma et al., 2015), an increase in pH levels has been reported to stimulate the Maillard reaction (Poulsen et al., 2013).

The Maillard reaction is non-typical in organic chemistry, and it is a complex process that results in various complex products, including colorful and fluorescent pigments (Nursten, 2005). This reaction consists of three fundamental stages: early, intermediate, and final, as illustrated in Image 1 (Arihara et al., 2021). In the initial stage of the reaction, the interaction between free amino and carbonyl groups takes place, leading to the formation of a Schiff base

(Wang et al., 2018). This compound is then rearranged through an enaminol intermediate called the Amadori product, depending on the pH value and temperature conditions (Arena et al., 2013). If the pH value is ≤ 7, intermediate products such as furfural and hydroxymethylfurfural (HMF) are formed, while at pH values > 7 and high temperatures, active intermediates like glyoxal (GO), methylglyoxal (MG), and diacetyl can be produced (Martins et al., 2000). In the advanced stage of the reaction, various chemical reactions such as enolization, dehydration, aldol condensation, and Strecker degradation occur, leading to the formation of dicarbonyl compounds. These compounds play a crucial role in the development of heterocyclic compounds and aroma products. In the final stage, advanced glycation end products (AGEs) are produced from the intermediate products of the Maillard reaction (Wei et al., 2018). At this stage, melanoidins, which often contribute to the color and/or fluorescence of the product, are also formed (Lee et al., 2020). AGEs are formed through condensation, dehydration, and breakdown reactions following the formation of Amadori products (Solís-Calero et al., 2015). Moreover, AGEs can be formed not only in the final stage of the Maillard reaction but also in the early stages through the breakdown of glucose or Schiff base, or via glycation with oxidized lipids (Sun et al., 2015). It has been determined that AGEs may play a role in Alzheimer's, diabetes, cancer, inflammatory reactions, neurodegenerative, and cardiovascular diseases (Delgado-Andrade et al., 2005). Therefore, minimizing the intake of AGEs through the diet is of great importance. According to research, the use of appropriate cooking methods, as well as the consumption of plants rich in polyphenolic compounds or plant extracts, has been reported as an effective way to minimize or prevent AGE formation in beef patties (Chen et al., 2017; Xue et al., 2022; Aydemir et al., 2024).

The cooking process of meat and meat products provides advantages such as increasing the bioavailability of nutrients, improving food quality, ensuring food safety, extending shelf life, and promoting the formation of bioactive compounds (Zhao et al., 2019). However, this process can also lead to the formation of toxic compounds, the occurrence of undesirable flavors, and nutrient loss (Cao et al., 2020). As a result of heat treatment, mutagenic compounds such as acrylamide, acrolein, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), and heterocyclic aromatic amines (HAA), which are by-products of the Maillard reaction, have been observed (Račkauskienė et al., 2015). These compounds are known to have carcinogenic effects, particularly when associated with the consumption of red and processed meat (Lee et al., 2020). Therefore, in the production of beef patties, plant-based additives are preferred to prevent or reduce the formation of carcinogenic and mutagenic compounds because these plants possess strong antioxidant, antifungal, and antimicrobial properties (Hygreeva et al., 2014). Various studies have shown that the use of such plant-based additives generally yields positive results (Zeng et al., 2017; Trujillo-Mayol et al., 2021; Xu et al., 2022; Xue et al., 2022; Savaş et al., 2023; Yu et al., 2024). These studies support the idea that the use of such plant-based additives in beef patty production can enhance product quality by reducing the formation of toxic compounds, providing a safer food option for consumers.

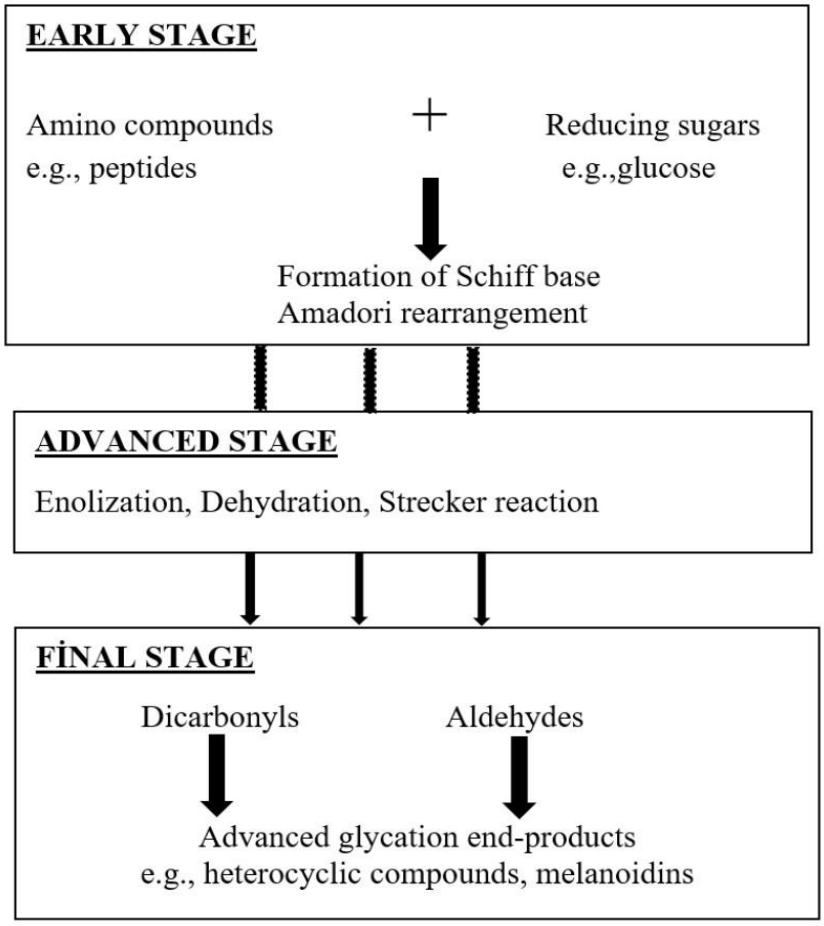


Image 1. Fundamental stages of the Maillard reaction (Arihara et al., 2021)

3. MAILLARD REACTION STUDIES IN BEEF MEATBALL PRODUCTION WITH PLANT-BASED ADDITIVES

Meatballs and similar products are among the most preferred processed meat products worldwide, mainly due to their easy preparation and economic advantages compared to other meat products (Folake, 2019; Mizi et al., 2019). Meatballs are typically made by mincing beef or lamb, adding fat (such as tallow, tail fat, etc.), various spices, shaping them into the desired form and size, and then cooking for consumption (Aydemir and Arslan, 2023). The fact that approximately 60% of the cut beef is used in meatball production signifies that beef is the most preferred raw material in this sector (Abustam et al., 2019). The high protein and fat content of beef, along with various spices used in production, play a significant role in the formation of Maillard reaction products (Aydemir et al., 2024). Furthermore, despite the limited aroma profile of raw meat, it is known that cooked meat has an appetizing flavor profile. Various chemical compounds present in the aroma of cooked meat are indicated to be critically influenced by the Maillard reaction. However, the formation of these compounds can lead to losses in the color, texture, flavor, and nutritional value of the product. Additionally, it may have negative effects on food safety and human health (Karwowska et al., 2021; Sarv et al., 2023). Therefore, the existing literature review focuses on various studies conducted to enhance

the quality and nutritional properties of beef patties, reduce the negative effects, and ensure food safety.

In the process of meatball production, the demands of consumers for healthy, enriched, and functional meat products should be taken into consideration (Kotecka-Majchrzak et al., 2021). In this context, there is an ongoing search for alternatives in the food industry to meet consumer expectations and restore confidence in food safety (Mokhtar and Eldeep, 2020; Islam et al., 2018). Due to concerns about the toxic and carcinogenic effects of synthetic compounds, there is an increasing demand for natural compounds (Mostafa and Azab, 2022). In this regard, especially plant-based additives stand out as natural alternatives (Rasak et al., 2021; Wang et al., 2022). The use of plant-derived components has become a significant focus in meatball and similar meat product production to address consumers' health and safety concerns, enhance product quality, and enrich nutritional values. These natural alternatives play a crucial role in meeting consumer expectations and developing sustainable and healthy products in the food industry.

Plant-based additives contain various bioactive compounds, including phenolic compounds, phenolic acids, phenolic diterpenes, flavonoids, essential oils, and many others (Hajrawati et al., 2021; Beya et al., 2021; Wang et al., 2022). It is noted that phenolic derivatives can easily react with carbonyls and neutralize free radicals by preventing oxidative stress. Additionally, some phenolic compounds are emphasized for their ability to break cross-links formed during glycation (Alves et al., 2023). For these reasons, it is suggested that plant-based additives can reduce or inhibit oxidation reactions, microbial growth, and various toxic compounds that may arise during cooking in meat and meat products (Ahmed et al., 2022; Abdallah et al., 2023; Aoudeh et al., 2023; Aydemir et al., 2024). In this context, the existing literature review compiles plant-based additives used to reduce or prevent the formation of Maillard reaction products in beef meatballs, which are widely produced and consumed globally (Table 1). These studies demonstrate the potential of using plant-based additives to achieve positive outcomes in meatball production.

Table 1. Plant-based additives used to reduce and/or prevent the formation of Maillard reaction products and their effects

Plant material	Amount added	Results	References
Wheat, triticale, and rye bran	5.0%	It was determined that all cooked beef meatballs contained N^{ε}-carboxymethyl lysine (CML). Additionally, the use of wheat, triticale, and rye bran in beef meatball production has been reported to significantly reduce the formation of CML.	Chen et al. (2017)
Chili pepper	0.5, 1.0, and 1.5%	Capsaicin, the compound responsible for the spiciness in chili peppers, has been found to inhibit PhIP (2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine) and total heterocyclic amines (HA) concentration-dependently. However, at lower concentrations, chili peppers, especially, have more effectively suppressed HA. The research suggests that the use of chili peppers in meat processing at high temperatures could provide essential information for safety control to reduce HA.	Zeng et al. (2017)
Garlic (*Allium sativum*), onion (*Allium cepa* L.), red chilli (*Capsicum frutescens*), paprika(*Capsicum annuum*), ginger (*Zingiberofficinale Rosc*.), and black pepper (*Piper nigrum* L.)	0.5%	The highest amount of heterocyclic aromatic amine (HAA) was detected in the control group of beef meatballs. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), on the other hand, were only inhibited by ginger among the plant-based additives used.	Lu et al. (2018)
Chia flour	2.0, 4.0, and 6.0%	In a study evaluating the effects of acrylamide formation in beef meatballs, it was observed that the use of chia flour and the cooking time were significant factors. However, an increase in the usage rate of chia flour in this context has led to an increase in acrylamide content.	Katmer (2019)
Avocado peel extract (APE)	0.5, and 1.0%	The research findings generally indicate that APE has a larger protective effect compared to the positive control (including sodium ascorbate).	Trujillo-Mayol et al. (2021)

		Additionally, it has been determined that the addition of 0.5% APE to the meatballs prevents the formation of HAs and acrylamide.	
Quinoa	2.0, 4.0, and 6.0%	In the study, the highest average acrylamide value was determined by the group containing 2% quinoa, but this value did not statistically differ from the acrylamide values determined in the groups containing 0% and 4% quinoa. The lowest average acrylamide value was determined by the group containing 6% quinoa.	Kuru (2021)
Tarragon	0.5%	In beef meatballs produced using tarragon, HAA was not detected. Simultaneously, the use of tarragon completely prevented the formation of MeIQ. Based on the research results, it is recommended to use tarragon in beef meatball production due to its complete inhibition of HAA formation.	Bulan and Oz (2021)
Ginger	0, and 1.0%	In the study, the impact of deep eutectic solvent extract obtained from ginger on the formation of HAA and AGE in beef meatballs was investigated. Since all obtained deep eutectic solvent extracts reduced the formation of HAA and AGE, it is emphasized that this study is important in developing a new method that will assist food producers in producing healthier meat products.	Xu et al. (2022)
Kaempferia galanga L. (KG) and kaempferol	KG (0.5, 1.0, 1.5%); kaempferol (0.005, 0.010, 0.015%)	The research reported that the concentration-dependent use of herbs in beef meatballs reduced HA and AGE.	Xue et al. (2022)
Black garlic	0.5, 1.0%	Black garlic demonstrated a notable reduction in PAH contents, ranging from 38.17% to 94.12%, in comparison to raw garlic. Furthermore, the incorporation of black garlic into beef meatballs resulted in diminished human exposure to PAHs emanating from the beef meatballs.	Aoudeh et al. (2023)

Cumin (Cuminum cyminum)	0.5, 1.0%	The use of cumin in beef meatball production has been found to cause an increase in HAA content. This situation is thought to be possibly associated with the pro-oxidant effect of cumin addition. However, it has also been determined that the specific use of cumin in certain amounts can reduce the formation of the antioxidant compound MeIQx.	Ekiz et al. (2023)
Chia seeds	0, 0.5, 1.0, and 1.5%	In the study, it was stated that the use of chia seeds increased the total HAA content, and the highest level was found in meatballs prepared with 1.0% chia seeds.	Elbir et al. (2023)
Sumac	0.5%	The use of sumac has led to a decrease in the total amount of HAA in the samples.	Savaş et al. (2023)
Paliurus spina-christi Mill. (PSC), *Celtis Tournefortii* L. (CT) and *Nigella sativa* L. (NS)	2.0%	The CML levels in the meatballs varied between 11.15 and 13.45 on the 0th day but were determined to be between 13.43 and 18.17 µg/g on the 16th day. It was observed that as the storage period increased, overall CML formation increased, but the highest increase occurred in the control groups. The results indicated that the addition of PSC, CT fruits, and NS seeds, rich in polyphenols and antioxidants, effectively prevented the formation of CML in the meatballs, with CT fruits being particularly effective in this regard.	Aydemir et al. (2024)
Rosemary, turmeric, and bay leaf	0.5%	The study determined the effect of rosemary, turmeric, and bay leaf on glyoxal (GO), methylglyoxal (MGO), HAA, acrylamide (AA), and 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) in beef meatballs. Overall, the addition of the mentioned herbs at a 0.5% level was observed to result in decreases in the examined Maillard reaction products.	Yu et al. (2024)

4. CONCLUSION

Beef meatballs obtained from beef meat, with their ease of production and nutritious characteristics, are among the most consumed meat products. However, the increasing consumer demand necessitates the improvement of the quality features of beef meatballs. Particularly, the Maillard reaction occurring during the cooking process before consumption contributes significantly to taste, aroma, and flavor compounds, but it can also lead to the formation of compounds harmful to human health. In this context, natural plant additives have gained importance as an alternative to synthetic compounds to enhance product safety. These plant additives, besides adding taste and aroma to the product, can reduce or prevent the formation of unwanted and harmful compounds through the various polyphenolic compounds they contain. Current research indicates that phenolic compounds are an effective approach to controlling Maillard reaction products. However, it is noted that further research is needed to understand the effects of these compounds on food quality, as sometimes using them at high levels can lead to organoleptic changes. Additionally, how the used plant extracts affect the formation of hazards in complex food matrices is not fully explained yet. This situation can lead to nutritional and toxicological issues. In conclusion, a precise characterization of natural antioxidants and the determination of their safe limits are necessary. In this way, new strategies can be developed to enhance food safety and quality.

REFERENCES

Abdallah, R., Mostafa, N.Y., Kirrella, G.A.K., Gaballah, I., Imre, K., Morar, A., Herman, V., Sallam, K.I., Elshebrawy, H.A. Antimicrobial effect of moringa oleifera leaves extract on foodborne pathogens in ground beef, Foods, 12, 766, 2023.

Abustam, E., Said, M.I., Yusuf, M. Organoleptic characteristics of bali beef meatballs based on collagen concentration in UKKMB and time of maturation, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 255, 012005, 2019.

Ahmed, I.A.M., Babiker, E.E., Al-Juhaimi, F.Y., Bekhit, A.E-D.A. Clove polyphenolic compounds improve the microbiological status, lipid stability, and sensory attributes of beef burgers during cold storage, Antioxidants, 11, 1354, 2022.

Alves, N.F., Ribeiro, D.C., Mannochio-Russo, H., Aparecida, S., Queiroz, S., Zocolo, G.J., da Silva Bolzani, V., Valli, M. Advanced glycation endproducts inhibitors from *Talisia esculenta*, Revista Virtual de Química, 15(5), 872-878, 2023.

Anwar, S., Khan, S., Almatroudi, A., Khan, A.A., Alsahli, M.A., Almatroodi, S.A., Rahmani, A.H. A review on mechanism of inhibition of advanced glycation end products formation by plant-derived polyphenolic compounds, Molecular Biology Reports, 48, 787-805, 2021.

Aoudeh, E., Oz, E., Oz, F. Effect of beef patties fortification with black garlic on the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) content and toxic potency. Food Chemistry, 428, 136763, 2023.

Arena, S., Salzano, A.M., Renzone, G., Dambrosio, C., Scaloni, A. Non-enzymatic glycation and glycoxidation protein products in foods and diseases: An interconnected, complex scenario fully open to innovative proteomic studies, Mass Spectrometry Reviews, 33, 49-77, 2013.

Arihara, K., Yokoyama, I., Ohata, M. Bioactivities generated from meat proteins by enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction, Meat Science, 180, 108561, 2021.

Aydemir, M.E., Arslan, A. Investigation of the effects of Jerusalem Thorn (*Paliurus spina-christi* Mill.), Oriental Hackberry (*Celtis tournefortii* L.) fruits and black cumin (*Nigella sativa* L.) seed on microbial quality and physicochemical properties of meatballs, Harran University Journal of The Faculty of Veterinary Medicine, 12 (1), 027-034, 2023.

Aydemir, M.E., Arslan, A., Takım, K., Kılıç Altun, S., Yılmaz, M.A., Çakır, O. Inhibitory effect of *Paliurus spina-christi* Mill., *Celtis tournefortii* L. and *Nigella sativa* L. on N^{ε}–(Carboxymethyl) lysine in meatballs, Meat Science, 207, 1093622024, 2024.

Beya, M.M., Netzel, M.E., Sultanbawa, Y., Smyth, H., Hoffman, L.C. Plant-based phenolic molecules as natural preservatives in comminuted meats: a review, Antioxidants, 10, 263, 2021.

Cao, H., Chen, B-H., Inbaraj, B.S., Chen, L., Alvarez-Rivera, G., Cifuentes, A., Zhang, N., Yang, D-J., Simal-Gandara, J., Wang, M., Xiao, J. Preventive potential and mechanism of dietary polyphenols on the formation of heterocyclic aromatic amines, Food Frontiers, 1, 134-151, 2020.

Chen, G. *Formation and Inhibition of Advanced Glycation Endproducts In Meat and Model Systems*, Doctoral thesis, B.S., China Agricultural University, China, 2006.

Chen, G., Madl, R.L., Smith, J.S. Inhibition of advanced glycation endproducts in cooked beef patties by cereal bran addition, Food Control, 73, 847e853, 2017.

Delgado-Andrade, C. Carboxymethyl-lysine: Thirty years of investigation in the field of AGE formation, Food and Function, 7, 46-57, 2016.

Delgado-Andrade, C., Rufian-Henares, J.A., Morales, F.J. Fast method to determine furosine in breakfast cereals by capillary zone electrophoresis, European Food Research Technology, 221, 707-711, 2005.

Folake, A.O. Meat quality and consumers acceptability of meatballs treated with different plant extracts, International Journal of Advanced Scientific Research, 4(6), 23-26, 2019.

García-Valencia, S., Soto-Simental, S., Ocampo-Lopez, J., Ayala-Martínez, M. Diet supplementation with dalbergia palo-escrito hexane extract in fattening rabbits: its effect on productive performance, carcass traits, meat characteristics and meatballs Shelf-Life, Italian Journal of Animal Science, 21(1), 1533-1542, 2022.

Hajrawati, H., Malaka, R., Prahesti, K.I., Arifin, T.S.M., Rani, Y.A.A. Evaluation of physico-chemical properties and antioxidant activity of bali beef meatballs added Cemba (*Albizia lebbeckoides* [DC.] Benth), IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 788, 012110,

2021.

Hygreeva, D., Pandey, M.C., Radhakrishna, K. Potential applications of plant-based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products, Meat Science, 98, 47-57, 2014.

Islam, F., Hossain, M.A., Rahman, M.F., Hashem, M.A., Rahman, M., Azad, M.A.K. Effect of synthetic or herbal preservatives on the quality of beef meatballs at different shelf life periods, SAARC Journal of Agricultural, 16(1), 23-34, 2018.

Karwowska, M., Stadnik, J., Stasiak, D.M., Wojciak, K., Lorenzo, J.M. Strategies to improve the nutritional value of meat products: incorporation of bioactive compounds, reduction or elimination of harmful components and alternative technologies, International Journal of Food Science and Technology, 56, 6142-6156, 2021.

Kotecka-Majchrzak, K., Kasałka-Czarna, N., Spychaj, A., Mikołajczak, B., Montowska, M. The effect of Hemp Cake (*Cannabis sativa* L.) on the characteristics of meatballs stored in refrigerated conditions, Molecules, 26, 5284, 2021.

Lee, S.Y., Yim, D.G., Lee, D.Y., Kim, O.Y., Kang, H.J., Kim, H.S., Jang, A., Park, T.S., Jin, S.K., Hur, S.J. Overview of the effect of natural products on reduction of potential carcinogenic substances in meat products, Trends in Food Science & Technology, 99, 568-579, 2020.

Li, Y., Li, H., Zhu, Y., Feng, C., He, Z., Chen, J., Zeng, M. Processing stage-ınduced formation of advanced glycation end products in cooked sausages with the addition of spices, Foods, 12, 3788, 2023.

Lievonen, S.M., Laaksonen, T.J., Roos, Y.H. Nonenzymatic browning in food models in the vicinity of the glass transition: effects of fructose, glucose, and xylose as reducing sugar, Journal of Agricultural Food Chemistry, 50(24), 7034-7041, 2002.

Martins, S.I.F.S., Jongen, W.M.F., Boekel, M.A.J.S.V. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling, Trends in Food Science & Technology, 11(9-10), 364-373, 2000.

Mizi, L., Cofrades, S., Bouc, R., Pintado, T., López-Caballero, M.E., Zaidi, F., Jiménez-Colmenero, F. Antimicrobial and antioxidant effects of combined high-pressure processing and sage in beef burgers during prolonged chilled storage, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 51, 32-40, 2019.

Mokhtar, S.M., Eldeep, G.S.S. Impact of mango peel extract on the physicochemical properties, microbiological stability and sensory characteristics of beef burgers during cold storage, Egyptian Journal of Food Science, 48(2), 245-258, 2020.

Mostafa, H.B., Azab, E.F.E. Efficacy of green coffee as an antioxidant in beef meatballs compared with ascorbic acid, Food Chemistry: X, 14, 100336, 2022.

Nursten, H. *The Maillard Reaction, Chemistry, Biochemistry and Implications*. The University of Reading, Reading, UK, 2005.

Poulsen, M.W., Hedegaard, R.V., Andersen, J.M., de Courten, B., Bügel, S., Nielsen, J., Skibsted, L.H., Dragsted, L.O. Advanced glycation endproducts in food and their effects on health, Food and Chemical Toxicology, 60, 10-37, 2013.

Račkauskienė, I., Pukalskas, A., Venskutonis, P.R., Fiore, A., Troise, A.D., Fogliano, V. Effects of beetroot (Beta vulgaris) preparations on the Maillard reaction products in milk and meat-protein model systems, Food Research International, 70, 31-39, 2015.

Rasak, A.N.M., Hajrawati, H., Ningrum, E.M., Suharyanto. Physical characteristic and antioxidant activity of beef meatballs with addition of *Moringa oleifera* (Lam.) leaves powder, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 788, 012111, 2021.

Sarv, V., Kerner, K., Venskutonis, P.R., Rocchetti, G., Becchi, P.P., Lucini, L., Tanavots, A., Bhat, R. Untargeted metabolomics and conventional quality characterization of rowanberry pomace ingredients in meatballs. Food Chemistry: X, 19, 100761, 2023.

Savaş, A., Ekiz, E., Elbir, Z., Demir Savaş, B., Proestos, C., Elobeid, T., Khan, M.R., Oz, F. Advantageous effects of sumac usage in meatball preparation on various quality criteria and formation of heterocyclic aromatic amines, Separations, 10, 29, 2023.

Sharma, C., Kaur, A., Thind, S.S., Singh, B., Raina, S. Advanced glycation end-products (AGEs): an emerging concern for processed food industries, Journal of Food Science and Technology, 52(12), 7561-7576, 2015.

Solís-Calero, C., Ortega-Castro, J., Frau, J., Muñoz, F. Nonenzymatic reactions above phospholipid surfaces of biological membranes: Reactivity of phospholipids and their oxidation derivatives, Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2015, 319505, 1-22, 2015.

Sun, X., Tang, J., Wang, J., Rasco, B.A., Lai, K., Huang, Y. Formation of advanced glycation endproducts in ground beef under pasteurisation conditions, Food Chemistry, 172, 802-807, 2015.

Trujillo-Mayol, I., Sobral, M.M.C., Viegas, O., Cunha, S.C., Alarcon-Enos, J., Pinho, O., Ferreira, I.M.P.L.V.O. Incorporation of avocado peel extract to reduce cooking-induced hazards in beef and soy burgers: A clean label ingredient, Food Research International, 147, 110434, 2021.

Vlassara, H., Uribarri, J. Glycoxidation and diabetic complications: Modern lessons and a warning?, Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders, 5, 181-188, 2004.

Wang, C., An, X., Gao, Z., Li, Z., Tian, S., Lu, Y. Effects of ethanolic extract from onion skin on the quality characteristics of beef patties during refrigerated storage. Journal of Food Science Technology, 42: e118121, 2022.

Wang, J., Zou, L., Yuan, F., Lv, L., Tian, S., Li, Z., Lin, H. Inhibition of advanced glycation endproducts during fish sausage preparation by transglutaminase and chitosan oligosaccharides induced enzymatic glycosylation, Food Function, 9, 253-262, 2018.

Wei, Q., Liu, T., Sun, D-W. Advanced glycation end-products (AGEs) in foods and their detecting techniques and methods: A review, Trends in Food Science & Technology, 82, 32-45, 2018.

Xu, Y., Jiao, Y., Luo, J., He, Z., Zeng, M., Shen, Q., Chen, J., Quan, W. The influence of deep eutectic solvents extract from ginger on the formation of heterocyclic amines and advanced glycation end products in roast beef patties, Foods, 11, 3161, 2022.

Xue, C., Quan, W., Li, Y., He, Z., Qin, F., Wang, Z., Chen, J., Zeng, M. Mitigative capacity of *Kaempferia galanga* L. and kaempferol on heterocyclic amines and advanced glycation end products in roasted beef patties and related mechanistic analysis by density functional theory, Food Chemistry, 385, 132660, 2022.

Yu, Z., Lu, Y., Wei, F., Zhang, Y., Dong, L., Wang, S. The impact of natural spices additions on hazards development and quality control in roast beef patties, Food Chemistry, 435, 137644, 2024.

Zeng, M., Zhang, M., He, Z., Qin, F., Tao, G., Zhang, S., Gao, Y., Chen, J. Inhibitory profiles of chilli pepper and capsaicin on heterocyclic amine formation in roast beef patties, Food Chemistry, 221, 404-411, 2017.

Zhao, C., Liu, Y.Y., Lai, S.S., Cao, H., Guan, Y., Cheang, W.S., Xiao, J.B. Effects of domestic cooking process on the chemical and biological properties of dietary phytochemicals, Trends in Food Science & Technology, 85, 55-66, 2019.

ÇÖVEN'İN (SAPONARİA OFFİCİNALİS) BOTANİK ÖZELLİĞİ, BİLEŞİMİ, KULLANIM ALANI VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ

Berhan Ulaş SABAH

Selçuk Üniversitesi, ulassabah@gmail.com - 0009-0008-9260-670X

Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN

Selçuk Üniversitesi, mozcan@selcuk.edu.tr - 0000-0002-5024-9512

Doç. Dr. Nurhan USLU

Selçuk Üniversitesi, nurhanuslu.gmuh@gmail.com - 0000-0002-1392-8604

ÖZET

Saponaria türleri, Caryophyllaceae familyasına ait olan, Avrupa ve Asya'ya özgü çok yıllık çiçekli bitkilerdir. Bu cins arasında en yaygın olanı *Saponaria officinalis* L. (çöven) olarak bilinmektedir. Saponaria cinsi, ılıman Avrasya, özellikle Akdeniz ve İran-Turan bölgesinde yaygın olarak yetişmektedir. *Saponaria officinalis* yüksek saponin içeriğine sahiptir ve geçmişte ev deterjanları, kozmetik ürünleri ve helva üretiminde doğal emülgatör olarak kullanılmıştır. Helva üretiminde çöven ekstraktı, yağın helvadan ayrılmasını engelleyerek olumlu bir etki sağlamaktadır. Saponinlerin su ile çözünebilen glikosidik zincir ve yağda çözünebilen yapıdan oluştuğu görülmüştür. Bitkinin metanol ekstraktları, bir dizi mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal aktivite sergilemektedir. *Saponaria officinalis*'in içeriğindeki saponinlerin, hipokolesterolemik etkiler gösterdiği ve kolesterol ile çözünmeyen bir kompleks oluşturarak kolesterol seviyelerini düşürdüğü rapor edilmiştir. Ayrıca, saponinlerin hemolitik aktivitesi ve sperm öldürücü aktivite gösterdiği bilinmektedir. Sonuç olarak, *Saponaria officinalis*'in geniş kimyasal ve biyolojik aktivite yelpazesi bulunmaktadır. Geleneksel tıpta kullanımının yanı sıra, günümüzde gıda, kozmetik ve sağlık endüstrilerinde potansiyel uygulamalara sahip bir bitki olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Caryophyllaceae, Çöven, Bileşim, Emülgatör, Kullanım, *Saponaria officinalis* L., Saponin

1. GİRİŞ

Saponaria türleri (Caryophyllaceae familyası), Avrupa ve Asya'ya özgü, çok yıllık, çiçekli bitkilerdir (Petrović ve ark. 2018; Slobodianiuk ve ark. 2021b). Cins içindeki yaygın tür *Saponaria officinalis* L.'dir (çöven), Avrupa'nın çoğunda, örneğin İspanya, Fransa, İtalya ve hatta Suriye ve Kuzey Afrika'da rastlanmaktadır. *Saponaria officinalis* L., dünyanın büyük bir kısmında bilinen bir tür, çoğunlukla bir yabani ot ve bazen de kültüre alınan dekoratif bir bitki olarak bilinmektedir (Henry 1989; Petrović ve ark. 2018).

Caryophyllaceae familyasına ait olan *Saponaria* L., dünya çapında kabul edilen 42 türle temsil edilmektedir (Chandra ve ark., 2021). Bu bitki genelde sabun otu olarak da bilinmektedir ve cinsin bazı türlerinin kökleri sabun olarak da kullanıldığı bilinen Saponaria, Yunanca ‘’sabun’’ anlamına gelen ‘’*sapon*’’ kelimesinden, bazı türlerin kökleri aktif moleküller açısından zengin olduğundan cins isimleri Latince sabun anlamına gelen “sapo” kelimesinden türetildiği bilinmektedir (Vincken ve ark., 2007; Chandra ve ark., 2021). Bu cins, Caryophyllaceae familyasının Caryophylloideae kabilesi Caryophylloideae alt familyasına aittir (Greenberg ve Donoghue, 2011). *Saponaria officinalis*'in eş anlamlıları *Bootia saponaria Neck., Bootia vulgaris Neck., Lychnis officinalis Scop., Lychnis saponaria Jess., Saponaria hybrida Mill., Saponaria officinarum Rupr,* ve *Saponaria vulgaris Pall*’dır (Chandra ve ark., 2021). Tür Kuzey Asya, Batı Asya, Kuzey Avrupa ve Amerika'da tanıtılmıştır (Chandra ve ark., 2021).

Meyve kapsülleri meyve başına çok sayıdadır ve tohumlar böbrek şeklindedir. Tek tek çiçekler çıkıntılı olup akşamları açılmaktadır ve yaklaşık 72 saat açık kaldığı bilinmektedir. Dişi evredeki çiçeklerde taç yaprakları erkek evredeki çiçeklere göre genellikle daha geniş ve uzundur. Bir çalışmada dişi fazdaki çiçeklerin erkek fazına göre önemli ölçüde daha yüksek antosiyanin konsantrasyonuna sahip olduğu bulunmuştur (Jabbari ve ark., 2013; Davis ve ark., 2014; Chandra ve ark., 2021). *Saponaria officinalis*'in çiçek kokusu bileşimi Jürgens ve arkadaşları tarafından incelenmiş (2003), bu türün çiçek kokusunda toplam kokunun %68.7'sini metilbenzoat oluşturduğu raporlanmıştır (Jürgens ve ark., 2003).

Saponinler, sulu çözeltilerde stabil, sabun benzeri köpükler oluşturan, amfifilik yapıya sahip glikosile edilmiş moleküllerdir (Vincken ve ark., 2007; Moghimipour ve Handali, 2015). İki ana bölümden oluşmaktadırlar; suda çözünebilen bir glikosidik zincir ve yağda çözünebilen bir yapı. Şeker olmayan ve şekerli bileşenlere sırasıyla aglikon ve glikon kısımları adı verilmektedir. Aglikon kısmı bir triterpenoid veya steroid omurgasından oluşmaktadır. Şeker kısmı aglikon'a bir veya daha fazla glikosilasyon bölgesinde bir ester veya eter glikosidik bağlantı yoluyla bağlanmaktadır (Vincken ve ark., 2007; Moghimipour ve Handali, 2015).

2. ÇÖVENİN KULLANIM YERLERİ

Saponaria officinalis çok miktarda saponin içermektedir ve su ile ekstraksiyon sırasında köpürme gözlenmektedir (Moniuszko-Szajwaj ve ark., 2013). Geçmişte çöven ekstraktları, esas olarak saponin bileşenlerinin emülsifiye edici, temizleyici ve köpürtücü özelliklerinden dolayı ev deterjanları ve kozmetik ürünleri olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Günümüzde, *Saponaria officinalis* L.'nin yaygın türlerinden biri, geleneksel bir tatlı olan helva üretiminde doğal bir emülgatör olarak kullanılmaktadır (Charalambous ve ark., 2022). Susam helvası ağırlıklı olarak ağırlıkça %50 susam ezmesi, ağırlıkça %25-35 sakkaroz ve ağırlıkça %12-25 glikoz ile az miktarda sitrik asit ve çöven ekstraktından oluşmaktadır (Abu-Jdayil, 2004; Zahedi ve Mazaheri-Tehrani, 2012; Kahraman ve ark., 2010; Guneser ve Zorba, 2014). Susam ezmesi (tahin), esas olarak susam yağındaki proteinden oluşan kolloidal bir çözeltidir (Abu-Jdayil, 2004; Aktaş ve Cebirbay, 2010; Racolta ve ark., 2010; Eissa ve Zohair, 2006; Sezgin ve Artik, 2010). Çöven ekstraktı, çöven köklerinin kaynatılmasıyla elde

edilmektedir. Saponinler (çöven ekstraktının aktif maddesi), soya fasulyesi, nohut, yer fıstığı, mercimek, ıspanak, yulaf, sarımsak, şeker pancarı, patates, yeşil biber, domates ve çay gibi gıdalarda bulunmaktadır (Güçlü-Üstündağ ve Mazza, 2007).

Helva, susam ezmesinden kaynaklanan bir protein tabakasıyla çevrelenmiş, kristalize olmayan şeker eriyiği parçacıklarına sahiptir. Susam yağı, şeker ve protein parçacıkları arasındaki boşlukları dolduran serbest bir sıvı olarak bulunmuştur ve bu nedenle helvada yağ ayrışma sorunu bulunmaktadır (Guneser ve Zorba, 2014). Sezgin ve Artik (2010) yaptığı bir çalışmada, tahin helvasında saponin konsantrasyonunun 32-172 mg kg-1 arasında değiştiğini ancak bazı üreticiler tarafından ürünü beyazlatmak için daha yüksek miktarda kök ekstraktı (ve dolayısıyla daha yüksek saponin konsantrasyonu) kullanıldığını bildirmişlerdir. Bu nedenle saponinlerin hemolitik aktivitesinden dolayı kök ekstraktının kullanımında bir sınırlama vardır. Helvanın toplam saponin içeriğinin susam helvasında 32-172 mg kg^{-1} olduğu rapor edilmiştir (Sezgin ve Artik, 2010).

Ilany-Feigenbaum (1965) yaptığı çalışmasında, meyan kökü ekstraktının çöven ekstraktı ile değiştirilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir. Meyan kökü ekstraktlarının gıdalarda ve hem geleneksel hem de bitkisel tıpta yaygın kullanımı olduğunu bildirmişlerdir (Isbrucker ve Burdock, 2006; Asl ve Hosseinzadeh, 2008; Bi ve ark., 2010).

3. ÇÖVENİN KİMYASAL BİLEŞİMİ

Lombardi ve arkadaşlarının (2010) yaptığı bir çalışmada, ribozomlara katalitik bir şekilde enzimatik olarak zarar veren ve bundan dolayı protein sentezini engelleyen bitki proteinlerine ribozomu inaktive eden proteinler (RIP) adını vermişlerdir. RIP'ler, rRNA, tRNA, mRNA, viral RNA ve hatta DNA gibi her türlü nükleik asitten adeninleri ortadan kaldırabildikleri bildirilmiştir. RIP’ler çok sayıda bitki türünde mevcut olmakla birlikte kapalı tohumlu familyalar yani Caryophyllaceae, Sambucaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Phytolacaceae ve Poaceae yüksek RIP aktivitesi göstermektedirler (Girbés ve ark., 2004). RIP'ler birçok formda mevcuttur ve tip 1 olarak sınıflandırılmıştır. RIP; enzimatik aktiviteye sahip, tek zincirli ve kuvvetli bazik proteinlerden oluşmaktadır. Hücre dışı protein sentezini inhibe ederler ancak hücreler ve hayvanlar için daha az toksiktir. *Saponaria officinalis*'ten saponin, *Trichosanthes cucumerina*'dan trichoanguin, *Momordica charantia*'dan momordin I ve momordin II bu kategorinin örnekleridir. Ancak RIP tip 1'i hücreye taşıyabilen moleküllere konjuge edilirlerse toksik olabilmektedirler (Girbés ve ark., 2004; Stirpe, 2013). Saponinler, çöven bitkisinden elde edilen tip 1 RIP’lerdir. Saponin, olgunlaşmamış tohumlar hariç yapraklarda, gövdede, köklerde, çiçeklerde ve meyvelerde tespit edilmiştir (Ferreras ve ark., 1993).

Saponaria officinalis'in metanol ekstraktlarının antioksidan aktivitesi, Sengul ve arkadaşları (2011) tarafından β-karoten ağartma yöntemine göre belirtilmiştir. Sonuçlar, bitki ekstraktının standart butillenmiş hidroksianizol (BHA) (%93.21) ve butillenmiş hidroksitolüenden (BHT) (%90.71) daha düşük antioksidan aktivite (%70.00) gösterdiğini raporlamıştır. Bazı bitkilerde toplam fenolik içerik ile antioksidan aktivite arasında güçlü bir

ilişki olduğu bilinmektedir. *Saponaria officinalis*'te fenolik içerik, Sengul ve arkadaşları tarafından rapor edilen 6.57 µg gallik asit eşdeğeri (GAE)/mg'dır (2011).

Petrović ve arkadaşları (2018), *Saponaria officinalis* sürgünlerinin fitol, trikosan-6,8-dion, paçuli alkolü ve trikosan açısından zengin esansiyel yağ içerdiğini, çiçek esansiyel yağında ise paçuli alkol, heneikosan ve trikosanın baskın olduğunu belirtmiştir.

Czaban ve arkadaşları (2013), çöven otunun saponin fraksiyonunun, tahıl patojenleri olan *Gaeumannomyces graminis* var *tritici* ve *Fusarium culmorum*'a karşı antifungal aktivitelerini bildirmiştir.

Sengul ve arkadaşları (2011), *Saponaria officinalis*'in metanol ekstraktlarının antimikrobiyal özelliklere sahip bileşikler içerdiğini yazısında ele almıştır. Sergilenen bu özellikler, bu tür ekstraktların ilaç endüstrilerinde ve gıdada doğal koruyucu olarak kullanılabileceği ileri sürülmüştür. Çöven köklerinden elde edilen ekstraktlar, sentetik pestisitlerin kullanımıyla ilişkili risklerde önemli bir azalış sağlayabilecek mevcut akarisitlerin yerine kullanılabilmektedir (Pavela 2017).

Çizelge 1. Çövenin Kimyasal Bileşimi

ÇÖVENİN KİMYASAL BİLEŞİMİ		
Bileşen	Konsantrasyon (%)	Referanslar
Yağ	25.7-26.0	Shakerardekani ve Shahedi, 2015
Protein	6.92-10.05	Shakerardekani ve Shahedi, 2015; Battal ve ark., 2003
Saponin	47.44-50.99	Özçelik ve Yıldırım, 2011
Nem	1.0-8.06	Shakerardekani ve Shahedi, 2015; Battal ve ark., 2003
Lif	0.9-1.1	Shakerardekani ve Shahedi, 2015
Karbonhidrat	43.1-43.3	Shakerardekani ve Shahedi, 2015
Kül	9.14-22.91	Battal ve ark., 2003
Ham Selüloz	10.85-17.49	Battal ve ark., 2003
Küf	1.4-1.5	Shakerardekani ve Shahedi, 2015

Çizelge 2. *S.prostrata*'nın Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid İçerikleri

S.prostrata'nın Toplam Fenolik ve Toplam Flavonoid İçerikleri

Rutin	36.7 µg/g	Bursal ve ark., 2021
Hesperidin	32.3 µg/g	
Antioksidan	30 µg/g	

Çizelge 3. Gypsohila türlerinin toplam fenolikleri (TP'ler)

Gypsophila türlerinin toplam fenolikleri (TP'ler)		
Bitki türleri	Toplam fenolikler (TP)	Arslan ve Çelik 2013
G.arrostii	02.68±0.7	
G.pilulifera	05.40±1.1	
G.simonii	15.15±0.1	

3.1.Saponin

Saponin terimi, 'sabun' anlamına gelen Latince *'sapo'* kelimesinden türetilmiştir. Saponinler köpük oluşturmasıyla bilinmektedirler ve kimyasal olarak tri-terpen ve steroid glikozitler olarak anılmaktadırlar. Saponinler, bir veya daha fazla monosakkarit parçasıyla birleştirilmiş polar olmayan aglikonlardan oluşmaktadırlar. Saponinlerdeki polar ve polar olmayan yapısal elementlerin bu kombinasyonu, saponinlerin sulu çözeltilerdeki sabun benzeri özellik göstermesini açıklamaktadır (Vincken ve ark., 2007). Saponinler iki bileşenden oluşmaktadır: Bir şeker zinciri arasındaki C-3'te glikosidik bağ ile bağlanan aglikon ve şeker kısmı (El Aziz ve ark., 2019). Saponinler aglikon veya sapogenin iskeletlerine göre iki gruba ayrılmaktadır. Birinci grup steroidal saponinlerin varlığıyla karakterize edilirken, ikinci grup triterpenoid saponinlerin varlığıyla karakterize edilmektedir. Steroidal saponinler genellikle monokotiledonlarda bulunurken, triterpenoid saponinler esasında dikotiledonlarda bulunmaktadır (Sparg ve ark., 2004; Man ve ark., 2010).

Saponin molekülünün hidrolizi, aglikon (sapogenin) ve şeker kısmı olmak üzere iki kısım üretir. Sapogenin tipine bağlı olarak saponinler üç ana sınıfa ayrılmaktadır (El Aziz ve ark., 2019):

3.1.1. Triterpenoid glikozitler: Bitkiler aleminde en yaygın şekilde dağıtılanlardır. Triterpen terimi, altı izopren molekülü olarak dağıtılan 30 karbon atomlu üç monoterpen (10 karbon atomu) anlamına gelmektedir. Triterpenoid glikozitler 4 oksijen atomu içerir ve normalde C-3'te bir hidroksil grubuna (OH) ve C-28'de karboksil grubuna (-COOH) sahip olduğu bildirilmiştir. Aglikon çekirdeğine bağlı şeker parçalarının sayısına göre triterpenoid saponin, monodesmosidik ve

didesmosidik olmak üzere iki tip olarak sınıflandırılmaktadır (Güçlü-Üstündağ ve Mazza, 2007; Madland, 2013).

3.1.2. Steroid glikozitler: Steroid glikozitler, tetrasiklik altı üyeli halkalar ve 27 karbon atomu içeren bisiklik beş üyeli halkalardan oluşan yapıya sahip modifiye edilmiş triterpenoidlerdir. Steroid glikozitlerin iki hetero halkası vardır; bunlardan biri furan halkası, diğeri ise piran halkasıdır. İki hetero halka (furanoz ve piranoz halkaları) arasında bir spiro-karbon atomu yaygındır. Bir eter bağlantısı yoluyla C-3'te bir şeker zincirine sahip olan ve triterpenoid saponinlere kıyasla doğada daha az dağılan steroid glikozitlerin bir örneğini göstermektedir (Chaieb, 2010).

3.1.3. Alkaloid glikozitler: Saponinlerin sakkarit olmayan kısmının üçüncü sınıfıdır. Alkaloid glikozitler steroid benzeri yapıya sahiptir, ancak alkaloid glikozitler, steroid glikozitlerdeki piranoz halkası (O-atomunu içeren altı üyeli halka) yerine piperidin halkasına (N-atom içeren altı üyeli halka) sahiptir. Araştırmaya göre, hem steroid hem de alkaloid aglikonda karboksilik grubun (-COOH) bulunmadığı ve triterpenoid saponinlerin spiro karbon atomunun bulunmadığı fark edilebilmektedir (Abed El Aziz ve ark., 2017).

3.2.Esansiyel yağ bileşimi

Taze çiçek ve sürgünlerden elde edilen esansiyel yağın fitokimyasal analizi Petrović ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (2018). Sürgünden fitol, trikosan-6,8-dion, paçuli alkol dahil 87 bileşik ve çiçeklerden paçuli alkol, heneikosan ve trikosan dahil 66 bileşik izole edildiği rapor edilmiştir. Ayrıca, terpenoid olmayan bileşiklerin sürgünlerin esansiyel yağına daha fazla katkıda bulunduğunu, oksijenli seskiterpenoid ve terpenoid olmayan bileşiklerin ise çiçek yağında eşit miktarda bulunduğu açıklanmıştır.

3.3.Antimikrobiyal özellikler

S. officinalis'in metanol ekstraktı, *Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Salmonella typmiruim, Candida albicans, Streptococcus thermophilus, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumonia* subsp. *pneumonia, Staphylococcus hominis, Enterobacter cloaceae, Escherichia coli, Proteus mirabilis, Klebsiella pneumonia* subsp. *ozanae*'ya karşı antimikrobiyal özellikler sergilemektedir, *Providencia alcaliaciens, Acinetobacter lwoffi, Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas putida, Yersinia enterocolitica* ve *Penicillium brevicompactum*, bitkinin sulu kısmı ise *Flavobacterium indologenes*'e karşı antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Sengul ve ark., 2011).

4. ÇÖVENİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Gıda ve kozmetik ürünlerinin yanı sıra, saponin açısından zengin ekstraktlar güçlü biyolojik aktivite gösterir ve potansiyel olarak kalp hastalığı, kronik inflamatuar hastalık ve kanser gibi bozukluklar için alternatif ilaçlar olarak kullanılabilmektedir (Moghimipour ve Handali, 2015; Lu ve ark. 2015). En çok insan beslenmesindeki rolüyle bilinmektedir (Genova ve ark., 2007). *S. officinalis*'in köklerinden izole edilen saponinler daha önce kimyasal bileşimleri ve antibakteriyel aktiviteleri açısından tanımlanmıştı (Jia ve ark., 1998; Sengul ve ark., 2011; Budan ve ark., 2014; Mert Eren ve ark., 2021). Ayrıca, *S. officinalis*'in toprak üstü kısımlarından elde edilen ekstraktların, zengin fenolik bileşik içeriğinden dolayı antioksidan özelliklere sahip olduğu rapor edilmiştir (Sengul ve ark., 2011; Endonova ve ark., 2015). Birçok bitki türünde bulunan polifenoller, antioksidan aktivitelerinin yanı sıra anti-inflamatuar, anti-diyabetik, hipokolesterolemik ve antibakteriyel özellikleriyle de bilinmektedir (El-Sayyad, 2015; Asensio-Vegas ve ark., 2018; Duru ve ark., 2018; Bouarab-Chibane ve ark., 2019; Aguiñiga-Sánchez ve ark., 2020).

Bitki metabolitleri insan vücudundaki metabolitlere yakınlığı bilindiği üzere bitkisel ilaçların kullanımının asıl etkisi metabolik bozuklukların düzenlenmesi gerektiğidir (Darzuli ve ark., 2019; Slobodianiuk ve ark., 2021). Bunlardan en ilgi çekici olanı, çeşitli hastalıkların tedavisi ve önlenmesi için uzun bir kullanım geçmişine sahip olan şifalı bitkilerdir (Stoiko ve Kurylo 2018; Budniak ve ark., 2020; Marchyshyn ve ark., 2021b). Tıbbi bitkilerin dayanıklılığı yüksektir ve yan etkileri düşüktür (Kurylo ve ark., 2020; Darzuli ve ark., 2021). Hastalıkların tedavisinde kullanılan tipik bitkiler Asteraceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae, Fabaceae, Apiaceae, Poaceae ve Boraginaceae familyalarıdır (Slobodianiuk ve ark., 2020).

Saponaria officinalis'in çeşitli kısımları geleneksel tıpta, kökleri ve yaprakları ise cilt hastalıklarında kullanılmaktadır. Ayrıca kökler tıbbi amaçlarla vücudu temizleyen anti-kristalin kolagog olarak da kullanılmaktadır (Khare 2008; Talluri ve ark., 2018). Kaşıntılı cildi tedavi etmek için *Saponaria officinalis* bitkisinin kaynatılması harici olarak uygulanmaktadır (Baytop 1984; Sengul ve ark., 2011). *Saponaria officinalis* türünün yaprakları, kökü ve bütün bitkisi çizelge 4'de gösterilen çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır.

Çizelge 4. *Saponaria officinalis*'in geleneksel tıbbi kullanımları

Kullanılan parça	**Hastalıklarda kullanılır**	**Ülke**	**Referanslar**
Kök	Çoğunlukla idrar söktürücü olarak kullanılmakta ve ayrıca öksürük, bronşit, mide rahatsızlıkları, kemik deformasyonları, romatizma, sivilceler, cilt hastalıkları, safra bozuklukları, karaciğer sorunları ve solunum sistemi hastalıklarına da yarayan bir ilaçtır.	Türkiye	Korkmaz ve Ozcelik, 2011
	Akne tedavisinde kullanılmaktadır.	İsrail	Said ve ark., 2002

	Romatizmal ağrıları tedavi etmek için depuratif, idrar söktürücü ve kusturucu olarak kaynatılarak ağız yoluyla alınmaktadır.	Fas	Merzouki ve ark., 2000
Gövde ve kök	Romatizma, solunum düzenleme, diüretik gibi hastalıklarda kullanılmaktadır.	Türkiye	Karaman ve Kocabas, 2001
Kök ve yaprak	Terletici ve toniktir. Romatizmal hastalıklarda, frengide, tetterde, sarılık ve karın içi organların şişkinliğinde kullanılmaktadır.	Brezilya	Medeiros ve Albuquerque, 2012
Yapraklar	İdrar söktürücü, bronşit, balgam söktürücü, terletici olarak kullanıldığı bilinmektedir.	Türkiye	Ugulu ve ark., 2009
	Dezenfektan, karaciğer hastalıkları ve idrar söktürücü olarak kullanılmaktadır.	İtalya (Sardunya)	Loi ve ark., 2004
	Yapraklar kovucu olarak cilde sürülebilmektedir.	İtalya (Roma)	Guarrera, 1999
Bütün bitki	Kabızlık, safra rahatsızlıkları, safra taşları, hemostatik, soğuk algınlığı, artrit, romatizma, egzama, saç dökülmesi, uçuk, böbrek taşları, ateş düşürücü ve uyarıcıdır.	Yunanistan	Hanlidou ve ark., 2004
	Cilt hastalıklarında	İtalya (Sardunya)	Ballero ve ark., 2001
	Tüm cilt hastalıklarının tedavisinde ve topikal olarak uygulanmıştır.	İtalya (Campania)	Di Novella ve ark., 2013

Yapılan bir çalışmada, *Saponaria officinalis*'in saflaştırılmış saponin fraksiyonu, in vitro hipokolesterolemik etkiler göstermiştir; bunun, saponinin kolesterol ile çözünmeyen bir kompleks oluşturma yeteneğinden kaynaklandığı yazılmıştır. Saponinler aynı zamanda hemolitik özelliklerinden kaynaklanabilecek sperm öldürücü aktivite de gösterdiği bilinmektedir (Jia ve ark. 2002; Böttger ve Melzig 2011; Moniuszko-Szajwaj ve ark., 2013).

Diyette fitokimyasal saponinler, antifungal ve antibakteriyel ajanlar, kan kolesterolünün düşürülmesi ve kanser hücresi büyümesinin engellenmesi gibi geniş bir aktivite spektrumuna sahiptir. Ancak birçok saponin hemolitik aktivite gösterir ve acı bir tada sahiptir (Sezgin ve Artik, 2010). Çöven ekstraktı, susam helvasının rengini (beyazlatıcı madde) ve kıvamını olumlu yönde etkilemekte ve emülgatör görevi görerek özellikle yağın helvadan zamanla ayrılmasını engellemektedir (Abu-Jdayil, 2004).

KAYNAKÇA

Abed El Aziz, M., Ashour, A., Madbouly, H., Melad, A.S., El Kerikshi, K., Investigations on green preparation of heavy metal saponin complexes, *Journal of Water and Environmental Nanotechnology*, 2 (2), 103-111, 2017.

Abu-Jdayil, B., Flow properties of sweetened sesame paste (halawa tehineh), *European Food Research and Technology*, 219, 265-272, 2004.

Aguiñiga-Sánchez, I., Soto-Hernández, M., Cadena-Iñiguez, J., Suwalsky, M., Colina, J. R., Castillo, I., Rosado-Pérez, J., Mendoza-Núñez, V. M., Santiago-Osorio, E., Phytochemical analysis and antioxidant and anti-inflammatory capacity of the extracts of fruits of the Sechium hybrid, *Molecules*, 25 (20), 4637, 2020.

Aktaş, N., Cebirbay, M.A., A traditional helva in Turkey: Koz helva, *J. Food Agric. Environ*, 8, 213-215, 2010.

Arslan, I., Çelik, A., Saponin rich fractions (SRPs) from soapwort show antioxidant and hemolytic activity, *APCBEE procedia*, 7, 103-108, 2013.

Asensio-Vegas, C., Khedim, M.B., Rico, D., Brunton, N., Rai, D., Hossain, M., Martin-Diana, A.B., In-vitro approach for the determination of antioxidant and antiinflammatory activity of wild marjoram (Thymus mastichina L.), *J. Food Nutr. Res*, 6 (12), 731-739, 2018.

Asl, M.N., Hosseinzadeh, H., Review of pharmacological effects of Glycyrrhiza sp. and its bioactive compounds, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 22 (6), 709-724, 2008.

Ballero, M., Poli, F., Sacchetti, G., Loi, M.C., Ethnobotanical research in the territory of Fluminimaggiore (south-western Sardinia), *Fitoterapia*, 72 (7), 788-801, 2001.

Battal, H., Sarı, F., Velioğlu, S., Çöven ekstraktı üretimi üzerine bir araştırma, 2003.

Baytop, T., Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi, İstanbul Üniversitesi Yay, 1984.

Bi, W., Tian, M., Row, K.H., Solid-phase extraction of liquiritin and glycyrrhizin from licorice using porous alkyl-pyridinium polymer sorbent, *Phytochemical analysis*, 21 (5), 496-501, 2010.

Böttger, S., Melzig, M.F., Triterpenoid saponins of the Caryophyllaceae and Illecebraceae family, *Phytochemistry Letters*, 4 (2), 59-68, 2011.

Bouarab-Chibane, L., Forquet, V., Lantéri, P., Clément, Y., Léonard-Akkari, L., Oulahal, N., Degraeve, P., Bordes, C., Antibacterial properties of polyphenols: characterization and QSAR (Quantitative structure–activity relationship) models, *Frontiers in microbiology*, 10, 829, 2019.

Budan, A., Bellenot, D., Freuze, I., Gillmann, L., Chicoteau, P., Richomme, P., Guilet, D., Potential of extracts from Saponaria officinalis and Calendula officinalis to modulate in vitro rumen fermentation with respect to their content in saponins, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 78 (2), 288-295, 2014.

Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., Demydiak, O., Determination of Arnica foliosa Nutt. fatty acids content by GC/MS method, *Fatty Acids Content by GC/MS Method (December 30, 2020). ScienceRise: Pharmaceutical Science*, 6 (28), 14-18, 2020.

Budniak, L., Slobodianiuk, L., Marchyshyn, S., Kostyshyn, L., Horoshko, O., Determination of composition of fatty acids in *Saponaria officinalis* L, *ScienceRise: Pharmaceutical Science,(1 (29), 25–30. doi: 10.15587/2519-4852.2021. 224671*, 2021.

Bursal, E., Abdülmelik, A., Doğru, M., Kılıç, Ö., Phenolic content, antioxidant potentials of *Saponaria prostrata* endemic plant, *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 5 (1), 1-8, 2021.

Chaieb, I., Saponins as insecticides: a review, *Tunisian journal of plant protection*, 5 (1), 39-50, 2010.

Chandra, S., Rawat, D.S., Bhatt, A., Phytochemistry and pharmacological activities of *Saponaria officinalis* L.: A review, *Notulae Scientia Biologicae*, 13 (1), 10809-10809, 2021.

Charalambous, D., Christoforou, M., Kitiri, E.N., Andreou, M., Partassides, D., Papachrysostomou, C., Frantzi, M., Karikas, G.A., Pantelidou, M., Antimicrobial Activities of Saponaria cypria Boiss. Root Extracts, and the Identification of Nine Saponins and Six Phenolic Compounds, *Molecules*, 27 (18), 5812, 2022.

Czaban, J., Moldoch, J., Wroblewska, B., Szumacherstrabel, M., Cieslak, A., Effects of triterpenoid saponins of field scabious (Knautia arvensis L. Coult.), alfalfa, red clover and common soapwort on growth of Gaeumannomyces graminis var. tritici and Fusarium culmorum, *Allelopathy Journal*, 32 (1), 79, 2013.

Darzuli, N., Budniak, L., Hroshovyi, T., Selected excipients in oral solid dosage form with dry extract of Pyrola rotundifolia L, *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 210-216, 2019.

Darzuli, N., Budniak, L., Slobodianiuk, L., Investigation of the antibacterial and antifungal activity of the Pyrola rotundifolia L. leaves dry extract, *PharmacologyOnLine*, 1, 395-403, 2021.

Davis, S.L., Dudle, D.A., Nawrocki, J.R., Freestone, L.M., Konieczny, P., Tobin, M.B., Britton, M.M., Sexual dimorphism of staminate-and pistillate-phase flowers of *Saponaria officinalis* (bouncing bet) affects pollinator behavior and seed set, *PLoS One*, 9 (4), e93615, 2014.

Di Novella, R., Di Novella, N., De Martino, L., Mancini, E., De Feo, V., Traditional plant use in the national park of Cilento and Vallo Di Diano, Campania, Southern, Italy, *Journal of ethnopharmacology*, 145 (1), 328-342, 2013.

Duru, K., Kovaleva, E., Danilova, I., Van der Bijl, P., Belousova, A., The potential beneficial role of isoflavones in type 2 diabetes mellitus, *Nutrition Research*, 59, 1-15, 2018.

Eissa, H.A., Zohair, A., Quality and safety of halawa modified with mushroom, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (15), 2551-2559, 2006.

El Aziz, M., Ashour, A., Melad, A.G., A review on saponins from medicinal plants: chemistry, isolation, and determination, *J. Nanomed. Res*, 8 (1), 282-288, 2019.

El-Sayyad, H. I., Cholesterol overload impairing cerebellar function: the promise of natural products, *Nutrition*, 31 (5), 621-630, 2015.

Endonova, G. B., Antsupova, T. P., Zhamsaranova, S. D., Lygdenov, D. V., Study of flavonoid and antioxidant activity of Saponaria officinalis L. that occurs in buryatia, *Biosciences Biotechnology Research*, 12 (3), 2015.

Ferreras, J., Barbieri, L., Girbés, T., Battelli, M.G., Rojo, M.A., Arias, F.J., Rocher, M.A., Soriano, F., Mendéz, E., Stirpe, F., Distribution and properties of major ribosome-inactivating proteins (28 S rRNA N-glycosidases) of the plant *Saponaria officinalis* L.(Caryophyllaceae), *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Gene Structure and Expression*, 1216 (1), 31-42, 1993.

Genova, J., Zheliaskova, A., Mitov, M., Monosaccharides (fructose, glucose) and disaccharides (sucrose, trehalose) influence the elasticity of SOPC membranes, *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 9 (2), 427, 2007.

Girbés, T., Ferreras, J.M., Arias, F.J., Stirpe, F., Description, distribution, activity and phylogenetic relationship of ribosome-inactivating proteins in plants, fungi and bacteria, *Mini reviews in medicinal chemistry*, 4 (5), 461-476, 2004.

Greenberg, A.K., Donoghue, M.J., Molecular systematics and character evolution in Caryophyllaceae, *Taxon*, 60 (6), 1637-1652, 2011.

Guarrera, P.M., Traditional antihelmintic, antiparasitic and repellent uses of plants in Central Italy, *Journal of ethnopharmacology*, 68 (1-3), 183-192, 1999.

Güçlü-Üstündağ, Ö., Mazza, G., Saponins: properties, applications and processing, *Critical reviews in food science and nutrition*, 47 (3), 231-258, 2007.

Guneser, O., Zorba, M., Effect of emulsifiers on oil separation problem and quality characteristics of Tahin Helva during storage, Journal of food science and technology, 51, 1085-1093, 2014.

Hanlidou, E., Karousou, R., Kleftoyanni, V., Kokkini, S., The herbal market of Thessaloniki (N Greece) and its relation to the ethnobotanical tradition, *Journal of ethnopharmacology*, 91 (2-3), 281-299, 2004.

Henry, M., *Saponaria officinalis* L.: in vitro culture and the production of triterpenoidal saponins, In: Medicinal and Aromatic Plants II, Eds: Springer, p. 431-442, 1989.

Ilany-Feigenbaum, J., The Proteolytic Enzymes of Japanese Koji and Taka-Diastase, *Journal of Food Science*, 30 (1), 148-150, 1965.

Isbrucker, R., Burdock, G., Risk and safety assessment on the consumption of Licorice root (Glycyrrhiza sp.), its extract and powder as a food ingredient, with emphasis on the

pharmacology and toxicology of glycyrrhizin, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 46 (3), 167-192, 2006.

Jabbari, S.G., Davis, S.L., Carter, E.J., Interaction between floral color change and gender transition in the protandrous weed *Saponaria officinalis*, *Plant Species Biology*, 28 (1), 21-30, 2013.

Jia, Z., Koike, K., Nikaido, T., Major triterpenoid saponins from Saponaria officinalis, *Journal of natural products*, 61 (11), 1368-1373, 1998.

Jia, Z., Koike, K., Sahu, N.P., Nikaido, T., Triterpenoid saponins from Caryophyllaceae family, *Studies in Natural Products Chemistry*, 26, 3-61, 2002.

Jürgens, A., Witt, T., Gottsberger, G., Flower scent composition in Dianthus and Saponaria species (Caryophyllaceae) and its relevance for pollination biology and taxonomy, *Biochemical Systematics and Ecology*, 31 (4), 345-357, 2003.

Kahraman, T., Issa, G., Ozmen, G., Buyukunal, S., Microbiological and chemical quality of tahini halva, *British Food Journal*, 112 (6), 608-616, 2010.

Karaman, S., Kocabas, Y.Z., Traditional medicinal plants of K. Maras (Turkey), *The Sciences*, 1 (3), 125-128, 2001.

Khare, C. P., Indian medicinal plants: an illustrated dictionary, Springer Science & Business Media, p, 2008.

Korkmaz, M., Özçelik, H., Economic importance of Gypsophila L., Ankyropetalum fenzl and Saponaria L.(Caryophyllaceae) taxa of Turkey, *African journal of Biotechnology*, 10 (47), 9533-9541, 2011.

Kurylo, K., Budniak, L., Volska, A., Zablotskyy, B., Klishch, I., Influence of phytocompositions on dynamics of changes in basal glycemia and glycemia in oral glucose tolerance test in rats with streptozotocin-nicotinamide-induced diabetes mellitus type 2, *Georgian medical news* (300), 112-116, 2020.

Loi, M.C., Poli, F., Sacchetti, G., Selenu, M., Ballero, M., Ethnopharmacology of ogliastra (villagrande strisaili, sardinia, Italy), *Fitoterapia*, 75 (3-4), 277-295, 2004.

Lombardi, A., Marshall, R.S., Savino, C., Fabbrini, M.S., Ceriotti, A., Type I ribosome-inactivating proteins from *Saponaria officinalis*, *Toxic Plant Proteins*, 55-78, 2010.

Lu, Y., Van, D., Deibert, L., Bishop, G., Balsevich, J., Antiproliferative quillaic acid and gypsogenin saponins from Saponaria officinalis L. roots, *Phytochemistry*, 113, 108-120, 2015.

Madland, E., Extraction, isolation and structure elucidation of saponins from Herniaria incana, *Institutt for kjemi*, 2013.

Man, S., Gao, W., Zhang, Y., Huang, L., Liu, C., Chemical study and medical application of saponins as anti-cancer agents, *Fitoterapia*, 81 (7), 703-714, 2010.

Medeiros, M.F.T., de Albuquerque, U.P., The pharmacy of the Benedictine monks: The use of medicinal plants in Northeast Brazil during the nineteenth century (1823–1829), *Journal of ethnopharmacology*, 139 (1), 280-286, 2012.

Mert Eren, M., Dikmen, B., Vatansever, C., Servi, H., Yegin, H. C., Ozan, G., Antimicrobial activity of sapindus mukorossi and saponaria officinalis extracts on streptococcus mutans and enterococcus faecalis, 2021.

Merzouki, A., Ed-Derfoufi, F., Mesa, J.M., Contribution to the knowledge of Rifian traditional medicine. II: Folk medicine in Ksar Lakbir district (NW Morocco), *Fitoterapia*, 71 (3), 278-307, 2000.

Moghimipour, E., Handali, S., Saponin: properties, methods of evaluation and applications, *Annual Research & Review in Biology*, 207-220, 2015.

Moniuszko-Szajwaj, B., Pecio, Ł., Kowalczyk, M., Simonet, A.M., Macias, F.A., Szumacher-Strabel, M., Cieślak, A., Oleszek, W., Stochmal, A., New triterpenoid saponins from the roots of *Saponaria officinalis*, *Natural product communications*, 8 (12), 1934578X1300801207, 2013.

Özçelik, H., Yıldırım, B., Türkiye çövenlerinin (Gypsophila L. ve Ankyropetalum Fenzl spp.) ekonomik önemi, kullanım olanakları ve korunması üzerine düşünceler, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 12, 57-61, 2011.

Pavela, R., Extract from the roots of *Saponaria officinalis* as a potential acaricide against Tetranychus urticae, *Journal of Pest Science*, 90, 683-692, 2017.

Petrović, G.M., Ilić, M.D., Stankov-Jovanović, V.P., Stojanović, G.S., Jovanović, S.Č., Phytochemical analysis of *Saponaria officinalis* L. shoots and flowers essential oils, *Natural product research*, 32 (3), 331-334, 2018.

Racolta, E., Muresan, V., Muste, S., Semeniuc, C.A., Comparison of sunflower halva products from romanian market, *Bull. UASVM Agric*, 67, 381-386, 2010.

Said, O., Khalil, K., Fulder, S., Azaizeh, H., Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Israel, the Golan Heights and the West Bank region, *Journal of ethnopharmacology*, 83 (3), 251-265, 2002.

Sezgin, A.C., Artik, N., Determination of saponin content in Turkish tahini halvah by using HPLC, *Adv J Food Sci Technol*, 2 (2), 109-115, 2010.

Shakerardekani, A., Shahedi, M., Effect of soapwort root extract and glycyrrhizin on consumer acceptance, texture, and oil separation of pistachio halva, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17 (6), 1495-1505, 2015.

Slobodianiuk, L., Budniak, L., Marchyshyn, S., Sinichenko, A., Demydiak, O., Determination of amino acids of cultivated species of the genus Primula L, *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11 (2), 8969-8977, 2021b.

Sparg, S., Light, M., Van Staden, J., Biological activities and distribution of plant saponins, *Journal of ethnopharmacology*, 94 (2-3), 219-243, 2004.

Stirpe, F., Ribosome-inactivating proteins: From toxins to useful proteins, *Toxicon*, 67, 12-16, 2013.

Stoiko, L., Kurylo, K., Development of optimal technology of alcohol extract Centaurium erythraea Rafn. herb, *Archives of the Balkan Medical Union*, 53 (4), 523-528, 2018.

Talluri, M.R., Gummadi, V.P., Battu, G.R., Chemical composition and hepatoprotective activity of Saponaria officinalis on paracetamol-induced liver toxicity in rats, *Pharmacognosy Journal*, 10 (6), 2018.

Ugulu, I., Baslar, S., Yorek, N., Dogan, Y., The investigation and quantitative ethnobotanical evaluation of medicinal plants used around Izmir province, Turkey, *Journal of Medicinal plants research*, 3 (5), 345-367, 2009.

Vincken, J.-P., Heng, L., de Groot, A., Gruppen, H., Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom, *Phytochemistry*, 68 (3), 275-297, 2007.

Zahedi, Y., Mazaheri-Tehrani, M., Development of spreadable Halva fortified with soy flour and optimization of formulation using mixture design, *Journal of Food Quality*, 35 (6), 390-400, 2012.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

PORTAKAL KABUĞU KULLANILARAK ÜRETİLEN TAHİN HELVASININ BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ, FENOLİK BİLEŞENLERİ VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARINDAKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI

Berhan Ulaş SABAH

Selçuk Üniversitesi, ulassabah@gmail.com - 0009-0008-9260-670X

Doç. Dr. Nurhan USLU

Selçuk Üniversitesi, nurhanuslu.gmuh@gmail.com - 0000-0002-1392-8604

Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN

Selçuk Üniversitesi, mozcan@selcuk.edu.tr - 0000-0002-5024-9512

ÖZET

Bu çalışmada, tahin helvası üretiminde %18 oranında portakal kabuğu kullanılarak üretilen helvanın biyoaktif bileşenleri, antioksidan aktivite değerleri, fenolik bileşenleri ve yağ asitleri bileşimlerindeki değişimler ortaya konulmuştur. Sade ve portakal kabuklu helvaların toplam flavonoid, toplam fenol ve antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 97.86 ve 119 mgQE/100g, 25.69 ve 19.98 mgGAE/100g, ve 0.10 ve 0.09 mmol/kg olarak tespit edilmiştir. Kateşin, rutin, kaempferol, syringik asit, 3,4-dihydroxybenzoic asit, kaffeik asit ve gallik asit her iki helva tipinin predominant fenolik bileşenlerini oluşturmuştur. Portakal kabuğu helvanın gallik asit ve kaempferol içeriğini kısmen artırmıştır. Sade ve portakal kabuklu helvalar sırasıyla 49.63 ve 13.77 mg/100g kateşin, 15.84 ve 1.98 mg/100g rutin, 6.42 ve 35.71 mg/100g kaempferol, 8.97 ve 4.40 mg/100g syringik asit ve 9.14 ve 7.30 mg/100g, 3,4-dihydroksibenzoik asit içermiştir. Sade ve portakallı helvadan Soxhlet sistemiyle ekstrakte edilen yağlar sırasıyla 45.93 ve 46.36% linoleik, 38.05 ve 37.93% oleic, 9.36 ve 8.97% palmitic ve 5.65 ve 5.68% stearic asit içermiştir.

ANAHTAR KELİME: Helva, portakal kabuğu, biyoaktif bileşen, antioksidan aktivite, fenolik bileşen, yağ asitleri, GC, HPLC

1. GİRİŞ

Yıllardır bilinen en geleneksel tatlılardan biri olan Helva, Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde ünlü olduğu gibi ülkemizde de oldukça popülerdir. Ülkemizde helva üretim hacmi senelik 35.000-40.000 ton aralığındadır. Genellikle sabah kahvaltılarında tüketilmekte olan geleneksel bir Türk tatlısıdır (Birer, 1985). Tahin; % 57-65 yağ (oleik ve linoleik asit), % 23-27 protein (metiyonin, sistin ve triptofan açısından zengin) ve bazı minerallerden (kalsiyum, fosfor, potasyum, magnezyum gibi) oluşmaktadır ve helvanın hammaddesidir (Abu-Jdayil ve ark., 2002; Yamani ve Isa, 2006). Tahinin hammaddesi olan susam, yağının yağsız fraksiyonu

diğer yağlarda bulunmayan sesamol, sesamolin ve sesamin bileşiklerini içermektedir. Bu bileşikler, hidrojenasyondan sonra özelliklerini korumaktadırlar (Nas, 1998). Susam yağı önemli bir antioksidan etki düzeyi göstermektedir. Doğal bir antioksidan bileşik olan sesamol, sesamolin ve sesamin de yağın kararlılığını etkilemektedir (Altuğ, 2001). Temizlenip ayıklanan ve ardından kavrulan susamlar preslenerek susam yağı elde edilmektedir. Susam yağının diğer bitkisel yağlara göre daha uzun raf ömrüne sahiptir. Susam yağının kalitesini kavurma süresi ve sıcaklık etkilemektedir (Özcan, 1993). Tahin helvası yapımında; tahin, şeker, sitrik asit, tartarik asit ve çöven kök ekstraktı (*Radix saponariae albae sive* L.) kullanılmaktadır. Hazırlanan karışım daha sonra istek üzerine kakao, antep fıstığı, vanilya, doğal esanslar ve süt tozu gibi tatlandırıcı maddelerle birlikte pişirilebilmektedir (Var ve ark., 2007). Tahin helvası enerji gereksinimi çok fazla olan insanların özellikle sporcu, işçi, genç ve hamile kadınların tüketmesi önerilmiştir (Ceyhun Sezgin ve Artik 2010, Var ve ark. 2004, Var ve ark. 2007).

Tahin helvası düşük nem içeriği (% 3,0) sayesinde üretim tarihinden itibaren yaklaşık iki yıl kadar bir raf ömrüne sahiptir. Üretim, depolama, dağıtım ve kullanımı sırasındaki değişiklikler (nem ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak) raf ömrünü etkileyebilmektedir (Sengun ve ark., 2005).

Bu çalışmada, tahin helvası üretiminde %18 oranında portakal kabuğu kullanılarak üretilen helvanın biyoaktif bileşenleri, antioksidan aktivite değerleri, fenolik bileşenleri ve yağ asitleri bileşimlerindeki değişimler ortaya konulmuştur.

2. MATERYAL VE METOT

2.1.MATERYAL

Tahin helvaları Konya'nın Akşehir ilçesindeki bir helva işletmesinde hazırlanmıştır. 500 g tartılan şeker ve %18 oranında portakal kabuğu 145°C'de kaynatılmıştır. Şeker şurubunun içine 12 ml çöven suyu ilavesi yapılmıştır. Karıştırmanın sonunda şurup çöven suyu etkisiyle beyazlaşmış, yumuşamış ve sünger gibi bir hal almıştır. 70-80°C'ye kadar soğutulan beyazlatılmış ağda ayrı bir kaptaki tahin üzerine 1:1 oranında dökülmüş ve kürekleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yoğurma kazanına alınan tahin ve ağda homojen bir şekilde küreklenmiştir. Kürekleme işlemi ağdanın tamamen tahini absorbe etmesiyle son bulmuştur. Yoğurma sonrasında helva kalıplanmış ve soğumaya bırakılmıştır.

2.2.METOT

2.2.1. Nem içeriği

Numune kabındaki tahin helvası örneğinin % nem içeriği Kern Dbs 60-3 nem tayin cihazı ile belirlenmiştir (AOAC, 2000).

2.2.2. Ekstraksiyon işlemi

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Ekstraksiyon için 5 g tahin helvası üzerine 30 ml MeOH:H_2O ilave edilmiştir. Ultrasonik su banyosunda 30 dk bekletilmiştir. Ardından örneklere 10 dk santrifüj işlemi uygulanmıştır.

2.2.3. Toplam flavonoid içeriği

Tahin helvası ekstraktının toplam flavonoid içeriğini belirlemek için kullanılan yöntem alüminyum klorür yönteminden uyarlanmıştır. Ekstraktın 1 ml'sine sırasıyla 0.3 ml $NaNO_2$, 0.3 ml $AlCl_3$ ve 2 ml NaOH eklenmiştir. Absorbans değerleri spektrofotometrede 510 nm'de okunmuştur. Sonuçlar mg kersetin (QE)/100 g olarak verilmiştir (Hogan ve ark., 2009).

2.2.4. Toplam fenolik içeriği

Tahin helvası örneklerinin toplam fenolik içeriğini belirlemek için, Yoo ve arkadaşları'na (2004) göre Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. 0.5 ml ekstrakt üzerine 2.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi eklenmiş ve ardından 2 ml %7.5 Na_2CO_3 (sodyum karbonat) ilave edilmiştir. Analizin son aşamasında örnekler 2 saat karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiştir. Spektrofotometrede (Shmadzu.Japan) 725 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g olarak verilmiştir.

2.2.5. Antioksidan aktivite

Tahin helvası örneklerinin antioksidan aktivitesini belirleyebilmek için ekstrakt üzerine 2 ml DPPH solüsyonu eklenmiştir. Karışım vortekslenmiş ve 30 dk karanlıkta oda sıcaklığında beklemeye bırakılmıştır. Absorbans ise bir spektrofotometre kullanılarak 517 nm'de ölçülmüştür (Lee ve ark., 1998). Sonuçlar mmol/kg olarak verilmiştir.

2.2.6. Fenolik bileşen tayini

Ekstraktların fenolik bileşenleri, bir PDA dedektörü ve Inertsil ODS-3 (5 µm; 4,6 mm × 250 mm) kolon ile donatılmış HPLC (Shimadzu) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak 30°C'de 1 ml/dk akış hızında su içinde %0.05 asetik asit (A) ve asetonitril (B) kullanılmıştır. Enjeksiyon hacmi 20 µL'dir.

2.2.7. Yağ içeriği

Kurutulmuş ve öğütülmüş tahin helva örnekleri bir Soxhlet kartuşuna yerleştirilmiştir. Daha sonra 250 ml petrol eteri ile 50°C'de 5 saat ekstraksiyondan sonra, misella içeren balon bir evaporatöre yerleştirilmiştir. Evaporasyon sonrası kalan ham yağ içeriği gravimetrik olarak (%) hesaplanmıştır.

2.2.8. Yağ asidi kompozisyonu

Bazı modifikasyonlarla ISO 5509 yöntemine göre esterleştirilmiş yağların yağ asidi metil esterleri, alev iyonizasyon detektörü (FID) ve kapiler kolon (Tecnocroma TR-CN100, 60 m × 0.25 mm, film kalınlığı: 0.20 µm) ile donatılmış gaz kromatografisi (Shimadzu GC-2010, Kyoto, Japonya) kullanılarak analiz edilmiştir.

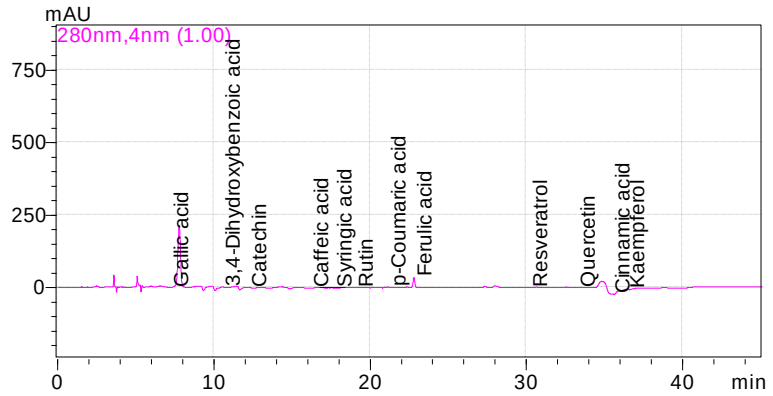
2.2.9. Duyusal analiz

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

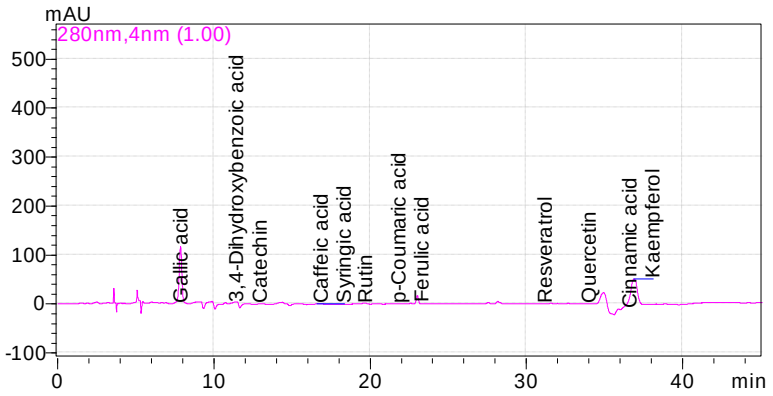
%18 oranında portakal kabuğu ilavesi ile yapılmış tahin helvası örneklerinin duyusal parametrelerini belirlemek için hedonik test uygulanmıştır. Duyusal özellikleri belirlemek için sekiz eğitimli panelist kullanılmıştır. Her panelist hazırlanan örneklerin özelliklerini aşağıdaki puanları vererek ayrı ayrı değerlendirmiştir (1 = çok kötü, 2 = kötü, 3 = orta, 4 = iyi, 5 = çok iyi).

2.3.İSTATİSTİK ANALİZİ

Varyans analizi, tüm uygulamalardaki üçlü analiz verilerinin ortalaması alınarak hesaplandı. Sade ve portakal kabuklu helva sonuçları arasında önemli farklılıklar Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir ($p<0.05$).

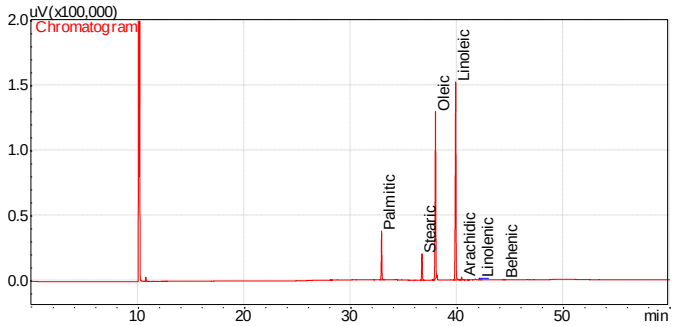


Kontrol (sade helva)

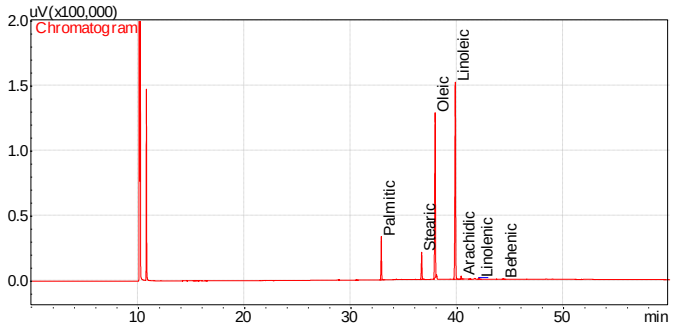


Portakal kabuklu helva

Şekil 1. Sade ve portakal kabuklu helvanın fenol kromatogramları



Kontrol (Sade helva)



Portakal kabuklu helva

Şekil 2. Helva örneklerinden elde edilen yağların yağ asidi kromatogramları

3. SONUÇLAR

3.1.Helvanın Fizikokimyasal Özellikleri

%18 portakal kabuğu ilave edilen helvaların nem içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. En yüksek nem içeriği %18 portakal kabuğu ilavesi ile elde edilmiş tahin helvasında (%2.22) bulunmuştur.

Çizelge 1. Helvanın fizikokimyasal özellikleri

Örnekler	Nem İçeriği (%)
Kontrol (Sade helva)	1.82 ± 0.06
Portakal kabuklu helva	2.22 ± 0.63

3.2.Helvanın Biyoaktif Özellikleri

Tahin helvası örneklerinin toplam flavonoid içerikleri, toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri Çizelge 2'de verilmiştir. En yüksek toplam flavonoid içeriği %18 oranında portakal kabuğu ilave edilen tahin helvası örneğinde (119 mg/100 g) görülürken, en

düşük toplam flavonoid içeriği kontrol örneğinden (97.86 mg/100 g) elde edilmiştir. En yüksek toplam fenolik içerik kontrol örneğinde (25.69 mg/100 g) belirlenmiştir. En düşük toplam fenolik içerik ise %18 oranında portakal kabuğu ilave edilen örnekte (19.98 mg/100 g) bulunmuştur. Çetintaş (2022)'ın yaptığı bir çalışmada, en yüksek toplam fenolik içeriği 0.50 mg GAE/g bulunurken, en düşük toplam fenolik içeriği ise 0.27 mg GAE/g olarak saptanmıştır. Helvanın toplam fenolik içeriği tahin işleme sonrası yüksek (215.8 mg GAE 100 g^{-1}) bulunurken, 25 °C'de altı ay depolama sonrasında (156.41 mg GAE 100 g^{-1}) düşüş tespit edilmiştir (Rababah ve ark., 2020). Antioksidan aktivite sonuçlarında da portakal kabuğu ilavesi ile kayda değer bir artış gözlenmemiştir. Yapılan bir çalışmada, depolama süresi ve sıcaklığının tahin helvasının antioksidan aktivitesinde bir azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir. Tahin helvasında işlendikten sonra toplam fenolikler ve antioksidan aktivite içeriğinde sırasıyla %38.5 ve %16 azalma olduğu gözlenmiştir (Rababah ve ark., 2020).

Çizelge 2. Portakal kabuğuyla üretilen helvanın biyoaktif bileşenleri ve antioksidan aktiviteleri

	Toplam Flavonoid İçeriği (mg QE/100g)	Toplam Fenolik İçerik (mg GAE/100g)	Antioksidan Aktivite (mmol/kg)
Sade helva (Kontrol)	97.86 ± 5.83*b	25.69 ± 2.40a	0.10 ± 0.00a
Portakal kabuklu helva	119 ± 4.87a**	19.98 ± 2.78b	0.09 ± 0.00ab

*standart sapma;** her sütunda farklı harflerle belirtilen değerler P < 0,05'te önemli bulunmuştur.

3.3.Tahin Helvasının Fenolik Bileşenleri

Çizelge 3'de kontrol örneği ve %18 portakal kabuğu içeren tahin helvası örneği ile yapılan tahin helvalarının fenolik bileşenleri gösterilmiştir. Örneklerin major fenolikleri; gallik asit (1.53-2.46 mg/100 g), sinnamik asit (4.07-17.50 mg/100 g), kateşin (0.92-15.47 mg/100 g) ve 3,4-dihidroksibenzoik asit (0.01-0.38 mg/100 g) olarak belirlenmiştir. Kateşin, rutin, kaempferol, syringik asit, 3,4-dihydroxybenzoic asit, kaffeik asit ve gallik asit her iki helva tipinin predominant fenolik bileşenlerini oluşturmuştur. Portakal kabuğu helvanın gallik asit ve kaempferol içeriğini kısmen artırmıştır.

Çizelge 3. Tahin helvasının fenolik bileşikleri

Fenolik bileşikler (mg/100 g)	Sade helva	Portakal kabuklu helva
Gallic acid	1.53 ± 0.07*b	2.46 ± 0.01a
3,4-Dihydroxybenzoic acid	9.14 ± 0.96a**	7.30 ± 2.53b
Catechin	49.63 ± 1.61a	13.77 ± 2.44b

Caffeic acid	3.27 ± 0.18a	1.20 ± 0.69b
Syringic acid	8.97 ± 0.01a	4.40 ± 0.80b
Rutin	15.84 ± 3.74a	1.98 ± 0.53b
p-Coumaric acid	1.75 ± 0.30a	0.24 ± 0.26b
Ferulic acid	2.52 ± 1.55a	0.41 ± 0.76b
Resveratrol	5.02 ± 1.29a	0.41 ± 0.67b
Quercetin	7.72 ± 3.28a	0.05 ± 0.03b
Cinnamic acid	0.01 ± 0.00b	0.38 ± 0.12a
Kaempferol	6.42 ± 0.72b	35.71 ± 5.22a

*standart sapma;** her satırda farklı harflerle belirtilen değerler P < 0.05'te önemli bulunmuştur.

3.4.Helvanın Yağ Asidi Bileşimi

Çizelge 4'de sade ve portakallı helvadan Soxhlet sistemiyle ekstrakte edilen yağlar sırasıyla 45.93 ve 46.36% linoleik, 38.05 ve 37.93% oleic, 9.36 ve 8.97% palmitic ve 5.65 ve 5.68% stearic asit içermiştir. Özcan (1993)'ın yaptığı bir çalışmada, susam yağı örneklerinin % 9.10-11.38 palmitik, % iz-0.15 stearik, % 31.61-57.19 oleik, % 30.79-57.33 linoleik, % 0.30-0.79 linolenik ve % iz-2.62 araşidik asit içerdiği rapor edilmiştir. Tahin yağında ise bu değerler % 9.55-10.32 palmitik, % iz stearik, % 37.42-45.04 oleik, % 43.25-52.34 linoleik, % 0.34-1.93 linolenik ve % iz-0.82 araşidik asit olarak tespit edilmiştir. Yazicioğlu ve Karaali (1983), yerli susam yağının % 10.44 palmitik, % 6.29 stearik, % 36.31 oleik ve % 45.69 linoleik asit içerdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Helvanın yağ asidi bileşimi

Yağ asitleri (%)	Sade helva	Portakal kabuklu helva
Palmitic	9.36 ± 0.19*a	8.97 ± 0.99b**
Stearic	5.65 ± 0.03ab	5.68 ± 0.18a
Oleic	38.05 ± 0.06a	37.93 ± 0.50b
Linoleic	45.93 ± 0.17b	46.36 ± 0.24a
Arachidic	0.57 ± 0.00ab	0.59 ± 0.06a
Linolenic	0.33 ± 0.01ab	0.36 ± 0.00a

Behenic	0.12 ± 0.00	0.12 ± 0.01

*standart sapma;** her satırda farklı harflerle belirtilen değerler P < 0.05'te önemli bulunmuştur.

3.5.Helva Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Tahin helvalarının duyusal parametrelerini belirlemek için hedonik test yapılmıştır. Çizelge 5'de sonuçları verilmiştir. Kontrol örneği ve portakal kabuğu ilavesi ile elde edilen tahin helvaları 1 ve 5 arasında puanlanmıştır. Tat, koku, renk ve genel beğeni kriterlerinde eşit puan (4.8) alınmıştır. Tekstür ve kumsuluk parametresi sonuçlarında portakal kabuğu ilavesi sırasıyla düşük puanlar (4.2-4.2) almıştır.

Çetintaş (2022)'ın çalışmasında, irmik ve şekerle hazırlanan helvanın duyusal analiz sonuçlarına göre en iyi özellikleri taşıdığı ancak irmik yerine amaranthın kullanılabileceği rapor edilmiştir. Stevianın acı tadından dolayı belirli ölçüde ikame edilerek kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Çizelge 5. Helva örneklerinin duyusal özellikleri

Örnekler	Tat	Koku	Renk	Tekstür	Kumsuluk	Genel beğeni
Sade helva	4.8 ± 0.45	4.8 ± 0.45	4.8 ± 0.45	5 ± 0	4.8 ± 0.45	4.8 ± 0.45
Portakal kabuklu helva	4.8 ± 0.45	4.8 ± 0.45	4.8 ± 0.45	4.2 ± 0.84	4.2 ± 0.84	4.8 ± 0.45

4. SONUÇ

Bu çalışmada, tahin helvası üretiminde %18 oranında portakal kabuğu kullanılarak üretilen helvanın biyoaktif bileşenleri, antioksidan aktivite değerleri, fenolik bileşenleri ve yağ asitleri bileşimlerindeki değişimler ortaya konulmuştur. Portakalda bulunan C vitamini, karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşiklerin varlığı ürünün besleyici değerini temsil etmektedir. Portakaldaki antioksidan maddelerin; kansere yakalanma oranının azalması, kardiyo ve serebroyasküler hastalıklarının engellenmesi gibi sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu nedenle uygulanan işlemlerin biyoaktif ve antioksidan bileşenler üzerine etkisinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Sade ve portakal kabuklu helvaların toplam flavonoid, toplam fenol ve antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 97.86 ve 119 mgQE/100g, 25.69 ve 19.98 mgGAE/100g, ve 0.10 ve 0.09 mmol/kg olarak tespit edilmiştir. Kateşin, rutin, kaempferol, syringik asit, 3,4-dihydroxybenzoic asit, kaffeik asit ve gallik asit her iki helva tipinin predominant fenolik bileşenlerini oluşturmuştur. Portakal kabuğu helvanın gallik asit ve kaempferol içeriğini kısmen artırmıştır. Sade ve portakal kabuklu helvalar sırasıyla 49.63 ve 13.77 mg/100g kateşin, 15.84 ve 1.98 mg/100g rutin, 6.42 ve 35.71 mg/100g kaempferol, 8.97 ve 4.40 mg/100g syringik asit ve 9.14 ve 7.30 mg/100g, 3,4-dihydroksibenzoik asit içermiştir. Sade ve portakallı helvadan Soxhlet sistemiyle ekstrakte edilen yağlar sırasıyla 45.93 ve 46.36% linoleik, 38.05 ve 37.93% oleic, 9.36 ve 8.97% palmitic ve 5.65 ve 5.68% stearic asit

içermiştir. Bu çalışmada genel beğeniye bakıldığında, portakal kabuğu ilaveli tahin helvası yüksek puan almıştır.

KAYNAKÇA

Abu-Jdayil, B., Al-Malah, K., Asoud, H., *Rheological characterization of milled sesame (tehineh)*, Food Hydrocolloid, 55-61:16, 2002.

Altuğ, T., *Gıda Katkı Maddeleri*, Meta Basım, 286, 2001.

AOAC., Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists (17th Edition), Washington DC, USA, p, 2000.

Benlikurt, A.S., Kaya, C., Yücel, E.E., Bayram, M., Topuz, S., *Ticari Olarak Üretilen Sade Tahin Helvalarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi*, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 9 (3) 90-98, 2020.

Birer, S., *Tahin Yapılışı ve Beslenmemizdeki Yeri*, Gıda, 133-135:10, 1985.

Catagiul, A.D., Raican, D.D., Poiana, M.A., *Innovative approaches to improve the quality attributes of halva: A review*, Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, 23 (4) 188-193, 2017.

Ceyhun Sezgin, A.E., Artik, N., *Determination of saponin content in Turkish tahini halvah by using HPLC*, Adv J Food Sci Technol, 2(2):109–115, 2010.

Çelik, İ., Yılmaz, Y., Işık, F., Üstün, Ö., *Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters*, Food Chemistry, 101 907–911, 2006.

Çetintaş, Ş., *Amaranth Ve Stevia İlavesinin Peynirli Helvanın Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye, 2022.

Demir, H., Kılınç, A., *Termosonikasyon Uygulamasının Bal Kabağı Suyunun Biyoaktif Bileşen Ve Antioksidan Kapasitesi Üzerine Etkisi*, Gıda The Journal Of Food, 43 (5) 787-799 doi: 10.15237/gida.GD18070, 2018.

Hogan, S., Zhang, L., Li, J., Zoecklein, B., Zhou, K., *Antioxidant properties and bioactive components of Norton (Vitis aestivalis) and cabernet franc (Vitis vinifera) wine grapes*, LWT-Food Sci Technol, 1269–1274:42, 2009.

Itagi, H.B.N., Singh, V., Indiramma, A.R., Prakash, M., *Shelf stable multigrain halwa mixes: preparation of halwa, their textural and sensory studies*, J Food Sci Technol, 50(5) 879–889 DOI 10.1007/s13197-011-0423-z, 2011.

Kahraman, T., Issa, G., *Microbiological and chemical quality of tahini halva*, British Food Journal, 112(6) 608-616 DOI 10.1108/00070701011052691, 2010.

Kilci, Z., Çetin, R.Ü., *Chemical Properties of Tahini Halva Marketed in The Southern Marmara Region of Turkey and Their Compliance with Turkish Food Codex*, Akademik Gıda, 21(1) 20-26, DOI: 10.24323/akademik-gida.1273970, 2023.

Lee, S., Mbwambo, Z., Chung, H., Luyengi, L., Gamez, E., Mehta, R., Kinghorn, A., Pezzuto, J., *Evaluation of The Antioxidant Potential of Natural Products, Combinatorial chemistry & high throughput screening*, Combinatorial Chemistry and High Throughput Screening, 35-46:1(1), 1998.

Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M., Bitkisel Yağ Teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, 1998.

Özcan, M., *Susam, Susam Yağı ve Tahinde Fiziksel-Kimyasal Analizler ve Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 1993.

Öztürk, E., Ova, G., *Yağlı Tohum Kabuklarının Biyoaktif Bileşen Potansiyeli ve Gıdalarda Kullanımı*, Akademik Gıda, 15(3) 315-321, DOI: 10.24323/akademik-gida.345280, 2016.

Pazır, F., Özdikicierler, O., Dirim, N., *Tahin Helvası Üretiminde Çöven Ekstraktı Tozunun Kullanılması*, Gıda, 38 (2) 95-101, 2013.

Rababah, T., Al-U'datt, M., Al-Mahasneh, M., Gammoh, S., Al-Qaisi, A., Ajouly, T., Alfandi, H., Al Mortadi, N., *Effect of storage of Halaweh tahinia on physicochemical and nutraceutical properties*, Annals of Agricultural Sciences, 92-97:65, 2020.

Sengun, I.Y., Hancioglu, O., Karapinar, M., *Microbiological profile of helva sold at retail markets in Izmir city and the survival of Staphylococcus aureus in this product*, Food Control, 840-844:16(10), 2005.

Soydinç, H., Başyiğit, B., Hayoğlu, İ., *Effect of Fruit Addition on the Quality Characteristics of Tahini Halva*, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20(4) 266-275, 2016.

Ünal, D., *Farklı Oranlarda Laktitol Ve Sakkaroz İlavesiyle Hazırlanan Tekirdağ Peynir Helvalarının Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye, 2011.

Var, I., Gok, F., Kabak, B., Microbiological quality of tahin helva, Proc Traditional Food Symp 23–24 September Van, Turkey 215–219, 2004.

Var, I., Kabak, B., Gök, F., *Survey of aflatoxin B1 in helva, traditional Turkish food, by TLC, Food Control*, 59-62:18, 2007.

Yamani, M.I., Isa, J.K., *Microbiological quality of tehena and development of a generic HACCP plan for its production*, World J Agric Sci, 290-297:2, 2006.

Yazicioğlu, T., Karaali, A., *On the fatty acid composition of Turkish vegetable oils*, Fette, Seifen, Anstrichmittel, 85 (1), 23-29, 1983.

Yoo, K.M., Lee, K.W., Park, J.B., Lee, H.J., Hwang, I.K., *Variation in Major Antioxidants and Total Antioxidant Activity of Yuzu (Citrus Junos Sieb Ex Tanaka) During Maturation and Between Cultivars*, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 5907-5913:52(19), 2004.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

MIGRATION OF PHTHALATE ESTERS FROM PET BEVERAGE CONTAINERS INTO REGULATED EU FOOD SIMULANTS

Asst. Prof. Gürsel İŞÇİ

Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health sciences, Agri Ibrahim Cecen University, gisci@agri.edu.tr, 0000-0002-3863-8291

Prof. Dr. Elif DAĞDEMİR

Food Engineering of Department, Agriculture Faculty, Ataturk University, Erzurum, Turkey, elifdag@atauni.edu.tr,0000-0002-5610-0188

ABSTRACT

This study aimed to investigate the migration behavior of phthalate esters (PAEs), commonly used as plastic softeners, from polyethylene terephthalate (PET) containers into food simulants. PET containers from five different brands were analyzed, and two model solutions 10% (v/v) ethanol and 3% (w/v) acetic acid, were used as food simulants. The containers were exposed to different temperatures (20 °C for 10 days, 60 °C for 10 days, and 100 °C for 4 hours). Liquid chromatography was employed for the identification and quantification of the released PAEs, with a sensitive detection limit in the ng/mL range. The results revealed that the highest level of PAEs migration occurred in the 3% (w/v) acetic acid solution under the 100 °C for 4-hour exposure, followed by the 10% ethanol solution. Although the levels of released PAEs did not present significant health hazards during the study period, particular attention was given to the rapid and elevated release observed in PET containers. These findings underscore the importance of continuous evaluation and potential updates to the existing legislation concerning PAEs in PET containers.

Keywords: Phthalate esters, PET, beverage, food packaking, food simulants,

1. INTRODUCTION

Polyethylene terephthalate (PET), which is one of the plastic materials, is commonly used in beverage containers (Cheshmazar et al., 2021). PET, a polymer developed by "British Calico Printers" in 1941, is characterized as a product of the esterification reaction between ethylene glycol (EG) and terephthalic acid (TPA), utilizing an antimony, germanium, or titanium-based catalyst (Robertson, 2013). Furthermore, PET offers several advantages due to its properties, including enhanced mechanical stability, low permeability to moisture and carbon dioxide, and high resistance to the absorption of food components and flavors. These attributes contribute to the superiority of PET compared to other plastic materials (Franz and Welle, 2008).

Since 1973, PET has emerged as a widely adopted primary packaging material for various beverages, encompassing mineral water, carbonated drinks, drinking water, and vegetable oils. In the present context, PET continues to be extensively utilized as a fundamental packaging material for these beverage categories (Franz and Welle, 2008). Moreover, PET is increasingly finding diverse applications in the manufacturing of microwave-safe trays, plates, and food packaging films. Its versatility and suitability for these purposes are contributing to its growing usage in these specific areas (Peñalver et al., 2021). Although PET is known for its high inertness as a packaging material, it is important to acknowledge the possibility of chemical compounds migrating from PET packaging into the food contents(Li et al., 2019). Studies indicate that prolonged storage of foods in PET packaging and exposure to certain unfavorable conditions (e.g., intense agitation, elevated temperatures, solar radiation, etc.) may raise concerns regarding the possible migration of chemicals present in the plastic matrix (Ebrahimi et al., 2016). Under various environmental factors such as temperature, UV exposure, contact time, and food composition, substances like ethylene glycol, Sb, and terephthalic acid can migrate from PET packaging materials into food products, potentially leading to several health issues (Carneado et al., 2014; Wang et al., 2022). The phenomenon known as migration is characterized as a diffusion process, wherein substances can transfer from PET packaging materials into food products due to various environmental factors (Arvanitoyannis and Kotsanopoulos, 2013). Migration can occur in two directions: from the packaging material to the food or from the food to the packaging material. The transfer of any component from the food to the packaging material is defined as sorption, whereas the transfer of any component from the packaging material to the food is referred to as migration (Franz and Welle 2008). The migration rate and extent arising from the interaction between packaging and food are subject

to the influence of multiple factors. These factors include the properties of the packaging material, such as the type of polymer, its thickness, and permeability (Bhunia et al., 2013; Helmroth et al., 2002), the duration of food-packaging interaction (Arvanitoyannis and Kotsanopoulos, 2013), as well as external variables like temperature and the chemical composition and concentration of the migrating substances (de Fátima Poças and Hogg, 2007). PET packaging, a widely used plastic polymer in food production, may lead to the migration of various components, including antimony and phthalate esters, into foods stored for prolonged periods under environmental conditions such as acidic environments, high temperatures, and exposure to sunlight (Fasano et al., 2012; Jeddi et al., 2016). The analysis of migrants and their concentrations that could potentially transfer from packaging materials to food is of paramount importance, considering the potential presence of these chemical compounds in food and their potential adverse effects on human health. In the current research, we scrutinized PET packaging materials obtained from various Turkish companies for specific migration in compliance with regulations established by both the European Union and the Turkish Food Codex. The objective was to explore the potential migration of Phthalate Esters (PAEs) through migration tests. Additionally, specific migration tests were carried out under more rigorous conditions, elevating the temperature to 20 °C for 10 days, 60 °C for 10 days, and 100 °C for 4 hours. This was done to evaluate the potential influence of elevated temperatures on migration behavior.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Instrumentation

The analysis of PAEs was conducted using the Agilent 6460 Triple Quadrupole LC/MS system (Model K6460) with a Jet Stream electrospray ionization source (Model G1958B). The LC/MS system was complemented with an Agilent 1200 Series Vacuum Degasser (Model G1322A) system, Agilent 1290 Series Infinity Quaternary Pump (Model G4204A) system, Agilent 1260 Series Infinity Autosampler (Model G4226A), and Agilent 1200 Series thermostatted column oven (Model G1316A) to ensure precise and efficient analysis. For sample pretreatment, a vortex (IKA, Germany) and a high-speed centrifuge (≥4500 r/min; Thermo Fisher Scientific Inc.) were employed .

2.2. Chemicals and reference materials

A mixture of six PAE standards, namely dimethyl phthalate (DMP), diethyl phthalate (DEP), di-n-butyl phthalate (DBP), butyl benzyl phthalate (BBP), di-n-octyl phthalate (DNOP),

and di-ethylhexyl phthalate (DEHP), was provided by Dr. Ehrenstorfer (Augsburg, Bavaria, Germany) at a concentration of 2000 µg/mL. Additionally, Di-isodecyl phthalate (DIDP, 99%) and dinonyl phthalate (DINP, 99%) were procured from Sigma-Aldrich (St. Louis, USA) as chemical standards for analysis. For the chromatographic analysis, analytical grade acetonitrile (LiChrosolv® for LC-MS), formic acid (>98%), and acetic acid (100% glacial) were sourced from Sigma-Aldrich (St. Louis, USA) to ensure high purity and reliability of the solvents and mobile phases. To ensure precise sample preparation, chromatographic PTFE filters with a pore size of 0.45 µm were obtained from ISOLAB (Wertheim, Germany).

2.3. Specific migration tests

In accordance with the European regulation mentioned above, migration tests were conducted to assess the potential transfer of substances from PET bottles into food simulants. The chosen food simulants were derived from Table II of annex III, specifically including (A) 10% (v/v) ethanol and (B) 3% (w/v) acetic acid (Table 1). These simulants were selected based on their ability to represent hydrophilic substances that may be extracted from foods. Food simulant A was designated for foods with a pH above 4.5, while food simulant B was intended for foods with a pH below 4.5, catering to a diverse range of acidic and alkaline food products.

The migration tests aimed to simulate the worst foreseeable contact conditions in terms of time and temperature. For the aim, specific migration tests were conducted under more severe conditions, raising the temperature to 20 °C for a duration of 10 days, 60 °C for a duration of 10 days, and 100 °C for a duration of 4 hours to assess the potential impact of elevated temperatures on migration behavior. The analysis included measuring the individual species of PAEs under the same LC-MS/MS conditions as described previously.Each food simulant underwent two replicates, ensuring reliable and statistically significant results.

Furthermore, By employing rigorous testing procedures and adhering to the specified conditions, this study aimed to provide valuable insights into the migration characteristics of PET bottles under realistic and extreme scenarios, thus contributing to the safety assessment of food and beverage packaging materials.

2.4. The PAEs determination in food simulants by LC-MS/MS

To determine migration of PAEs in PET packaging materials, prepared samples were immersed in food simulants as described in the migration test. The test conditions (temperature/duration) specified in Table 1 were applied to the samples. For the extraction of

PAEs from each food simulants, 5 g of the simulants was weighed and transferred to a 25 mL glass centrifuge tube, and NaCl was added until a saturated salt layer was formed. Subsequently, 5 mL of acetonitrile was added to the mixture, and vortexed for 1 minute. The mixture was then centrifuged at 4000 rpm for 2 minutes. After centrifugation, the resulting acetonitrile phase was collected and passed through a 0.45 µm filter before being introduced into the LC/MS-MS device for the determination of PAEs extractions (Xu et al., 2014).

2.5. Statistical analysis

ANOVA was used to analyze statistical significance between group means for all data. All statistical calculations were performed using SPSS Statistical Software (Version 22 Armonk, NY, IBM Corp., USA).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Quality assurance

The LC-MS/MS instrument underwent method verification for PAE analysis, and its performance was assessed based on key parameters such as linearity, recovery, Limit of Detection (LOD), and Limit of Quantification (LOQ) values. Table S1 provides R2 values, LODs, and LOQs for each analyte. The R2 values obtained, ranging from 0.996 to 0.999, indicate excellent linearity and precision in the analytical method. The LODs and LOQs for all PAEs varied between 0.344 and 6.272 ng/mL, showcasing the method's sensitivity and capability to detect low levels of PAEs in the samples. With the method successfully optimized and verified, it was then applied to quantify PAE amounts in all food simulant samples throughout the study.

3.1. Specific migration of PAEs into food simulants

Results of the specific migration tests of PET bottles from different brands under three test conditions are presented in Table 2. As shown in the table, the brand factor does not exhibit statistical significance for all investigated PAEs ($p>0.05$). On the other hand, the food simulant factor shows significant effects at the $p<0.01$ level for all PAEs, except for DBP and BBP analytes. Additionally, the test condition factor significantly influenced the DINP, DNOP, DIDP, and DEHP PAEs at the $p<0.01$ level. The results of PAEs migration from PET into food simulant A (for aqueous foods with pH > 4.5) and food simulant B (for acidic foods with pH < 4.5) following ten days of contact at 20 ± 0.5 °C, 60 ± 0.5 °C, and four hours of contact at 100

± 0.5 °C are presented in Table 3. PAEs are subject to specific restrictions and specifications and are allowed for use under certain conditions. PAEs whose use is restricted are listed in Annex I of Regulation (EU) 10/(2011), which covers plastic materials and articles intended for food contact. The specific upper limits for these PAEs in food simulants are as follows: DBP (0.3 mg/kg), BBP (30 mg/kg), DEHP (1.5 mg/kg), DINP (9 mg/kg), and DIDP (9 mg/kg). During the analysis, the measured concentrations of PAEs ranged from ND to 39.74 ng/mL, and they were found to be lower than the upper limits set by the EU regulation 10/2011 for PAEs migration in food simulants. However, notable differences were observed in the PAEs migration values between food simulant A and food simulant B. The observed higher migration values of PAEs in food simulant B can be attributed to the ability of organic acid to penetrate the plastic packaging material (Table 4). This penetration causes swelling of the polymer and alters its physical structure. As a result, the diffusivity of potential migrants increases, leading to enhanced migration rates (Sánchez-Martínez et al., 2013). Similarly, Bosnir et al. (2003) reported that the highest rate of PAEs release was observed in 3% acetic acid. An increase in specific migration values was observed in PET bottles examined under different test conditions with an increase in temperature (Table 5). Under the conditions of refrigerator and room temperature, BBP and DEHP were not detected in both food simulants, while the other examined PAEs were found to be present. The application of high temperatures is believed to cause the expansion of PET and lead to an increase in migration events (de Fátima Poças and Hogg, 2007). The average levels of PAEs among the different companies did not show a significant difference under the examined test conditions ($p>0.05$). However, significant differences were observed for DINP, DIDP, DNOP, and DEHP PAEs under the test conditions ($p<0.01$). Based on the analyses conducted under three test conditions for PET bottles obtained from different brands and not in contact with food, it was observed that none of the samples exceeded the legal limits set by the European Union's Regulation on Food Contact Materials and Articles (Table 6). There is limited research specifically examining the migration of substances from PET into these PAEs. Our findings align with the results of Li et al. (2019) who conducted research on PET materials in contact with food simulants, including DBP and DEHP phthalate esters, in a 20% ethanol solution at 55°C for 48 hours and 70°C for 24 hours. They reported that DEHP were not detected, and only DBP was found at a level of 0.60±0.10 µg/g in PET packaging materials stored at 70°C for 24 hours. However, our research results showed significantly higher migration levels. In their study, Bosnir et al. (2003) investigated the migration levels and rates of PAEs in plastic food packaging materials in three model

solutions (distilled water, 10% ethyl alcohol, and 3% acetic acid). They reported that the highest phthalate levels were found in distilled water (54.5 mg/kg), followed by 3% acetic acid (44.4 mg/kg), and 10% ethyl alcohol (32.3 mg/kg). Our research findings are in line with a similar study conducted by Yang et al. (2017) where they reported that the concentration of DEHP increased with an increase in the temperature of the test condition. They also observed that both DEHP concentrations reached their maximum levels when exposed to strong acidic conditions with a pH of 3. It is important to note the variations in migration levels reported by different studies, which may be attributed to various factors such as test conditions, contact time, temperature, and specific chemical properties of the materials involved. In conclusion, the results of this study indicate that the specific migration values of PAEs into standardized aqueous food simulants are significantly lower than both the EU upper specific limit. The findings suggest a minimal tendency for PAEs migration from PET into food under typical usage conditions, leading to the conclusion that concerns about potential toxic effects from PAEs leaching from PET bottles are unwarranted. PET packaging can be deemed safe concerning PAEs migration for all types of food simulants.

4. CONCLUSION

The primary aim of this study was to investigate the migration behavior of PAEs, commonly used as plastic softeners, from PET containers into food simulants. To achieve this, PET containers from five different brands were carefully analyzed. The PET containers were subjected to exposure with two model solutions: (A) 10% (v/v) ethanol and (B) 3% (w/v) acetic acid, at different temperatures (20 °C for 10 days, 60 °C for 10 days, and 100 °C for 4 hours). Liquid chromatography was utilized to identify and quantify the released PAEs, with a sensitive detection limit in the ng/mL range. The results indicated that under the 100 °C for 4-hour exposure, the highest level of released PAEs was observed in the 3% (w/v) acetic acid solution, followed by the 10% ethanol solution. Although the study findings suggested that the levels of released PAEs did not pose significant health hazards during the study period, special attention was given to the highest and fastest release observed in PET containers. These results emphasize the need for ongoing evaluation and potential updates to the existing legislation regarding PAEs in PET containers. Continuous monitoring and research in this area are crucial to ensure the safety and quality of food contact materials.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Table Captions

Table 1. Test Conditions Provided by the European Union for Specific Migration.

Table 2. The variance analysis results of the specific migration analysis of PET bottles from different brands under three test conditions.

Table 3. Specific migration analysis results of PET bottles from different brands under three test conditions (ng/mL).

Table 4. Duncan's multiple comparison test results for the specific migration analysis of PET bottles under food simulants.

Table 5. Duncan's multiple comparison test results for the specific migration analysis of PET bottles under three test conditions.

Table 6. The results of the Duncan multiple comparison test for the specific migration analysis of PET bottles from different brands (ng/mL).

Table 1. Test Conditions Provided by the European Union for Specific Migration

Test No	European Union Test Conditions	Intended Real Food Contact Conditions	Food Simulant	References
SM1	20°C 10 days	Contact conditions in refrigerator or freezer conditions, including all temperatures within those ranges.	A and B	(EU)10/2011
SM2	60°C 10 days	Contact conditions at room temperature and lower, lasting for more than 6 months.	A and B	(EU)10/2011
SM3	100°C 4 hours	All types of contact conditions above 40°C.	A and B	(EU)10/2011

Table 2. The variance analysis results of the specific migration analysis of PET bottles from different brands under three test conditions.

Variation Parameters	SD	F score							
		DINP	DIDP	DNOP	DEHP	DBP	BBP	DEP	DMP
Brand (A)	4	1.075	1.241	0.893	1.00	0.972	-	0.577	0.157
Food simulant (B)	1	15.119**	16.232**	19.854**	14.443**	1.068	-	38.452**	141.494**
Test conditions (C)	2	14.769**	16.218**	17.46**	14.443**	0.952	-	3.329	2.278
B×C	2	15.068**	16.814**	15.498**	14.443**	0.952	-	0.537	0.336
A×C	8	0.973	1.288	1.346	1.00	1.00	-	1.047	2.81
A×B	4	0.961	1.189	1.038	1.00	0.972	-	2.488	3.413
Eror	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	30	-	-	-	-	-	-	-	-

*p<0.05 indicates statistical significance, **p<0.01 indicates high statistical significance.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

Table 3. Specific migration analysis results of PET bottles from different brands under three test conditions (ng/mL).

Test conditions		Food Simulant A					Food Simulant B				
	PAEs	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
Refrigerator Conditions (SM1)	DMP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	12.82	1<LOD	9.87	10.87	<LOD
	DEP	7.29	6.80	6.95	4.81	4.80	1.13	0.23	0.40	7.75	5.21
	BBP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	DBP	3.98	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	DEHP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	DNOP	2.27	2.28	2.62	1.72	2.09	2.91	2.82	2.42	2.35	2.89
	DIDP	7.77	7.92	8.52	8.44	7.68	7.52	7.24	8.64	7.71	8.78
	DINP	5.73	5.88	5.94	5.75	6.15	5.83	5.81	5.89	5.47	5.80
Room Temperature Conditions (SM2)	DMP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	9.53	7.53	12.84	10.26	9.83
	DEP	6.80	6.97	6.10	4.10	3.61	1.29	1.71	0.24	0.33	0.58
	BBP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	DBP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	DEHP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	DNOP	2.81	2.29	2.32	2.65	1.97	2.66	1.41	3.42	2.53	2.61
	DIDP	8.77	7.67	6.69	7.68	7.36	7.46	7.69	7.86	7.56	6.69
	DINP	5.48	5.40	5.95	6.01	5.80	5.58	5.95	5.69	6.17	6.01
Extreme Conditions (>40°C, SM3)	DMP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	10.04	9.72	10.56	10.60	11.29	10.95
	DEP	4.79	5.72	5.36	5.57	0.77	0.47	1.34	1.57	0.56	0.44
	BBP	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	DBP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
	DEHP	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	21.33	27.55	30.70	31.88
	DNOP	2.31	2.31	2.42	2.44	3.09	2.82	10.62	9.88	12.27	12.36
	DIDP	6.58	7.61	7.69	8.78	7.51	7.34	30.29	37.14	39.44	39.74
	DINP	5.67	5.57	5.46	6.18	5.66	5.78	26.26	31.03	33.21	33.14

Table 4. Duncan's multiple comparison test results for the specific migration analysis of PET bottles under food simulants.

Food simulants	N	DINP	DIDP	DNOP	DEHP	DBP	BBP	DEP	DMP
A	15	5.78±0.24b	7.78±0.65b	2.37±0.34b	<LOD	<LOD	ND	5.36±1.70a	<LOD
B	15	12.51±11.59a	15.41±13.43a	4.93±4.03a	7.43±12.94a	<LOD	ND	1.55±2.17b	9.78±2.99a

a-b: Numbers labeled with different letters are statistically different from each other.

Table 5. Duncan's multiple comparison test results for the specific migration analysis of PET bottles under three test conditions.

Test Conditions	N	DINP	DIDP	DNOP	DEHP	DBP	BBP	DEP	DMP
SM1	10	5.82±0.17b	8.02±0.53b	2.44±0.38b	<LOD	<LOD	ND	4.54±2.92a	4.36±5.680a
SM2	10	5.80±0.26b	7.54±0.59b	2.46±0.53b	<LOD	<LOD	ND	3.17±2.71ba	4.99±5.42a
SM3	10	15.80±13.14a	19.21±15.23a	6.05±4.56a	11.15±14.64a	<LOD	ND	2.66±3.37b	6.32±4.46a

a-b: Numbers labeled with different letters are statistically different from each other.

Table 6. The results of the Duncan multiple comparison test for the specific migration analysis of PET bottles from different brands (ng/mL).

Brands	N	DINP	DIDP	DNOP	DEHP	DBP	BBP	DEP	DMP
F1	6	5.68±0.13[a]	7.57±0.71[a]	2.63±0.28[a]	<LOD	0.66±1.63[a]	ND	3.62±3.05[a]	5.34±5.97[a]
F2	6	9.14±8.39[a]	11.40±9.26[a]	3.62±3.46[a]	3.55±8.71[a]	<LOD	ND	3.79±3.03[a]	4.68±5.23[a]
F3	6	9.99±1.31[a]	11.76±11.97[a]	3.85±2.98[a]	4.59±11.25[a]	<LOD	ND	3.44±3.04[a]	5.56±6.17[a]
F4	6	10.47±11.14[a]	13.27±12.83[a]	3.99±4.07[a]	5.12±12.53[a]	<LOD	ND	3.85±2.91[a]	5.40±5.93[a]
F5	6	10.43±11.13[a]	12.96±13.14[a]	4.17±4.04[a]	5.31±13.02[a]	<LOD	ND	2.57±2.23[a]	5.14±5.64[a]

a-b: Numbers labeled with different letters are statistically different from each other.

Supplementary Table Captions

Table S1. R2, LOD, and LOQ values for analytes.

Table S1. R^2, LOD, and LOQ values for analytes.

Analytes	R^2	LOQ (ng/mL)	LOD (ng/mL)
DMP	0.9981	6.272	1.881
DEP	0.9985	1.165	0.344
BBP	0.9984	1.723	0.517
DBP	0.9993	1.891	0.567
DEHP	0.9992	3.920	1.176
DNOP	0.9989	4.490	1.347
DINP	0.9956	3.546	1.063
DIDP	0.9994	1.581	0.474

5. REFERENCES

Arvanitoyannis, I.S., Kotsanopoulos, K. V., 2013. Migration phenomenon in food packaging. food-package interactions, mechanisms, types of migrants, testing and relative legislation-A review. Food Bioprocess Technol. 7, 21–36. https://doi.org/10.1007/S11947-013-1106-8/TABLES/2

Bhunia, K., Sablani, S.S., Tang, J., Rasco, B., 2013. Migration of chemical compounds from packaging polymers during microwave, conventional heat treatment, and storage. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 12, 523–545. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12028

Bosnir, J., Puntarić, D., Skes, I., Klarić, M., Simić, S., Zorić, I., 2003. Migration of phthalates from plastic products to model solutions. Coll. Antropol. 27 Suppl 1, 23–30.

Carneado, S., Hernández-Nataren, E., López-Sánchez, J.F., Sahuquillo, A., 2014. Migration of antimony from polyethylene terephthalate used in mineral water bottles. Food Chem. 166, 544–550. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.041

Cheshmazar, E., Arfaeinia, L., Vasseghian, Y., Ramavandi, B., Moradi, M., Hashemi, S.E.,

Asgari, E., Arfaeinia, H., Dragoi, E.N., Mousavi Khaneghah, A., 2021. Phthalate acid esters in pickled vegetables packaged in polyethylene terephthalate container: Occurrence, migration, and estrogenic activity-associated risk assessment. J. Food Compos. Anal. 99, 103880. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103880

de Fátima Poças, M., Hogg, T., 2007. Exposure assessment of chemicals from packaging materials in foods: a review. Trends Food Sci. Technol. 18, 219–230. https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2006.12.008

Ebrahimi, A., Moazeni, M., Esfandiari, Z., Estaki, F., Majd, A.M.S., Mirlohi, M., Moghadam, Z.A., Falahati, M., Pourzamani, H., 2016. Qualitative evaluation of bottled water stored in polyethylene terephtalate based on organic chemical compounds. Anuário do Inst. Geociências - UFRJ 39, 29–35. https://doi.org/10.11137/2016_2_29_35

EU, 2011. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. Off. J. Eur. Union 220, 1–89.

Fasano, E., Bono-Blay, F., Cirillo, T., Montuori, P., Lacorte, S., 2012. Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di(2-ethylhexyl)adipate from food packaging. Food Control 27, 132–138. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.005

Franz, R., Welle, F., 2008. Migration measurement and modelling from poly(ethylene terephthalate) (PET) into soft drinks and fruit juices in comparison with food simulants. Food Addit. Contam. Part A 25, 1033–1046. https://doi.org/10.1080/02652030701837381

Helmroth, E., Rijk, R., Dekker, M., Jongen, W., 2002. Predictive modelling of migration from packaging materials into food products for regulatory purposes. Trends Food Sci. Technol. 13, 102–109. https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00031-6

Jeddi, M.Z., Rastkari, N., Ahmadkhaniha, R., Yunesian, M., 2016. Endocrine disruptor phthalates in bottled water: daily exposure and health risk assessment in pregnant and lactating women. Environ. Monit. Assess. 188. https://doi.org/10.1007/S10661-016-5502-1

Li, B., Wang, Z.-W., Bai, Y.-H., 2019. Determination of the partition and diffusion coefficients of five chemical additives from polyethylene terephthalate material in contact with food simulants. Food Packag. Shelf Life 21, 100332. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100332

Peñalver, R., Arroyo-Manzanares, N., Campillo, N., Viñas, P., 2021. Targeted and untargeted gas chromatography-mass spectrometry analysis of honey samples for determination of migrants from plastic packages. Food Chem. 334, 127547. https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2020.127547

Robertson, G.L., 2013. Food Packaging: Principles and Practice, 3rd editio. ed. CRC Press, England.

Sánchez-Martínez, M., Pérez-Corona, T., Cámara, C., Madrid, Y., 2013. Migration of antimony from PET containers into regulated EU food simulants. Food Chem. 141, 816–822. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.067

Wang, A., Stancik, C.M., Yin, Y., Wu, J., Duncan, S.E., 2022. Performance of cost-effective PET packaging with light protective additives to limit photo-oxidation in UHT milk under refrigerated LED-lighted storage condition. Food Packag. Shelf Life 31, 100773. https://doi.org/10.1016/J.FPSL.2021.100773

Xu, D., Deng, X., Fang, E., Zheng, X., Zhou, Y., Lin, L., Chen, L., Wu, M., Huang, Z., 2014. Determination of 23 phthalic acid esters in food by liquid chromatography tandem mass spectrometry. J. Chromatogr. A 1324, 49–56. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2013.11.017

Yang, J., Li, Y., Wu, X., Ren, L., Zhang, J., Wang, Y., Zhang, Y., Sun, C., 2017. Gas chromatography-triple quadrupole tandem mass spectrometry for successive single-surface migration study of phthalate esters from polythene film. Food Control 73, 1134–1143. https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2016.10.029

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

MISIR'DA TUZ STRESİ

Yüksek Lisans Öğr. Ziraat Mühendisi Mehmet Selman GÜDÜCÜ
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Selçuk Üniversitesi, Konya, TÜRKİYE
mehmetselmang@gmail.com

ÖZET

Son yıllarda tüm dünyada özellikle kurak ve yarı kurak toprakların verimliliği tehdit eden tuzluluk gün geçtikçe artmaktadır. Bitkiler tuzluluğa karşı adapte olmakta zorlanmakta ve yaşamlarını devam ettirmeleri riskli olmuştur. Tuz stresi, dünyada bitkisel üretimi doğrudan etkileyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden olup bitkisel çeşitliliği etkileyen başlıca stres faktörlerindendir. Tuz stresi bitkilerde ozmotik ve iyon stresine neden olarak büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir. Sürdürülebilir tarım geleceği için tuzluluk stresine için gerekli önlemler alınmalı oluşabilecek ekonomik zararların önüne geçilebilir.

Mısır bitkisi (*Zea mays L*), dünyada buğday ve arpadan sonra stratejik öneme sahip bitkiler arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Kullanım alanı oldukça yaygın ve üretimi fazla olan mısır bitkisi insan ve hayvan beslenmesinde önem arz etmektedir. Mısır bitkisi, abiyotik stres faktörlerinden olan tuzluluk stresinden etkilenmektedir. Mısır'da tuzluluk stresinin etkileri ilk olarak köklerde başlar, gövdeyi etkileyerek büyümeyi yavaşlatabilir, verim ve kaliteyi etkiler. Mısırda tuzluluk stresi oksidatif stresin artmasına, osmotik ve iyonik strese neden olur. Bitki hücrelerinin su alımını ve fotosentez enzim aktivesini etkileyerek bitkinin gelişimini engeller ya da ölümüne neden olur.

Son yıllarda artan abiyotik stres faktörleri tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemekte olup bilhassa yakın gelecekte artan kuraklık sonucunda beklenen tuzluluk sorununun tarımsal üretime büyük ölçüde zarar verdiği ve tuzluluk stresinin ne denli önemli olduğu daha iyi anlaşılmıştır.

Bu çalışmada tuzluluk stresinin mısır bitkisi üzerindeki etkilerini incelenmiş, tuzluluk stresinin bitkiler üzerindeki etkileri ve toleransları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Tuzluluk stresi, Abiyotik stres, Mısır (*Zea mays L*)

SALT STRESS İN CORN

ABSTRACT

In recent years, the fertility of arid and semi-arid soils has been threatened all over the world. The salinity is increasing day by day. Plants have difficulty adapting to salinity and ıt has been risky for them to continue their lives. Salt stress directly affects crop production in the World ıt is one of the most important abiotic stress factors affecting plant diversity factors. Salt stress causes osmotic and ion stress in plants, affecting growth and ıt negatively affects

development. From salinity stress to the future of sustainable agriculture Necessary precautions should be taken and economic damages that may occur can be prevented.

The corn plant (*Zea mays L*) is of strategic importance after wheat and barley in the World ıt occupies the third place among plants. The usage area is quite common and the production is high the corn plant is important in human and animal nutrition. Corn plant, abiotic ıt is affected by salinity stress, which is one of the stress factors. Effects of salinity stress in egypt ıt first starts at the roots, can slow down growth by affecting the stem, yield and quality effects. Salinity stress in corn causes increased oxidative stress, osmotic and ionic stress. By affecting the water uptake of plant cells and photosynthesis enzyme activity, it contributes to the development of the plant or ıt also causes his death.

Abiotic stress factors, which have increased in recent years, adversely affect agricultural production and especially in the near future, as a result of the increasing drought, the expected salinity problem is agricultural ıt's better that it greatly harms production and how important salinity stress is understood.

In this study, the effects of salinity stress on corn plants were examined. The effects of stress on plants and their tolerance have been studied.

Keywords: Drought, Salinity stress, Abiotic stress, Maize (*Zea mays L*)

1. GİRİŞ

Stres, bitkilerde büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyen önemli metabolik ve fizyolojik değişimlerle üründe nitelik ve niceliğin azalmasıyla bitki ve bitki organlarının normal yaşamsal işleyişini kaybetmesine neden olmaktadır (Kacar ve ark., 2009).

Bitkinin yaşam ortamındaki faktörlere karşı maksimum düzeyde cevap verebiliyorsa çevresel faktörler tarafından stres boyutunda etkilenmeye başlamamış demektir. Tersi durumda referans değerlerin dışında oluşan değişmeler, gerilim sonucu bitkinin cevap verme düzeyinde farklılaşmalara neden olursa, bu durum stres olarak nitelendirilir (Korkmaz ve Durmaz, 2017).

Bitkiler, erken gelişim ve büyüme başta olmak üzere yaşamlarının birçok evresinde çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden etkilenmektedir (Liang ve ark., 2018). Özellikle tahıl bitkilerinde, tarımsal verim ve ürün kalite kaybına sebep olan toprak tuzluluğu, bu abiyotik stres faktörlerinin başında gelmektedir (Kiremit ve ark., 2017).

Toprakta çözünür tuzların birikmesiyle meydana gelen toprak tuzluluğu, farklı nedenlerden kaynaklanmaktadır. İklimsel ve jeolojik değişikliklere bağlı olarak yağışa oranla daha yüksek buharlaşma sonucu oluşan tuz birikimi, özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz drenaja sahip alanlarda, düşük kaliteli ve tuz oranı yüksek suların sulama suları olarak bilinçsiz kullanımı sonucu önemli tarım arazilerinde tuzluluk sorununa sebep olmaktadır.

Günümüzde elektriksel iletkenlik değeri 4 dS m^{-1} (40 mM'a eşdeğer) veya daha fazla olan topraklar, "tuzlu topraklar" olarak kabul edilmektedir (Acosta-Motos ve ark., 2017). Topraktaki tuzluluktan dolayı sürekli artan tuz düzeyi, bitkilerin su ve mineral besin

alımını engelleyerek bitkilerin her geçen gün bu duruma adapte olmasını güçleştirmekte ve bitkilerde tuz stresine sebep olmaktadır (Isayenkov, 2012).

Tuz stresi; çimlenme, fide gelişimi, vejetatif ve olgunluk aşamaları da dâhil olmak üzere hemen hemen bütün büyüme ve gelişme aşamalarında bitki metabolizmasını olumsuz etkileyen oldukça karmaşık bir abiyotik strestir. Tuz stresi, bitkilerin kullanabileceği su miktarını azaltan bir ozmotik stres (erken/kısa vadeli etki) ile iyon miktarının toksik bir seviyeye ulaşmasına neden olan bir iyonik stres (geç/uzun vadeli etki) oluşturarak bitkileri hücre, organ ve tüm bitki düzeyinde doğrudan etkiler (Muchate ve ark., 2016).

Tuz stresinin erken döneminde gözlenen ozmotik stres, tuz uygulamasından birkaç saat sonra veya birkaç gün içinde ortaya çıkmaya başlar ve su ile mineral madde alımının, kök büyümesinin, hücre uzamasının, yaprak gelişiminin, yeni oluşan yaprak sayısının azalmasıyla sonuçlanır (Carillo ve ark., 2011). Yüksek tuz konstrasyonu, bitkilerin köklerinde hücre membranlarının seçiciliğini bozarak topraktan su ve mineral besin elementlerinin alımını engelleyip besin dengesizliğine yol açarken bitki yapraklarında ise dehidrasyona ve turgor kaybına yol açarak yaprak sararmasına ve nihayetinde yaprak hücrelerinin ve dokularının ölümüne sebep olur (Isayenkov, 2012). Bu süreç, stomaların kapanması sonucunda karbon asimilasyonunun yavaşlaması ve fotosentetik elektron taşıma aktivitelerinin azalması nedeniyle oldukça önemlidir. Tuzluluk stresinin sebep olduğu karbon asimilasyon hızının azalması, fotosentez ve enzim aktivitelerinin inhibisyonu gibi uzun vadeli etkiler, çoğunlukla yüksek tuz konsantrasyonuna maruz kalan bitkilerin dokularında sodyum (Na^+) ve klor (Cl^-) iyonlarının birikim göstermesi ile ortaya çıkan sodyum ve klor toksisitesinden kaynaklanır (Muchate ve ark., 2016).

Bitkiler, tuz stresine özellikle sağlıklı bir bitki oluşumu için en önemli aşamalar olan çimlenme ve erken fide gelişimi döneminde çok daha duyarlıdır. Çimlenme oranı, çimlenme hızı ve kök ile sürgün uzamasında tuzluluğa bağlı olarak görülen azalmalar, ozmotik etki ve spesifik iyon toksisitesinin kombinasyonundan kaynaklanır (İbrahim, 2016). Tuz stresi, bitkilerde büyümeyi ve verimliliği önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Parida ve Das, 2005). Bitki büyümesi iki nedenden dolayı engellenmektedir: İlki, toprak çözeltisinde biriken tuz, tuzluluğun ozmotik veya su eksikliği etkisinden kaynaklı olarak bitkinin su alma kabiliyetini düşürür ve bunun sonucunda da bitkinin büyüme hızı azalır. İkincisi ise, tuzluluğun tuza özgü veya iyon toksisitesi etkisiyle ilişkilidir ve bitki köklerinden giren aşırı miktarda tuz iyonları, transpirasyon kanalı vasıtasıyla gövdeye taşınarak yapraklarda birikir. Bu durum yaprak hücrelerinde hasara yol açar ve bitki büyümesini daha fazla azaltır (Parihar ve ark., 2015; Munns ve Tester, 2008). Tuz stresi, bitkilerde çeşitli organların taze ve kuru ağırlıkları üzerinde de etkili olup bitkilerde biyokütle birikiminde azalmaya yol açar ve büyümenin yavaşlamasına neden olur. Tuz stresi bitki boyu, yaprak alanı ve biyokütle birikimi gibi büyüme parametrelerini azaltarak bitkilerde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Saleh, 2012).

Mısır bitkisi, gen merkezi ve orijini Amerika kıtasına rağmen gerek dünyada gerek ülkemizde üretimi insan ve hayvan beslenmesi açısından oldukça önemlidir. Ülkemizde buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada olan mısır üretimi yaygındır. Mısır bitkisi tuzluluğa oldukça duyarlı olup yetiştirme alanındaki elektriksel geçirgenlik değeri direkt ürün

verimini etkilemektedir. Mısır tarımı yapılan topraklarda EC değerinin titizlikle saptanması gerekli bir koşuldur.

2. Tuz Stresi

Tuz stresi genel olarak dünyada tarımsal üretimi yapılan bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkileyen, ürün verimliliğini oldukça azaltan, abiyotik stres türlerinden biridir. Tuz stresi topraktaki çözünebilir tuzların artışıyla meydana gelir. Bu tuzlar sülfatlar, klorürler, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlardır. Fakat doğada en çok rastlanan tuz formu sodyum klorür (NaCI)' dür (Dölarslan ve Gül, 2012). Toprak tuzluluğu arttıran küresel ısınma nedeniyle iklim değişikliklerin hava kirliliği hatalı tarım uygulamaları gibi faktörler yer alır. Türkiye'de bulunan topraklarda yaklaşık 1.5 milyon hektarlık kısımda tuzluluğun artması görülmektir (Doğru ve Canavar, 2020). Tarım alanlarında görülen bu tuzluluk artışının özellikle ürün kalitesi ve verimdeki düşüşe bağlı ekonomik kayıplar öngörülmektedir (Doğru ve Canavar, 2020).

Toprak tuzluluğun artmasına bağlı olarak tuz stresi bitkilerde; morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve molekül düzeydeki bozulmalar nedeniyle bitki yaşam kalitesini bozmaktadır. Bitkinin türüne ve genotipine bağlı tuz stresine karşı farklı tepkiler görülebilmektedir.

Tuz stresi, toprakta NaCl ve diğer çözülebilir tuz miktarının artışına paralel olarak bitkinin büyüme ve gelişimi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Toprak çözeltisinde tuz konsantrasyonunun artması ve su potansiyelinin azalması, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelini düşürmekte ve bitkilerde bir dizi tepkinin oluşmasına neden olmaktadır (Glenn et al., 1997). Dolayısıyla, tuz stresi yoğunluk ve süresine bağlı olarak bitkilerde büyüme, gelişme, çimlenme, hücre bölünmesi, fotosentez gibi pek çok biyolojik olayı etkilemektedir (Bressan, 2008).

Bitkilerin tuza karşı gösterdikleri hassasiyete göre halofitler ve glikofitler olarak iki gruba ayrılırlar. Tuz hassasiyeti olan bitkiler yani glikofitler (buğday, mısır, pirinç vb.) tuzlu ortamda kontrolsüz bir iyon alımı yaparlar. Tuzluluk stresi ilk olarak kök bölgesinde meydana gelir. Glikofitler yüksek yoğunlukta tuz ile karşılaştıklarında köklerin gelişimi engellenmekte ve iyon toksitesine sebep olurlar. Toksite bitkide büyümedeki sınırlanma ve daha çok vejetatif bölgelerde görülür. Yani tuzluluk stresi glikofitlerde fizyolojik ve morfolojik etkileri sonucu belirtiler gösterir.

Tuz stresinin bitkiler üzerinde oluşturduğu etkiler 3 temel grupta incelemek mümkündür. Bunlar; Ozmotik stres, İyonik stres ve Reaktif Oksijen Türleri (ROS) oluşumudur (Yang ve Guo, 2018).

2.1. Ozmotik Stres

Tuz stresi, toprak ortamında sodyum klorür ve diğer çözülebilir tuz miktarındaki artışla birlikte bitkinin büyüme ve gelişimi üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Toprak ortamında tuz miktarının artması ve su potansiyelinin azalması, hücrelerin ozmotik

potansiyelini azaltmakta ve bitkilerin köklerden su alımını engelleyerek ozmotik strese neden olmaktadır (Yılmaz ve ark., 2011).

Ozmotik stres, toprak ve sudaki yüksek tuz konsantrasyonlarının etkisinden kaynaklanmaktadır. Topraktaki fazla çözünür tuzlar, kök yüzeyindeki su potansiyelini azaltmakta, böylece bitkinin su alımını azalmakta (yani bitkide su mevcudiyetini azaltır), bu da bitkilerde su açığına yol açmaktadır (Yang ve Guo, 2018).

2.2. İyonik Stres

İyonik stres, bitki yaşam kalitesini olumsuz etkileyen tuzluluğun sekonder etkisi olarak ortaya çıkmaktadır. Bitki hücrelerindeki yüksek tuz (NaCl) konsantrasyonları (esas olarak Na^+) iyonik stresi indükleyebilmektedir. Böylece bitki yaşamı için gerekli olan besin ve minerallerin topraktan alınımı kısıtlanmaktadır (Yang ve Guo, 2018). Uzun süre tuz stresine uğrayan bitkilerde oluşan iyon toksisitesi gelişen yaprakların erken yaşlanmaya uğramasına neden olur. Bu olayda fotosentetik aktivitenin azalmasına neden olmaktadır (Doğru ve Torlak, 2020).

2.3. Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

Bitkilerde, reaktif oksijen türleri (ROS), hücresel metabolizmanın sekonder ürünü olarak oluşan ve hücre içi homeastazinin korunmasında önemli bir rol oynayan moleküllerdir. Atmosferde serbest olarak bulunan moleküler oksijen (O2) canlı hücrelere doğrudan zarar vermeyen nispeten kararlı bir moleküldür. Bununla birlikte, oksijen molekülü ekstra enerji veya elektron aldığında, lipitler ve nükleik asitler dâhil olmak üzere canlı hücrelerin çeşitli bileşenlerinde oksidatif hasara neden olacak reaktif oksijen türleri (ROS) üretmektedir. Bitkilerde normal büyüme koşullarında üretilen ROS'lar düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Buna karşın, birçok çevresel stres faktörü ROS'ların üretimini teşvik etmektedir. Tuz stresi karmaşık bir faktördür ve pek çok metabolik aktiviteyi etkilemektedir. Yüksek tuz konsantrasyonları hücresel elektron taşınmasında bozulmalara ve süperoksit radikali ($O2^{\cdot -}$), singlet oksijen ($_1O^2$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikali ($^{\cdot}OH$) ve gibi ROS'ların oluşumuna neden olmaktadır (Yıldız ve ark., 2010).

3. Mısır'da Tuz Stresi

Toprak tuzluluğu pH değerini artırarak bazik ortam sağlamaktadır. (Karaoğlu ve Yalçın, 2018). Mısır C4 bitkisidir. Bu sebeple diğer tahıllardan (C3 bitkileri) farklı olarak, fotosentez verimliliği daha yüksektir.

Mısır bitkisinde tuz stresinin ilk olumsuz etkilerinden birisi de solunum, fotosentez gibi metabolik olayların yavaşlamasıyla birlikte büyüme ve gelişmenin azalmasıdır. Kök büyümesi olumsuz etkilenir.

Mısır bitkisi tuza karşı orta dereceli toleranslı grupta yer almaktadır. Sulama suyunun elektriksel iletkenliği 1,1 dS m^{-1} 'ye kadar verimde bir azalma olmamakta ancak

3,9 dS m^{-1} 'ye ulaştığında verimde yaklaşık %50 oranında kayıplar meydana gelmektedir (Ayers ve Wescot, 1976).

Tuz stresi altında kalan mısır bitkisinde genel gelişme bozuklukları ve diğer parametrelerde etkilenme sıklıkla bildirilmektedir. Çiçek ve Çakırlar (2002) çalışmalarında tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde, bitki boyu, nispi su içeriği ile toplam yaş ve kuru ağırlıklarda azalma saptarken, prolin, Na ve Na/K oranlarında artma rapor etmişlerdir.

Azevedo Neto ve ark. (2004), Tarafından mısır bitkisi kullanılarak yapılan bir çalışmada, tuz stresi ile ilişkili olarak yaprak ve köklerin Na içeriği arttıkça potasyum (K) içeriğinin düştüğü, yaprak su potansiyeli ve transpirasyon yeteneğinin özellikle tuza hassas çeşitte bozulduğu bildirilmiştir.

Turan ve ark. (2009), mısır bitkisinde yaptıkları çalışmada NaCl uygulayarak bitkileri tuz stresine maruz bırakmışlardır. Bitkide tuz stresine karşı meydana gelen etkileri ayrıca tuz uygulaması sonucu oluşan prolin salınımını araştırmışlardır. Tuz uygulanan bitkilerde, kontrol bitkilerine oranla biyokütle, fotosentez oranı, K miktarı ve K/Na oranı ile klorofil miktarında azalma meydana gelmiş, ayrıca tuz uygulamasının mısır bitkilerinde prolin konsantrasyonunun artmasına neden olduğu görülmüştür. Toprak tuzluluğunun bitki gelişimini olumsuz etkilediğini, prolin gibi ozmo regülatörlerin tuz stresi karşısında arttığını, prolin ve Na arasında oluşturulacak korelasyonların tuz stresi çalışmalarında hücresel mekanizmaların çözümlenmesi için önemli parametreler olabileceğini belirtmişlerdir.

Civelek (2017), yaptığı çalışmasında şeker pancarı, bakla ve mısır bitkilerinde tuz stresinin transpirasyona etkilerini araştırmıştır. Mısır bitkisi tuz stresinin birinci fazında olmasıyla yaprak alanında, gövde yaş ve kuru ağırlığında, kök yaş ve kuru ağırlığında en fazla azalmayı göstermiştir. Mısırda birinci fazın etkisi transpirasyon oranında azalmada görüldüğünü belirtmiştir.

Doğru (2014), mısır bitkisine; 3167, 32K61 ve Bora genotiplerine tuz stresi (100, 200 ve 300 mM) uygulamaları sonucunda yapraklardaki su miktarının azaldığı ve kök-gövde büyümesinin olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Tuz uygulaması 3167 genotipinde H_2O_2 oluşumunu arttırırken, diğer genotiplerde AsA içeriğini arttırmıştır. Sonuç olarak Bora genotipi tuz stresine daha dayanıklı bulunmuştur. Tuz stresinin, klorofil metabolizmasında bozulmaya sebep olup oksidatif hasara yol açtığını ve antioksidan enzim aktivitelerinin genotipler arası farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Yakıt ve Tuna (2006) tuz stresine maruz kalan mısır bitkisinde Ca, K ve Mg' un membran geçirgenliği, prolin, bağıl su içeriği, toplam klorofil (Chl) ve karotenoid gibi parametreler üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada, tuzla birlikte Ca, K ve Mg'li bileşiklerin uygulanmasının, bağıl su içeriği ve membran geçirgenliği üzerinde olumlu etki yaptığını ve tuzun olumsuz etkilerini kısmen giderdiğini rapor etmişlerdir. Tuz uygulamasının prolin seviyesini yükselttiğini fakat Chl ve karotenoid miktarlarının tuz uygulamasından olumsuz etkilendiğini, besin çözeltisine eklenen Ca, K ve Mg bileşiklerinin tuzun bu olumsuz etkisini kısmen hafifletip, iyileştirici bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

4. Sonuçlar

Tuz stresi, bitkilerin büyümesini ve verimini olumsuz etkileyen oldukça önemli bir faktördür. Dünyada ve ülkemizde özellikle kurak, yarı kurak topraklarda tuz stresi verimliliği etkilemektedir. Mısır bitkisi günümüzde ekonomik değeri ve üretim düzeyi yüksek olan stratejik öneme sahip olan bitkidir. Mısır bitkisinde tuz stresi çimlenme, fide gelişimi, kök gelişimi verime ve ürün kalitesine oldukça olumsuz zararlar vermektedir. Bu zararların önüne geçmek için ekim yapılacak alanların EC değerlerine mutlaka bakılmalı sulama suları analiz edilmeli ve tuzluk stresine karşı önleyici gübreleme veya nötürleyici uygulamalar yapılmalıdır. Mısır bitkisi üretiminde tuz stresine karşı bitkinin stres düzeyini azaltacak bitki düzenleyiciler ile desteklenmelidir. Mısır bitkisi tuz stresine hassaslık orta derecede olmakta, oluşan stres verim kayıplarına ve kaliteli doğrudan veya dolaylı yoldan etkilediği için istenmeyen durumdur. Bu durumlar ile karşılaşmamak adına analizler yapılmalı toprak eksik ve dengeleyici gübreleme ve alternatif çözümler üretilmelidir. Birçok çalışmada görüldüğü üzere farklı denemeler yapılmış olup olumlu sonuçlarda kaydedilmiştir.

KAYNAKLAR

Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernandez, J. A. (2017). Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, *7*(1), 18.

Ayers, R.S., Westcot, D.W., 1976. Water Quality for Agriculture . FAO Irrigation and Drainage Paper No, 29 (Rev 1), Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T. and Eneas-Filho, J. 2004. Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. Braz. J. Plant Physiol.,16:1,31-38.

Bressan, R.A., 2008, ‘Stres Fizyolojisi’, Editörler: Taiz, L., Zeiger, E., Çeviri Editörü: Türkan İ., ‘Bitki Fizyolojisi’, Palme Yayıncılık, Ankara, 591- 620pp.

Carillo, P., Annunziata, M. G., Pontecorvo, G., Fuggi, A., & Woodrow, P. (2011). Salinity stress and salt tolerance. *Abiotic stress in plants-mechanisms and adaptations*, *1*, 21-38.

Civelek, T. (2017). *Şeker pancarı, bakla ve mısırda tuz stresinin transpirasyona etkisi* (Master's thesis, Ege üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Çiçek, N. and Çakirlar, H., 2002. The Effect of Salinity on Some Physiol. Parameters in two Maize Cult..Bulg. J.Plant Physıol.,28(1–2),66– 74.

Doğru, A. (2014). Farklı mısır genotiplerinde tuz stresinin antioksidant sistem üzerindeki etkileri. 22. Ulusal Biyoloji Kongresi 2014, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 430.

Doğru, A., ve Torlak, E. (2020). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkilerinde Eksojen Askorbik Asit Uygulamasının Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30, 919–927.

Doğru, A., ve Canavar, S. (2020). Bitkilerde Tuz Toleransının Fizyolojik ve Biyokimyasal Bileşenleri. Academic Platform Journal of Engineering and Science, 155–174.

Dölarslan M, ve Gül E. (2012). Toprak bitki ilişkileri açısından tuzluluk. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi , 2, 56–59.

Glenn, E.P., Brown, J.J. and Khan, M.J., 1997, 'Mechanisms of Salt Tolerance in Higher Plants', Edited by Basra, A.S., and Basra, R.K., 'Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants', Harwood Academic Publishers, 83-110pp.

Ibrahim, E. A. (2016). Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of plant physiology*, *192*, 38-46.

Isayenkov, S. V. (2012). Physiological and molecular aspects of salt stress in plants. *Cytology and Genetics*, *46*(5), 302-318.

Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2009, Bitki fizyolojisi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 485-531.

Karaoğlu, M., ve Yalçın, A. murat. (2018). Toprak Tuzluluğu ve Iğdır Ovası Örneği. Journal of Agriculture, 1(1), 27–41.

Kiremit, M. S., HACIKAMİLOĞLU, M. S., Arslan, H., & Orhan, K. U. R. T. (2017). Farklı sulama suyu tuzluluk seviyelerinin keten (Linum usitatissimum L.)'in çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *32*(3), 350-357.

Korkmaz H, Durmaz A, 2017. Bitkilerin abiyotik stres faktörlerine verdiği cevaplar. GÜFBED, 7 (2): 192-207

Liang, W., Ma, X., Wan, P., & Liu, L. (2018). Plant salt-tolerance mechanism: A review. *Biochemical and biophysical research communications*, *495*(1), 286-291.

Muchate, N. S., Nikalje, G. C., Rajurkar, N. S., Suprasanna, P., & Nikam, T. D. (2016). Plant salt stress: adaptive responses, tolerance mechanism and bioengineering for salt tolerance. *The Botanical Review*, *82*, 371-406.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, *59*, 651-681.

Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, *60*(3), 324-349.

Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental science and pollution research*, *22*, 4056-4075.

Saleh, B. (2012). Salt stress alters physiological indicators in cotton (Gossypium hirsutum L.). *Soil & environment*, *31*(2).

Turan, M.A., Elkarim, A.H.A., Taban, N. ve Taban, S. 2009. Effect of Salt Stress on Growth, Stomatal Resistance, Proline and Clorophyll Concentrations on Maize Plant. African Jour. of Agricul. Research, 4(9): 893-897.

Yakıt, S. & Tuna, A. L. (2006). Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (Zea mays L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg ve K'nın Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1) , 59-67.

Yang, Y., ve Guo, Y. (2018a). Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt-stress responses. New Phytologist (C. 217, Sayı 2, 523–539).

Yildiz, M., Terzi, H., Cenkci, S., ve Suna Arıkan, E. (2010). Bitkilerde Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik ve Biyokimyasal Markörleri. Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi-C , 1(1), 1–33.

Yılmaz E, Tuna A.L, ve Bürün B. (2011). Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi , 7(1), 47–66.

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

ROCK İNHİBİTÖRÜ FASUDİL'İN OVARİAN SERÖZ KİSTADENOKARSİNOMA (SKOV-3) HÜCRE HATTINDA SİSPLATİN'İN PROLİFERASYON VE MİGRASYON ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİNE OLASI KATKISI

YL Öğrencisi, Çiğdem OKŞAR

Mersin Üniversitesi, cigdemoksar07@gmail.com- ORCID ID: 0000-0003-3656-0731

Arş. Gör. Dr. Sümeyye KOÇ

Mersin Üniversitesi, sumeyyekoc@mersin.edu.tr- ORCID ID: 0000-0002-5944-7021

Doç. Dr. R. Nalan TİFTİK

Mersin Üniversitesi, nalantiftik@mersin.edu.tr- ORCID ID: 0000-0001-7277-3369

ÖZET

Over kanserleri içerisinde epitelyal kaynaklı olanlar en sık görülen türdür. SKOV-3 hücre hattı epitelyal kaynaklı olan bir seröz kistadenokarsinoma hücre hattıdır. Sıklıkla kullanılan Sisplatin tedavisinin over kanserli hastalarda nüksleri azaltmadığı gibi hayatta kalma oranlarını da anlamlı olarak arttırmamakla birlikte doz kısıtlayıcı ciddi toksik etkilere neden olabileceği bilinmektedir. Rho-kinaz (ROCK) yolağının kanser invazyonu, metastazı ve proliferasyonunda rol oynadığı bilinmektedir. Bu çalışmada, SKOV-3 hücre hattında ROCK inhibitörü Fasudil'in söz konusu Sisplatin tedavisinin hücre proliferasyonu ve migrasyonu üzerindeki etkisine olası katkısı araştırıldı.

Sisplatinin (1, 3 ve 5 µM) ile yapılan MTT ve yara iyileşme modeli ön deneylerinde 5 µM konsantrasyonda 48 ve 72. saatlerde proliferasyonu ve migrasyonu azalttığı gösterildi. Bu nedenle ROCK inhibitörü Fasudil'in (10^{-5}-10^{-7} M) varlığında ve yokluğunda 5 µM Sisplatin'in hücre proliferasyonu (MTT testi ile) ve migrasyonu (yara iyileşmesi modeli ile) üzerindeki etkisi incelendi. Fasudil'in Sisplatin ile kombinasyonlarının hiçbiri Sisplatin'in ne proliferasyon ne de migrasyon üzerindeki etkinliğini arttırmadı. Buna ilaveten proliferasyon deneylerinde kombinasyonlar kontrol ile karşılaştırıldığında; 48. saatte Sisplatin'in 10^{-6} M ve 10^{-5} M Fasudil ile ve 72. saatte ise 10^{-6} M Fasudil ile kombinasyonu Sisplatin'in etkinliğini ortadan kaldırdı. Migrasyon serisinde ise benzer bir durum 48. saatte 10^{-6} M ve 72. saatte 10^{-7} ve 10^{-6} M Fasudil kombinasyonlarında gözlendi.

Sonuç olarak ROCK inhibitörlerinin Sisplatin ile kombine kullanımının over kanserinin tedavisinde oluşabilen toksisiteye ve anti-tümör etkinliğe olası katkısını ortaya koyabilmek için daha çok araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ovariyan Seröz Kistadenokarsinoma; SKOV-3; Rho-Kinaz; Sisplatin; Fasudil

ABSTRACT

Among ovarian cancers, epithelial origins are the most common type. The SKOV-3 cell line is a serous cystadenocarcinoma cell line of epithelial origin. It is known that the frequently used Cisplatin treatment does not reduce relapses in patients with ovarian cancer, nor does it significantly increase survival rates, but may cause serious dose-limiting toxic effects. It is known that the Rho-kinase (ROCK) pathway plays a role in cancer invasion, metastasis and proliferation. In this study, the possible contribution of the ROCK inhibitor Fasudil to the effect of Cisplatin treatment on cell proliferation and migration was investigated in the SKOV-3 cell line.

In preliminary MTT and wound healing model experiments with cisplatin (1, 3 and 5 µM), it was shown that 5 µM concentration reduced proliferation and migration at 48 and 72 hours. Therefore, the effect of 5 µM Cisplatin on cell proliferation (by MTT assay) and migration (by wound healing model) was examined in the presence and absence of the ROCK inhibitor Fasudil (10^{-5}-10^{-7} M). None of the combinations of Fasudil with Cisplatin increased the effect of Cisplatin on either proliferation or migration. Additionally, the combination of Cisplatin with 10^{-6} M and 10^{-5} M Fasudil at the 48th hour and 10^{-6} M at the 72nd hour removed the effectiveness of Cisplatin when compared with the control group in proliferation experiments. In the migration series, a similar situation was observed in combinations of 10^{-6} M at the 48th hour and 10^{-7} and 10^{-6} M Fasudil at the 72nd hour, too.

As a result, more research is needed to reveal the possible contribution of the combined use of ROCK inhibitors with Cisplatin to the toxicity and anti-tumor activity that may occur in the treatment of ovarian cancer.

Keywords: Ovarian Serous Cystadenocarcinoma; SKOV-3; Rho-Kinase; Cisplatin; Fasudil

1. GİRİŞ

Kanserler tüm ölüm nedenleri içerisinde tüm dünyada ve Türkiye'de dolaşım sistemi hastalıklarından sonra ikinci sırada yer almaktadır. Tüm kanser türleri içerisinde ise Over kanseri dünya genelinde kadınlar arasında 8. sırada Türkiye'de ise 7. sırada görülmektedir [1, 2, 3].

Kanser kontrolsüz hücre çoğalmasıdır. Hücre bölünmesi genlerin kontrolü altındadır ve temelde genetik bir hastalıktır. Hücre büyümesi ve DNA bütünlüğünü korumakla görevli genlerdeki mutasyonlar sonucu oluşmaktadır. Söz konusu mutasyonlar; kanser büyümesinin otonom hale geldiği ve fizyolojik olarak düzenlenmediği, büyüme sinyallerinde kendi kendine yeterlilik, hiperplaziler gibi hücre çoğalmasını kontrol eden büyüme engelleyici sinyallere yanıt eksikliği, artan invazyon ve metastaz yeteneği, sınırsız çoğalma potansiyeli sonucu ölümsüzlük, kanser hücrelerinin büyümesini sürdürebilmesi için anjiogenez yeteneğinin artması, sağlıklı hücrelerde apoptozu indükleyen koşulların, genlerde meydana gelen mutasyonlar sonucu kanser hücrelerinin hayatta kalmasına izin vermesi gibi ayırt edici özelliklerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır [4, 5, 6, 7].

Overler kanser dışında seyrek olarak birincil hastalık bölgesidir ve kanserlerinde mortalite oranı oldukça yüksektir. Köken olarak overi oluşturan yüzey (çölomik) örtücü epitel hücreleri, totipotansiyel germ hücreleri ve multipotansiyel seks kord-stromal hücreleri gibi farklı hücre tiplerinden kaynaklanabildiği gibi sekonder olarak overlere metastaz sonucu da görülebilmektedir. Yüzey epitelinden köken alan seröz tümörler overin en sık görülen tümörleridir. Genellikle yaşamın 6.-7. dekatında görülmektedir [4, 8, 9, 3, 10]. Hastalığın prognozu tanı esnasındaki evreye, hastanın yaşına, tümörün histolojik alt tipine bağlı olabilmektedir. Klinik belirtileri genellikle gastrointestinal sistem hastalıkları ile karıştırıldığı için tanı geç konulabilmektedir. Vakaların %90'nında artmış CA-125 seviyesi görülmektedir. İleri evrelerde karında şişme, ağrı, erken doyma, sık idrara çıkma, idrar tutamama, aşırı kilo kaybı ve barsak tıkanıklığı görülebilmektedir [3, 11, 12].

Evrelendirme ve metastazı tespit etmek için Transvajinal ultrason (TVUS), Bilgisayarlı tomografi (BT), Manyetik Rezonans görüntüleme (MR), Pozitron Emisyon tomografisi (PET) ve patoloji bulguları kullanılmaktadır. Aynı zamanda serum tümör biyobelirteçleri olan CA-125 (Cancer Antigen 125), CA 15-3 (Cancer Antigen 15-3), CA 19-9 (Cancer Antigen 19-9), HE4 (Human Epididymis Protein 4), CEA (Carcinoembryonic Antigen), AFP (Alfa-fetoprotein) ve HCG (Human Chorionic Gonadotropin) serum konsantrasyonları tanı ve evrelendirmede yardımcı olmaktadır [8, 13, 14].

SKOV-3 yüzey epiteli kaynaklı insan ovarian Seröz Kistadenokarsinoma hücre hattıdır. İlk olarak 64 yaşındaki bir kadının overinden izole edilmiştir. Over seröz tümörünün malign formudur ve agresif seyirlidir [15, 16].

Sisplatin, antineoplastik ilaç olarak kullanılan ilk ağır metaldir. 1978 yılında FDA (Food and Drug Administration) tarafından onay almıştır. İtalyan kimyager Michele Peyrone tarafından sentezlendiği için 'Peyrone Klorürü' olarak da bilinmektedir. Testis, over, akciğer, baş, boyun, mesane, pankreas, meme kanseri gibi çeşitli kanser tedavilerinde hatta radyoterapi ile kombinasyon halinde de kullanılmaktadır [17, 18, 19].

Sisplatin dört liganttan oluşan bir koordinasyon bileşiğidir. Hücre içine, hücre içi ve dışı klor konsantrasyon farkından faydalanarak pasif diffüzyonla girmektedir. Aynı zamanda hücre zarında bulunan bakır transportörleri ile aktif taşımayla ve endositoz yoluyla da hücre içine girebilmektedir. Hücre içine girdiğinde bir klor iyonunu kaybederek su molekülü bağlanır. Hidrofilik olan bu aktif form DNA'da guanin N7 atomuna bağlanır. Bu bağlanma tekli, çapraz ya da zincirlerarası çapraz şeklinde gerçekleşmektedir. Sonuçta DNA'nın surveillance sistemi (hasar tespit yolağı) olarak bilinen NER (nükleotit eksizyon onarımı), BER (baz eksizyon onarımı), MMR (eşleşme onarımı) olan DNA onarım mekanizmaları devreye girmektedir. Ardından recognation proteinleri (tanı proteinleri) eksprese edilmektedir. En önemli grup HMG (high mobility grup) proteinleridir. HMG, DNA'nın hasarlı bölgesine bağlanarak ATR kinazı aktive eder. Aktive olan ATR kinaz p53 fosforilasyonunu sağlayarak MAPK yolağını aktive eder ve proapoptotik gen ekspresyonunu sağlayarak hücreyi apoptoza götürür. Ayrıca Check point 1 kinaz (Chk1) ve Check point 2 kinaz (Chk2) expresyonuna sebep olur. Sonucunda da hücre döngüsünü S, G2/M fazında durdurur. Sisplatin bu nedenle döneme özgü olmayan bir antineoplastiktir [20, 21, 22, 23, 24].

DNA hasarı dışında mRNA transkripsiyonuna engel olarak mitokondriyal hasar oluşturur. Böylece proinflamatuar sitokinlerin salınımına yol açarak hücreyi apoptoza götürür [17, 18, 19].

Sisplatin %90'ı albumin, gama globulin ve transferin gibi plazma proteinlerine bağlanır. Karaciğerde metabolize edilir ve idrarla vücuttan değişmeden atılır. Sisplatin toksisitesi doza bağlıdır. Yüksek dozlarda morbidite ve mortalite görülür. Spesifik antidotu mevcut değildir. En sık görülen yan etkileri emezis, nefrotoksisite, ürik asit artışı, kardiyotoksisite ve nörotoksisitedir. Oluşan sözkonusu yan etkilerine karşı semptomatik tedavi uygulanmaktadır. Bu amaçla emetik etkinliği için antiemetikler (metoklopramid, ondansetron v.b.), nefrotoksisite için hidrasyon sağlama, ürik asit artışı için ksantin oksidaz inhibitörleri, kardiyotoksisiteden korumak ve aynı zamanda ekstravazasyon durumlarında deksrazoksan, nörotoksisitede ise gabapentin ve B vitamini kompleksleri tercih edilmektedir [17, 18, 19, 25, 26, 27].

Bu nedenle over kanseri tedavisinde Sisplatin'in oluşturabileceği toksisiteyi azaltmak için etkinliğini destekleyecek ilaçlar ile kombine kullanımı bir terapötik hedef olabilir.

Over kanseri hastalarının plazmasında batın içi biriken asit mayide yüksek düzeyde bulunan biyoaktif bir fosfolipid ve aynı zamanda Rho/Rho-kinaz yolağı aktivatörü olan lizofosfatidik asit (LPA)'nın hücre canlılığı, proliferasyon, migrasyon ve adezyonunda etkisi olduğu bilinmektedir [28, 29, 30, 31, 32, 33].

Seçici bir ROCK inhibitörü olan Fasudil serebral vazospazmın tedavisi için geliştirilmiştir. Japonya ve Çin'de klinik kullanım için onay almıştır [34].

Agresif seyirli olduğu bilinen ovarian seröz kistadenokarsinoma SKOV-3 hücrelerinde Sisplatin'in proliferasyon ve migrasyon üzerine etkisine Rho-kinaz inhibitörü Fasudil'in katkısını araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Biz bu çalışmada ROCK inhibitörü Fasudil'in varlığında ve yokluğunda Sisplatin'in SKOV-3 hücre proliferasyonu ve migrasyonu üzerindeki etkinliğini araştırmayı amaçladık.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Hücre Kültürü

Bu çalışmada ovarian seröz kistadenokarsinoma hücre hattı olan SKOV-3 kullanıldı. Hücreler %10 fetal sığır serumu, %1 penisilin/streptomisin, L-glutamin ve RPMI mediumda %5 CO_2'de 37ºC'de %80 konfluent olana kadar inkübe edildi. Ekim yapılan SKOV-3 hücrelerinin besiyeri günaşırı değiştirildi.

Deney grupları aşağıdaki şekilde oluşturuldu;

- Grup I: Kontrol (SF+dH_2O) (n=6)
- Grup II: Sisplatin 5 µM + dH_2O (n=6)
- Grup III: Sisplatin 5 µM + Fasudil 10^{-7} M (n=6)
- Grup IV: Sisplatin 5 µM + Fasudil 10^{-6} M (n=6)
- Grup V: Sisplatin 5 µM + Fasudil 10^{-5} M (n=6)

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

%70-80 konfluent olan flasklardaki hücreler kaldırıldıktan sonra 20.000 hücre/well olacak şekilde platelere ekim yapıldı.

2.2. Yara İyileşme Modeli

Migrasyon deneyi için yara iyileşme modeli kullanıldı. %70-80 konfluent olan kuyucuklara yara açılarak ilaç uygulaması yapıldı. Ardından 0, 24, 48 ve 72. Saatlerde yara açıklıkları görüntülendi. Yara açıklıklarının 0. saat farkları alınarak rölatif yara kapanması şeklinde değerlendirildi.

2.3. Mitokondriyal Sitotoksisite Testi (MTT)

Proliferasyon deneyi için MTT testi yapıldı. %70-80 konfluent olan kuyucuklara ilaç uygulaması sonrası 24, 48 ve 72. saatlerde MTT hücre proliferasyon analizi yapıldı.

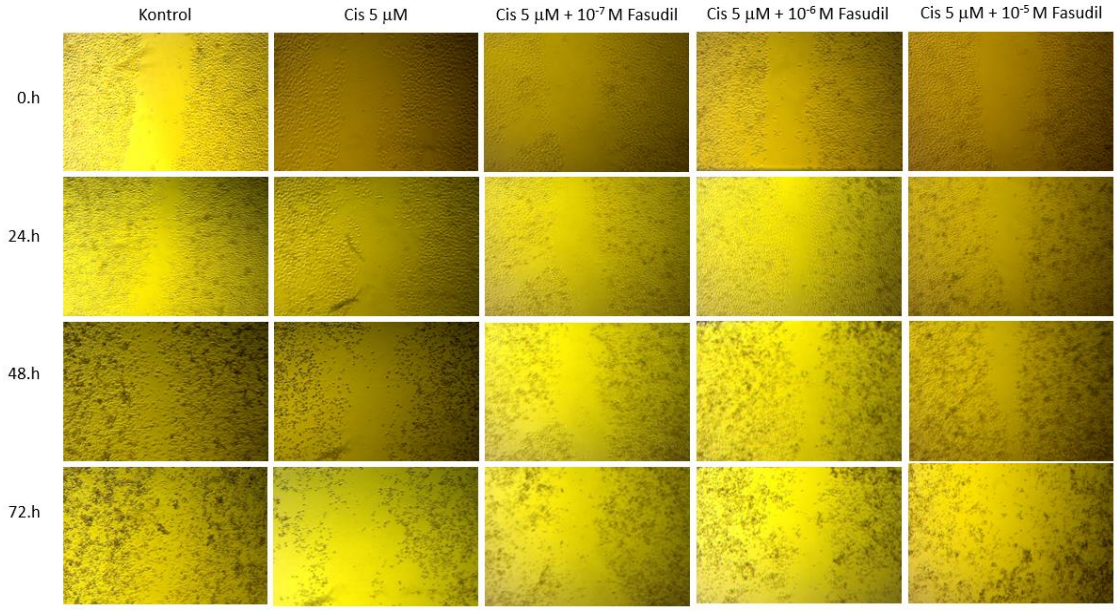
2.4. İstatistiksel Analiz

Veriler ortalama ± standart hata olarak ifade edildi. İstatistiksel değerlendirme için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonrası post hoc Dunnett's ve Tukey's testi kullanıldı. $P<0.05$ olan değerler anlamlı kabul edildi.

3. BULGULAR

3.1. SKOV-3 Hücre Hattında Sisplatinin Yara Açıklığı Üzerindeki Etkinliğine Rho-kinaz İnhibitörü Fasudil'in Katkısı

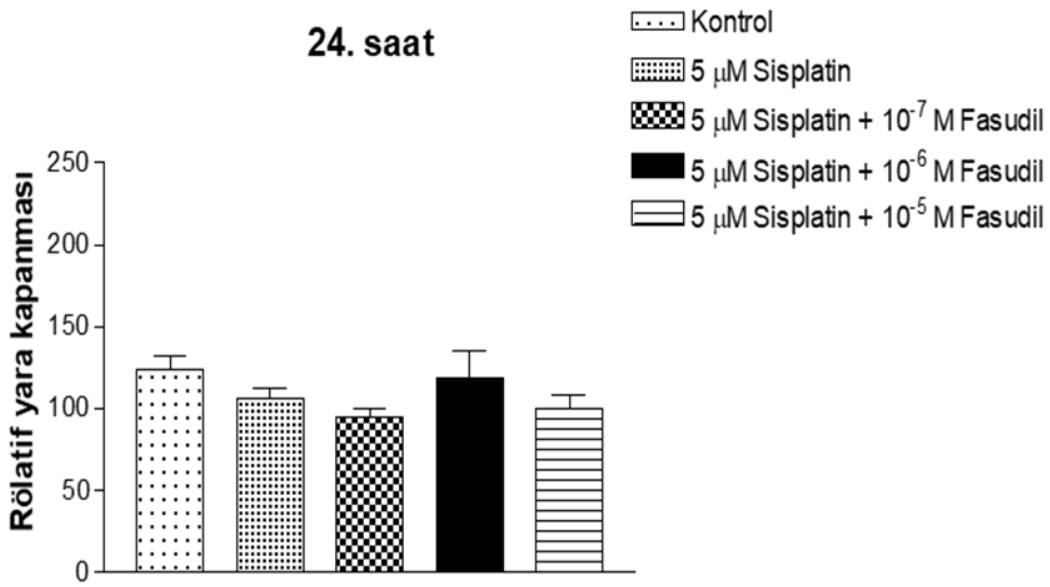
Sisplatin'in SKOV-3 hücre hattında migrasyon üzerindeki etkisine Fasudil'in katkısını araştırmak için hücrelere yara iyileşme modeli oluşturuldu. 10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M Fasudil varlığında ve yokluğunda 5 µM Sisplatin ile inkübe edildi. İlaçlar uygulandıktan sonraki 0, 24, 48 ve 72. saatlerdeki yara açıklıkları fotoğraflanarak ölçüldü (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. SKOV-3 hücre hattında sisplatinin yara açıklığı üzerindeki etkisine Rho-kinaz inhibitörü Fasudilin katkısı (örnek görüntü)

ISBN NO. 978-625-6830-92-9

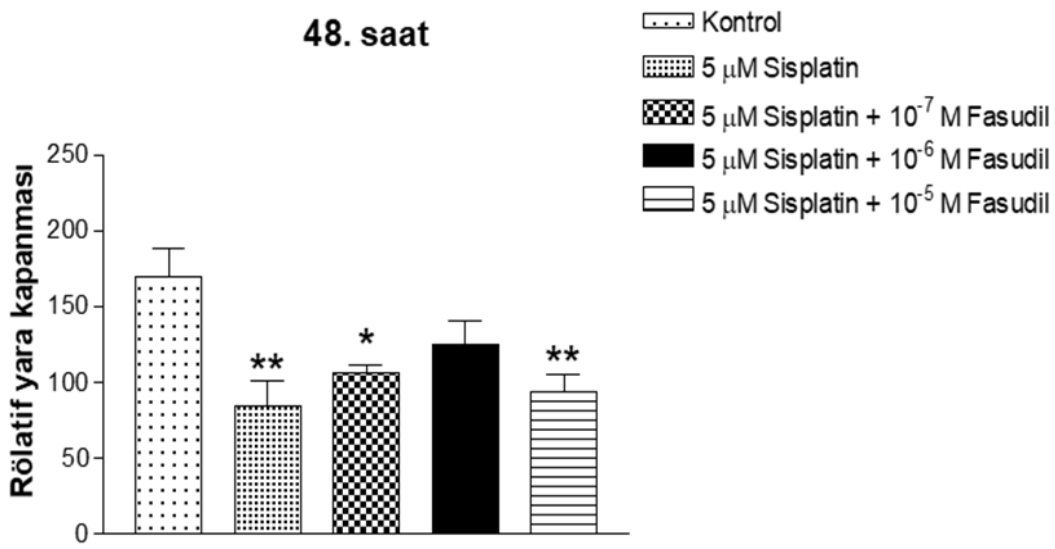
24. saatte Sisplatin ve Sisplatin+Fasudil (10^{-7}-10^{-5} M) kombinasyonu olan gruplardan hiçbiri kontrole ile ve Sisplatin+Fasudil (10^{-7}-10^{-5} M) kombinasyonu tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında yara iyileşmesinde anlamlı bir farklılık oluşturmadı (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. SKOV-3 hücrelerinde 10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M fasudil varlığında ve yokluğunda 5 µM sisplatinin 24. saatte yara açıklığı üzerine etkisi. Rölatif yara kapanması (0. saat – 24. saat) yara açıklığı şeklinde ifade edilmiştir. Veriler ortalama ± standart hata olarak gösterilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalar için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Kontrol ile karşılaştırmalar için post hoc Dunnett's testi ve sisplatin ile karşılaştırmalar için post hoc Tukey's testi kullanılmıştır (n=6) (P>0.05).

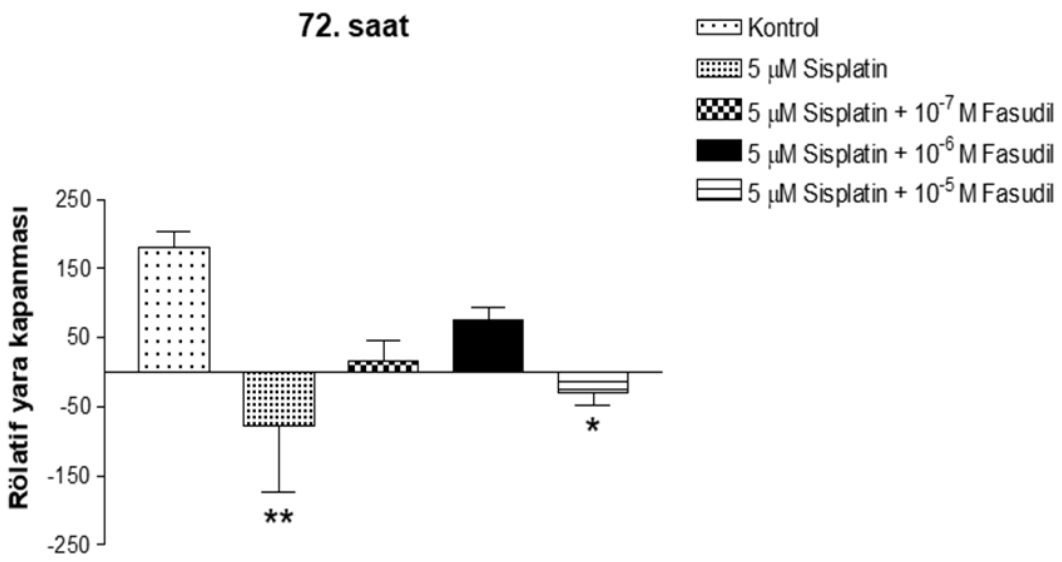
48. saatte Sisplatin+Fasudil (10^{-7}-10^{-5}M) kombinasyonu olan gruplardan hiçbiri tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında migrasyonda anlamlı bir fark oluşturmazken, tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup, 5 µM Sisplatin+10^{-7} M Fasudil ve 5 µM Sisplatin+10^{-5} M Fasudil kombinasyonu uygulanan grup kontrol ile karşılaştırıldığında migrasyonu azalttı. Fakat 5 µM Sisplatin+10^{-6} M Fasudil kombinasyonu Sisplatin'in 48. saatteki etkinliğini ortadan kaldırdı (Şekil 3.3.).

ISBN NO. 978-625-6830-92-9



Şekil 3.3. SKOV-3 hücrelerinde 10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M Fasudil varlığında ve yokluğunda 5 µM sisplatinin 48. saatte yara açıklığı üzerine etkisi. Rölatif yara kapanması (0. saat – 48. saat) yara açıklığı şeklinde ifade edilmiştir. Veriler ortalama ± standart hata olarak gösterilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalar için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Kontrol ile karşılaştırmalar için post hoc Dunnett's testi ve Sisplatin ile karşılaştırmalar için post hoc Tukey's testi kullanılmıştır (n=6) (*P<0.05, vs Kontrol).

72. saatte de kombinasyonların hiçbiri tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında migrasyonda anlamlı bir fark oluşturmazken, kontrol ile karşılaştırıldığında tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ve 5 µM Sisplatin+10^{-5} M Fasudil kombinasyonu migrasyonu azalttı. Fakat Sisplatin ile Fasudil'in 10^{-7} M ve 10^{-6} M konsantrasyonlarda kombinasyonları 72. saatte Sisplatin'in etkinliğini ortadan kaldırdı (Şekil 3.4.).

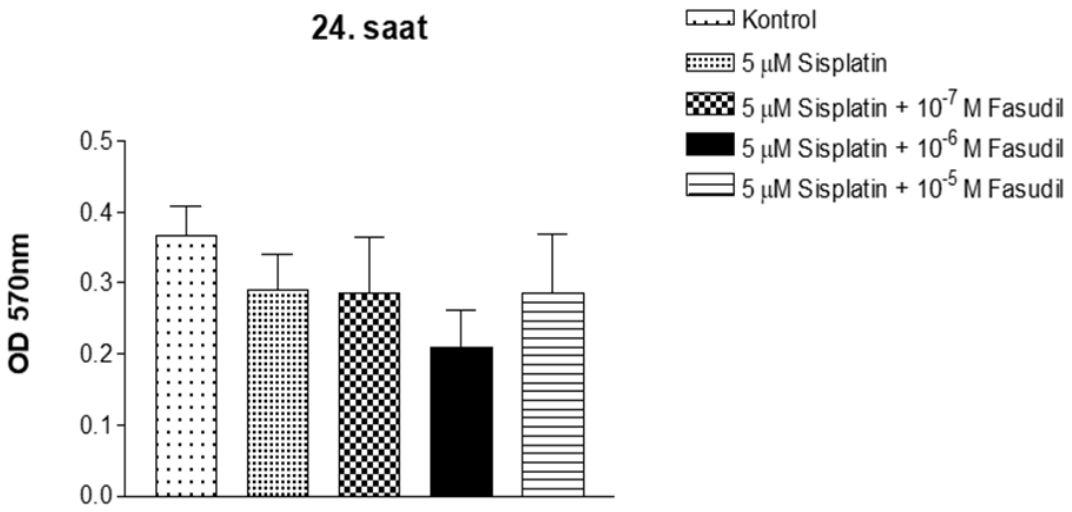


Şekil 3.4. SKOV-3 hücrelerinde 10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M Fasudil varlığında ve yokluğunda 5 µM sisplatinin 72. saatte yara açıklığı üzerine etkisi. Rölatif yara kapanması (0. saat – 48. saat) yara açıklığı şeklinde ifade edilmiştir. Veriler ortalama ± standart hata olarak gösterilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalar için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Kontrol ile karşılaştırmalar için post hoc Dunnett's testi ve sisplatin ile karşılaştırmalar için post hoc Tukey's testi kullanılmıştır (n=6) (*P<0.05, vs Kontrol).

3.2. SKOV-3 Hücre Hattında Sisplatinin Proliferasyon Üzerindeki Etkinliğine Rho-kinaz İnhibitörü Fasudil'in Katkısı

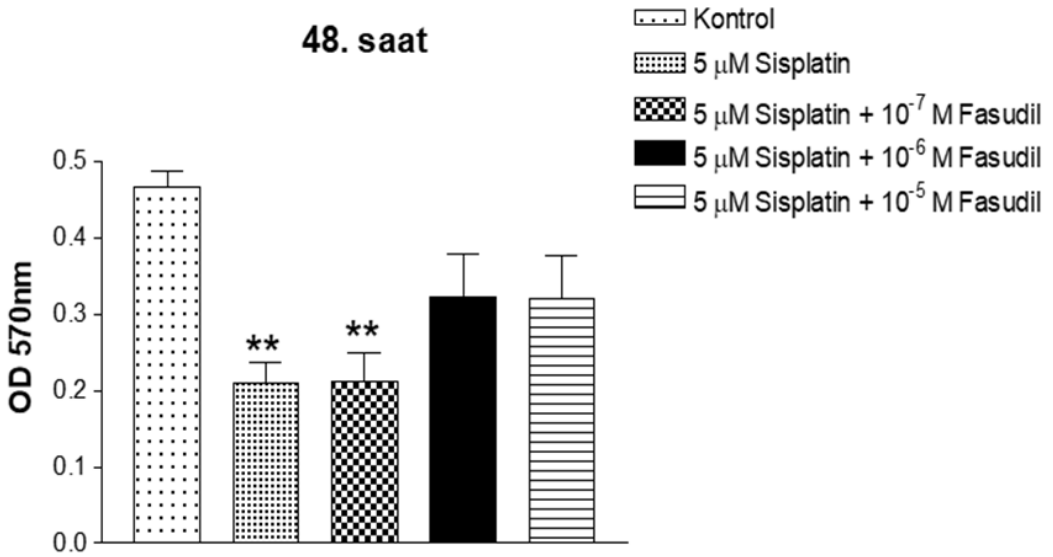
Sisplatin'in SKOV-3 hücre hattında proliferasyon üzerindeki etkisine Fasudil'in katkısını araştırmak için hücrelere MTT analizi yapıldı. 10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M Fasudil varlığında ve yokluğunda 5 µM Sisplatin ile inkübe edildi. İlaçlar uygulandıktan sonraki 24, 48 ve 72. saatlerdeki hücrelere MTT analizi yapıldı.

24. saatte Sisplatin ve Fasudil (10^{-7}-10^{-5} M) kombinasyonu olan gruplar hem kontrolle hem de tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında proliferasyonda anlamlı bir farklılık oluşturmadı (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. SKOV-3 hücrelerinde 5 µM sisplatinin 10^{-7} M, 10^{-6} M, 10^{-5} M Fasudil varlığında ve yokluğunda 24 saat süreyle maruziyetinin proliferasyon üzerine etkisinin MTT analizi. Veriler ortalama±standart hata olarak gösterilmiştir. Kontrol grubu ile yapılan karşılaştırmalarda Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonrası post hoc Dunnett's testi ve 5µM Sisplatin+Fasudil (10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M) karşılaştırıldığı dörtlü grup için ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonrası post hoc Tukey' s testi yapılmıştır (n=6) (P>0.05).

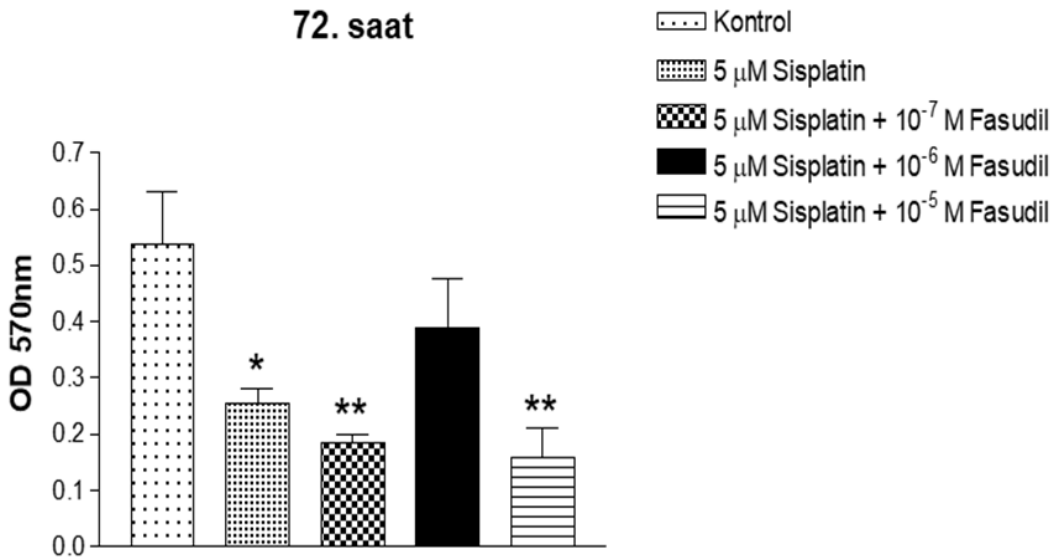
48. saatte ise Sisplatin+Fasudil (10^{-7}-10^{-5} M) kombinasyonu olan gruplardan hiçbiri tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında proliferasyonda anlamlı bir fark oluşturmazken, tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ve 5 µM Sisplatin+10^{-7} M Fasudil kombinasyonu uygulanan grup kontrol ile karşılaştırıldığında proliferasyonu azalttı. Fakat 5 µM Sisplatin ile Fasudil'in 10^{-6} M ve 10^{-5} M konsantrasyonlarda kombinasyonu 48. saatte Sisplatin'in etkinliğini ortadan kaldırdı (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. SKOV-3 hücrelerinde 5 µM sisplatinin 10^{-7} M, 10^{-6} M, 10^{-5} M Fasudil varlığında ve yokluğunda 48 saat süreyle maruziyetinin proliferasyon üzerine etkisi. Veriler ortalama±standart hata olarak gösterilmiştir. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonrası post

hoc Dunnett's testi ve 5µM Sisplatin+Fasudil (10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M) karşılaştırıldığı dörtlü grup için ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonrası post hoc Tukey' s testi yapılmıştır (n=6) (** P<0.01, vs Kontrol).

72. saatte de kombinasyonların hiçbiri tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında proliferasyonda anlamlı bir fark oluşturmazken, kontrol ile karşılaştırıldığında tek başına 5 µM Sisplatin uygulanan grup, 5 µM Sisplatin ile 10^{-7} M ve 10^{-5} M konsantrasyonda Fasudil kombinasyonu uygulanan grup proliferasyonu baskıladı. Fakat 5 µM Sisplatin+10^{-6} M Fasudil kombinasyonu 72. saatte Sisplatin'in etkinliğini ortadan kaldırdı (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. SKOV-3 hücrelerinde 5 µM Sisplatinin 10^{-7} M, 10^{-6} M, 10^{-5} M Fasudil varlığında ve yokluğunda 72 saat süreyle maruziyetinin proliferasyon üzerine etkisi. Veriler ortalama±standart hata olarak gösterilmiştir. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonrası post hoc Dunnett's testi ve 5µM Sisplatin+Fasudil (10^{-7}, 10^{-6} ve 10^{-5} M) karşılaştırıldığı dörtlü grup için ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonrası post hoc Tukey' s testi yapılmıştır (n=6) (*P<0.05, **P<0.01, vs Kontrol).

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Rho aktivatörü olan LPA'nın agresif seyirli over kanserlerinde hastaların batın içi asit mayilerinde biriktiği ve hastalığın seyri ile ilgili olduğu bilinmektedir. LPA'nın Rho/ROCK yolağı aracılığıyla kanser hücrelerinde pro-anjiogenik faktörlerin ekspresyonunu, proliferasyonunu ve migrasyonunu arttırarak metastazı desteklediğini gösteren çalışmalar mevcuttur [35, 36, 37].

Çalışmamızda ROCK inhibitörü Fasudil'in varlığında ve yokluğunda Sisplatin'in SKOV-3 hücre hattında proliferasyon ve migrasyon üzerindeki etkinliğini araştırdık.

Literatürde epitelyal kaynaklı SKOV-3 ve A2780 hücrelerinde yapılan çalışmalarda, Sisplatin'in SKOV-3 hücre hattındaki IC50 değeri 72. saatte 4.6 ± 0.5 mM olarak bildirilmiştir [16]. Deney serilerimize başlamadan önce Sisplatin ile bir konsantrasyon çalışması yaparak 3 ve 5 mM Sisplatin'in 48. ve 72. saatlerde hem proliferasyonu hem de migrasyonu azalttığını gösterdik. Buradan yola çıkarak

literatürle de uygun olması nedeni ile daha sonraki deney serilerinde 5 mM Sisplatin ile devam edildi.

Yapmış olduğumuz konsantrasyon çalışmasında Sisplatin'in 24. saatte etkin olmadığını göstermiş olmamıza rağmen sonraki deney serilerimizde Fasudil kombinasyonu kullandığımız ve Fasudil'in olası etkinliğini gözden kaçırmamak için 24. Saatte de heö proliferasyon hem de migrasyon deneyleri yapıldı.

Over kanseri SKOV-3ip1 ovarian kanser ksenograftlarında, sıçanlara 100 mg/kg dozda intraperitoneal Fasudil uygulamasının tümör hücrelerinin yanısıra asit oluşumunu önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir [35]. Öte yandan ovarian endometrioid adenokarsinoma A2780 hücre hattında da 10 mM Sisplatin ile birlikte ROCK inhibitörleri Fasudil ve Y-27632'nin 10 mM konsantrasyonda kombinasyonlarının 72. saatin sonunda proliferasyonu azalttığı gösterilmiştir [38].

Ancak ne var ki bizim çalışmamızda da Fasudil (10^{-5} M) aynı konsantrasyonda kullanılmasında rağmen, 72. saatte Sisplatin ile beraber kullanıldığında, tek başına Sisplatin uygulanan gruba göre proliferasyonu anlamlı şekilde baskılamadı. Ayrıca kontrolle karşılaştırıldığında 48. saatte 10^{-6} ve 10^{-5} M Fasudil kombinasyonu, 72. saatte de 10^{-6} M Fasudil kombinasyonu Sisplatin'in etkinliğini ortadan kaldırmıştır. Bu farklı sonuçların sebebi; ovarian seröz kistadenokarsinoma SKOV-3 ile ovarian endometrioid adenokarsinoma A2780 hücre hatları arasındaki yapısal ve tümör davranışındaki farklara bağlı olabilir. A2780 hücreleri primer olarak tümör dokusunun kendisinden elde edilen bir hücre hattı iken, SKOV-3 hücreleri tümörün ilerleyen evrelerinde batın içinde oluşan asitte eksfoliatif bir şekilde bulunur, ileri evre hastalığı temsil etmektedir. Dolayısıyla SKOV-3 hücresi daha motildir ve metastatik eğilimi yüksektir [16].

Over kanseri HEY, SKOV-3 ve A2780 hücre hatlarında ROCK1 ve ROCK2 inhibitörü olan Fasudil ve Y-27632'nin Endotelin-1 ile indüklenen RhoA aracılı migrasyonu azalttığı gösterilmiştir [36]. Yapmış olduğumuz deneylerde 48. saatte 10^{-7} M ve 10^{-5} M Fasudil kombinasyonu kontrole göre migrasyonu azaltırken, 10^{-6} M Fasudil kombinasyonu Sisplatin'in etkinliğini ortadan kaldırdı. 72. saatte ise yalnızca 10^{-5} M Fasudil Sisplatin ile kombine edildiğinde kontrole göre migrasyonu azaltırken 10^{-7} ve 10^{-6} M Fasudil kombinasyonları Sisplatin'in etkinliğini ortadan kaldırdı. Fakat Sisplatin+Fasudil (10^{-7}-10^{-5} M) kombinasyonlarının hiçbiri tek başına Sisplatin uygulanan grup ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark oluşturmadı.

5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Sonuç olarak over kanserinin Sisplatin ile tedavisinde ROCK inhibitörlerinin olası katkısının net olarak ortaya konabilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı 2022-1-TP2-4596 kodu ile destekleyen Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

[1] Deniz B. E. (2022). Kanser Epidemiyolojisi. Türkiye Sağlık Okuryazarlığı Dergisi, 3(2). http://saglikokuryazarligidergisi.com/index.php/soyd/article/download/70/69/ (Erişim tarihi: 17.03.2023)

[2] https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/kanser-db/Dokumanlar/Istatistikler/Turkiye_Kanser_Istatistikleri_2017_OZETLI.pdf

(Erişim tarihi: 17.03.2023)

[3] EVGİN, H., & HOTUN ŞAHİN, N. Over Kanseri Farkındalık Ölçeği'nin Türkçe'ye Uyarlanması: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, Mart, 9,3, 2022.

[4] Kumar V, Cotran RS, Robbins SL., *Robbins Temel Patoloji*, Nobel Tıp Kitabevleri, 2000.

[5] Kazancı, F., & Şahin, F. İ. (2022). Jinekolojik Onkoloji Pratiğimizde Risk Azaltıcı Cerrahi Yönetimi Gerektiren Genetik Değişiklikler. Akademik Tıp Dergisi, 31(2). https://dergipark.org.tr/tr/pub/aktd/issue/70181/1059207 (Erişim tarihi: 17.03.2023)

[6] Hanahan, D., & Weinberg, R. A. (2011). Hallmarks of cancer: the next generation. Cell, March, 144,5, 2011.

[7] Duman, İ., Tiftik, R. N., & Ün, İ. Effects of Vitamin D Analogs Alfacalcidol and Calcitriol on Cell Proliferation and Migration of HEC1A Endometrial Adenocarcinoma Cells. Nutrition and cancer, May, 73,2, 2021.

[8] Chandra, A., Pius, C., Nabeel, M., Nair, M., Vishwanatha, J. K., Ahmad, S., & Basha, R. Ovarian cancer: Current status and strategies for improving therapeutic outcomes. Cancer medicine, 8,16, 2019.

[9] https://web.expasy.org/cellosaurus/CVCL_0532

(Erişim tarihi: 27.03.2023)

[10] Orr, B., & Edwards, R. P. Diagnosis and Treatment of Ovarian Cancer. Hematology/oncology clinics of North America, 32,6, 2018.

[11] Chesang, J. (2017). Pathogenesis of ovarian cancer: current perspectives. *East African Medical Journal, 94*. https://www.semanticscholar.org/ (Erişim tarihi: 27.03.2023).

[12] Kroeger, P. T., Jr, & Drapkin, R. Pathogenesis and heterogeneity of ovarian cancer. Current opinion in obstetrics & gynecology, 29,1, 2017.

[13] Charkhchi, P., Cybulski, C., Gronwald, J., Wong, F. O., Narod, S. A., & Akbari, M. R. CA125 and Ovarian Cancer: A Comprehensive Review. Cancers, 12,12, 2020.

[14] Labidi-Galy, S.I. Pathogenesis of ovarian cancer. Yayınlanmış özel doktora tezi, Cenevre Üniversitesi, Cenevre, 2020.

[15] https://www.atcc.org/products/htb-77 (Erişim tarihi: 30.03.2023).

[16] Wintzell, M., Löfstedt, L., Johansson, J., Pedersen, A. B., Fuxe, J., & Shoshan, M. Repeated cisplatin treatment can lead to a multiresistant tumor cell population with stem cell features and sensitivity to 3-bromopyruvate. Cancer biology & therapy, 13,14, 2012.

[17] Florea, A. M., & Büsselberg, D. Cisplatin as an anti-tumor drug: cellular mechanisms of activity, drug resistance and induced side effects. Cancers, 3,1, 2011.

[18] Ghosh S. Cisplatin: The first metal based anticancer drug. Bioorganic chemistry, 88,102925, 2019.

[19] Dasari, S., & Tchounwou, P. B. Cisplatin in cancer therapy: molecular mechanisms of action. European journal of pharmacology, 740, 2014.

[20] Galluzzi, L., Kepp, O., Vander Heiden, M. G., & Kroemer, G. Metabolic targets for cancer therapy. Nature reviews. Drug discovery, 12,11, 2013.

[21] https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/196928

(Erişim tarihi: 20.03.2023)

[22] Zorbas, H., & Keppler, B. K. Cisplatin damage: are DNA repair proteins saviors or traitors to the cell? Chembiochem: a European journal of chemical biology, 6.7, 2005.

[23] Gómez-Ruiz, S., Maksimović-Ivanić, D., Mijatović, S., & Kaluđerović, G. N. On the discovery, biological effects, and use of Cisplatin and metallocenes in anticancer chemotherapy. Bioinorganic chemistry and applications, 2012,140284, 2012.

[24] Jain, A., Jahagirdar, D., Nilendu, P., & Sharma, N. K. Molecular approaches to potentiate cisplatin responsiveness in carcinoma therapeutics. Expert review of anticancer therapy, 17,9, 2017.

[25] Tsang, R. Y., Al-Fayea, T., & Au, H. J. Cisplatin overdose: toxicities and management. Drug safety, 32,12, 2009.

[26] Kurt, E., Evrensel, T., Gönüllü, G., Kanat, Ö., Demiray, M., Arslan, M., Manavoğlu, O. Cisplatin'e Bağlı Böbrek Toksisitesi ve Sentetik Oral Prostaglandin E1 Analoğunun Etkinliğinin Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 28,2, 2002.

[27] Knoll, C., Smith, R. J., Shores, C., & Blatt, J. Hearing genes and cisplatin deafness: a pilot study. The Laryngoscope, 116,1, 2006.

[28] Chen, W., Mao, K., Liu, Z., & Dinh-Xuan, A. T. The role of the RhoA/Rho kinase pathway in angiogenesis and its potential value in prostate cancer. Oncology letters, 8,5, 2014.

[29] de Sousa, G. R., Vieira, G. M., das Chagas, P. F., Pezuk, J. A., & Brassesco, M. S. Should we keep rocking? Portraits from targeting Rho kinases in cancer. Pharmacological research, 160, 105093, 2020.

[30] Zubor, P., Dankova, Z., Kolkova, Z., Holubekova, V., Brany, D., Mersakova, S., Samec, M., Liskova, A., Koklesova, L., Kubatka, P., Bujnak, J., Kajo, K., Mlyncek, M., Giordano, F. A., & Golubnitschaja, O. Rho GTPases in Gynecologic Cancers: In-Depth

Analysis toward the Paradigm Change from Reactive to Predictive, Preventive, and Personalized Medical Approach Benefiting the Patient and Healthcare. Cancers, 12,5, 2020.

[31] https://med.emory.edu/directory/profile/?u=YPOLAR

(Erişim tarihi: 20.03.2023)

[32] Tiftik, R. N., Ün, İ., YETKİN, D., Büyükafşar, K. Role of the Rho/Rho-kinase Pathway in Endometrial Adenocarcinoma Cell Proliferation. Uluslararası Hematoloji-Onkoloji Dergisi, 29,4, 2019.

[33] Büyükafşar, K., Akça, T., Nalan Tiftik, R., Sahan-Firat, S., & Aydin, S. Contribution of Rho-kinase in human gallbladder contractions. European journal of pharmacology, 540,1-3, 2006.

[34] Tanaka, K., Minami, H., Kota, M., Kuwamura, K., & Kohmura, E. Treatment of cerebral vasospasm with intra-arterial fasudil hydrochloride. Neurosurgery, 56,2, 2005.

[35] Ogata, S., Morishige, K., Sawada, K., Hashimoto, K., Mabuchi, S., Kawase, C., Ooyagi, C., Sakata, M., & Kimura, T. Fasudil inhibits lysophosphatidic acid-induced invasiveness of human ovarian cancer cells. International journal of gynecological cancer: official journal of the International Gynecological Cancer Society, 19,9, 2009.

[36] Ojasalu, K., Lieber, S., Sokol, A. M., Nist, A., Stiewe, T., Bullwinkel, I., Finkernagel, F., Reinartz, S., Müller-Brüsselbach, S., Grosse, R., Graumann, J., & Müller, R. The lysophosphatidic acid-regulated signal transduction network in ovarian cancer cells and its role in actomyosin dynamics, cell migration and entosis. Theranostics, 13,6, 2023.

[37] Lu, J., Xiao Yj, Y. J., Baudhuin, L. M., Hong, G., & Xu, Y. Role of ether-linked lysophosphatidic acids in ovarian cancer cells. Journal of lipid research, 43,3, 2002.

[38] Ohta, T., Takahashi, T., Shibuya, T., Amita, M., Henmi, N., Takahashi, K., & Kurachi, H. Inhibition of the Rho/ROCK pathway enhances the efficacy of cisplatin through the blockage of hypoxia-inducible factor-1α in human ovarian cancer cells. Cancer biology & therapy, 13,1, 2012.