

IX. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES CONGRESS

CONFERENCE BOOK



EDITOR ASSOC. PROF. PINAR ACAR BOZKURT

IX. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES
CONGRESS

SEPTEMBER 27-29,2024

ANKARA HACI BAYRAM VELI UNIVERSITY, TURKIYE

EDITOR: ASSOC. PROF. PINAR ACAR BOZKURT

COPYRIGHT © 2024

BY ASES CONGRESS ORGANIZATION

PUBLISHING COMPANY LIMITED

ALL RIGHTS RESERVED. NO PART OF THIS PUBLICATION MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING OR OTHER ELECTRONIC OR MECHANICAL METHODS, WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF THE PUBLISHER, EXCEPT IN THE CASE OF BRIEF QUOTATIONS EMBODIED IN CRITICAL REVIEWS AND CERTAIN OTHER NONCOMMERCIAL USES PERMITTED BY COPYRIGHT LAW. ASES CONGRESS ORGANIZATION PUBLISHING® IT IS RESPONSIBILITY OF THE AUTHOR TO ABIDE BY THE PUBLISHING ETHICS RULES.

ASES PUBLICATIONS – 2024©

14.10.2024

ISBN: 978-625-95080-4-7

CONGRESS ID

CONFERENCE TITLE

IX. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES
CONGRESS

DATE AND PLACE

SEPTEMBER 27-29,2024

ANKARA HACI BAYRAM VELI UNIVERSITY, TURKIYE

ORGANIZATION

ASES (ACADEMY OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL STUDIES),
ANKARA HACI BAYRAM VELI UNIVERSITY, AZERBAIJAN STATE
PEDAGOGICAL UNIVERSITY, NEAR EAST UNIVERSITY, N. GUMILEV
EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY, UNIVERSTAS NEGERI
SURABAYA, SAMARKAND STATE UNIVERSITY NAMED AFTER
SHERAF RASHIDOV

LANGUAGES

Turkish, English, Arabic, Russian

ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS

CHAIRMAN OF THE ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. ADNAN SOZEN

ADANA ALPARSLAN TURKES BILIM VE TEKNOLOJI UNIVERSITY (TURKEY)

ORGANIZING BOARD

Prof. Dr. Akmal AHADOV

REKTOR YARDIMCISI

SERAF RESIDOV ADLI SEMERKANT DEVLET UNIVERSITY (UZBEKISTAN)

Prof. Dr. ALI BILGILI

ANKARA UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. FEVZI KASAP

YAKIN DOGU UNIVERSITY (KKTC)

Prof. Dr. HULYA CICEK

GAZIANTEP UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. Juliboy ELTAZAROV

SERAF RESIDOV ADLI SEMERKANT DEVLET UNIVERSITY (UZBEKISTAN)

Prof. Dr. MIKAIL MAHARRAMOV

LANKARAN STATE UNIVERSITY (AZERBAIJAN)

Prof. Dr. NESRIN M. BAHCELERLI

YAKIN DOGU UNIVERSITY (KKTC)

Prof. Dr. SAK KAIRAT OMIRBAYULY

N. GUMILEV AVRASYA MILLI UNIVERSITY (KAZAKHISTAN)

Prof. Dr. Sinan KOPUZLU

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. HATICE OZDEMIR

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. HUSEYIN BOZ

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. Pınar ACAR BOZKURT

ANKARA UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. Rohila RUZMANOVA

SERAF RESIDOV ADLI SEMERKANT DEVLET UNIVERSITY (UZBEKISTAN)

Assoc. Prof. Sibel KUCUK

ANKARA HACI BAYRAM VELI UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. Zokır BAYNAZAROV

SERAF RESIDOV ADLI SEMERKANT DEVLET UNIVERSITY (UZBEKISTAN)

Assist. Prof. BASAK GOKCE

SULEYMAN DEMIREL UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. EMRULLAH BANAZ

BAYBURT UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. MEHTAP KARACIL

BAYBURT UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. OZGENUR HACIOGLU

KIRKLARELI UNIVERSITY (TURKEY)

Dr. EDI SETIAWAN

UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA (INDONESIA)

PhD. Emrah YILMAZ

SERAF RESIDOV ADLI SEMERKANT DEVLET UNIVERSITY (UZBEKISTAN)

ALESSIO ZANZA

UNIVERSITY OF ROME LA SAPIENZA (ITALY)

GHEORGHE GIURGIU

DENIPLANT-AIDE SANTE BIOMEDICINE CENTER (ROMANIA)

COORDINATOR

AYSEL UNAL

SCIENCE BOARD

Prof. Dr. ABDELHAMID ROSSI

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

Prof Dr. Adile Oniz OZGOREN

YAKIN DOGU UNIVERSITY (KKTC)

Prof. Dr. ALAATTIN ESEN

INONU UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. ALI RIZA MOTORCU

CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. ASIM KART

MEHMET AKIF ERSOY UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. DR. Ashı KURNAZ

KASTAMONU UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. ATAKAN TUGKAN YAKUT

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. AYHAN CEYHAN

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. BASAK HANEDAN

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. BERRABAH HAMZA MADJID

UNIVERSITY OF RELIZANE (ALGERIA)

Prof. Dr. BILGE KARATEPE

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. BOUMAZZOU IBRAHIM

UNIVERSITE IBN TOFAIL (MOROCCO)

Prof. Dr. CHEE-MING CHAN

UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN (MALAYSIA)

Prof. Dr. ENGIN SAHNA

FIRAT UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. Fahriye ALTINAY AKSAL

YAKIN DOGU UNIVERSITY (KKTC)

Prof. Dr. FATI H DUMAN

ERCIYES UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. FERHAN SOYUER

Prof. Dr. GOKMEN DAGLI

GIRNE UNIVERSITY (KKTC)

Prof. Dr. HAKAN DEMIR

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. HASAN AKGUL

AKDENIZ UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. HASSAN ZARIOUH

MOHAMMED FIRST UNIVERSITY (MOROCCO)

Prof. Dr. HULYA CICEK

GAZIANTEP UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. HULYA DEMIROREN

CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. Ibodulla MIRZAYEV

SERAF RESIDOV ADLI SEMERKANT DEVLET UNIVERSITY (UZBEKISTAN)

Prof. Dr. IBRAHIM ORUN

AKSARAY UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. LAMIAÂ EL MENZHI

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

Prof. Dr. MANOLE COJOCARU

TITU MAIORESCU UNIVERSITY (ROMANIA)

Prof. Dr. MIMOUNE NORA

NATIONAL HIGH SCHOOL OF VETERINARY (ALGERIA)

Prof. Dr. MIKAIL MAHARRAMOV

LANKARAN STATE UNIVERSITY (AZERBAIJAN)

Prof. Dr. MITHAT UYSAL

DOGUS UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. MOHAMED MILOUDI

RELIZANE UNIVERSITY (ALGERIA)

Prof. Dr. MORAKENG EDWARD KENNETH LEBAKA

ZULULAND UNIVERSITY (SOUTH AFRICA)

Prof. Dr. MUHITTIN YILMAZ

SINOP UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. MUSTAFA KARATEPE

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. NAILE BILGILI

GAZI UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. OSMAN SEYYAR

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. OULAID KAMACH

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

Prof. Dr. RAHMANI ABDELHAI

MOULAY ISMAIL UNIVERSITY (MOROCCO)

Prof. Dr. RAUL DUARTE SALGUEIRAL GOMES CAMPILHO

ISEP UNIVERSITY (PORTUGAL)

Prof. Dr. RECAI KUS

SELCUK UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. SIBEL KAHRAMAN

INONU UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. VALENTIN STOYANOV

TRAKYA UNIVERSITY (BULGARIA)

Prof. Dr. YUKSEL KAPLAN

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY (TURKEY)

Prof. Dr. Zehra Altınay GAZI

YAKIN DOGU UNIVERSITY (KKTC)

Prof. Dr. ZELIHA GOKBAYRAK

CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. AYTEN OZSAVAS AKCAY

YAKIN DOGU UNIVERSITY (KKTC)

Assoc. Prof. CAN KARA

YAKIN DOGU UNIVERSITY (KKTC)

Assoc. Prof. CHINGIZ MAMEDOV

BAKU STATE UNIVERSITY (AZERBAIJAN)

Assoc. Prof. DIVYA VINAYACHANDRAN

SRM INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (INDIA)

Assoc. Prof. DoGan CILOGLU

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. ELZBIETA PATKOWSKA

UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN LUBLIN (POLAND)

Assoc. Prof. EL HOUARI NESRINE

TLEMCEN UNIVERSITY (ALGERIA)

Assoc. Prof. ERKAN AYDINTAN

KARADENIZ TEKNİK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. FATMA BIRGILI

MUGLA SITKI KOCMAN UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. HATICE OZDEMIR

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. MEHMET BULUT

HAKKARI UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. MEHMET KERIM GULLAP

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. MERDACI SLIMANE

DJILLALI LIABES UNIVERSITY OF SIDI BEL ABBES (ALGERIA)

Assoc. Prof. MUHAMMAD KASIB KHAN

UNIVERSITY OF AGRICULTURE FAISALABAD (PAKISTAN)

Assoc. Prof. MURAT EYVAZ

GEBZE TEKNİK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. Mustafa Ufuk CELİK

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (KKTC)

Assoc. Prof. MUSTAFA KEMAL BİLİCİ

MARMARA UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. Rédha BELALA

SAAD DAHLEB BLIDA 1 UNIVERSITY (ALGERIA)

Assoc. Prof. Sadrettin YUKSEL

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. SELVAKUMAR PALANIAPPAN

SIVET COLLEGE (INDIA)

Assoc. Prof. SEMET CELİK

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. SEMIRHAN GOKCE

NIGDE ÖMER HALISDEMİR UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. SERKAN SENOCAK

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assoc. Prof. SINEM KASIMOĞLU

YAKIN DOĞU UNIVERSITY (KKTC)

Assoc. Prof. TAMER TURGUT

ATATURK UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. ALDEMIR MALVERIA DE OLIVERIA

UNIVERSITY CENTER FOR HIGHER EDUCATION OF AMAZONAS (BRAZIL)

Assist. Prof. AYHAN ATIGAN

KARABUK UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. BUSRA YARANOGLU

BALIKESIR UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. CANAN AKSOY

KARADENIZ TEKNİK UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. CIHAN DUSGUN

NIGDE OMER HALISDEMİR UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. GULSAH GURKAN

TURGUT OZAL UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. ISMAIL HAKKI TEKİNER

ISTANBUL SABAHATTİN ZAIM UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. MAHBUBOR RAHMAN

BANGLADESH UNIVERSITY OF TEXTILES (BANGLADESH)

Assist. Prof. NAJİM ABDULLA

DUHOK UNIVERSITY (IRAQ)

Assist. Prof. OKTAY KIZKAPAN

NEVSEHIR HACI BEKTAS VELI UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. OZHAN SENOL

NIGDE OMER HALISDEMİR UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. PINAR GUMUS

KILIS 7 ARALIK UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. RAJA MOHAMMAD LATIF

PRINCE MOHAMMAD BIN FAHD UNIVERSITY (SAUDI ARABIA)

Assist. Prof. ROZINA KHATTAK

SHAHEED BENAZIR BHUTTO WOMEN UNIVERSITY (PAKISTAN)

Assist. Prof. SABIHA GOKCEN ZEYBEK

YAKIN DOGU UNIVERSITY (TURKEY)

Assist. Prof. SARBU OXANA

NICOLAE TESTEMITANU STATE UNIVERSITY (MOLDOVA)

Assist. Prof. SHARBIR WANI

SHERE KASHMIR UNIVERSITY (INDIA)

Assist. Prof. TUBA DEMIREL

HASAN KALYONCU UNIVERSITY (TURKEY)

Dr. CAN YOLAGIDEN

YOZGAT (TURKIYE)

Dr. DILEK ARSLAN ATESSAHIN

FIRAT UNIVERSITY (TURKEY)

Dr. DILEK YILDIRIM GURKAN

YOZGAT BOZOK UNIVERSITY (TURKEY)

Dr. LE KHANH GIANG

UNIVERSITY OF TRANSPORT AND COMMUNICATION (VIETNAM)

Dr. MANKOUR MOHAMED

UNIVERSITY OF RELIZANE (ALGERIA)

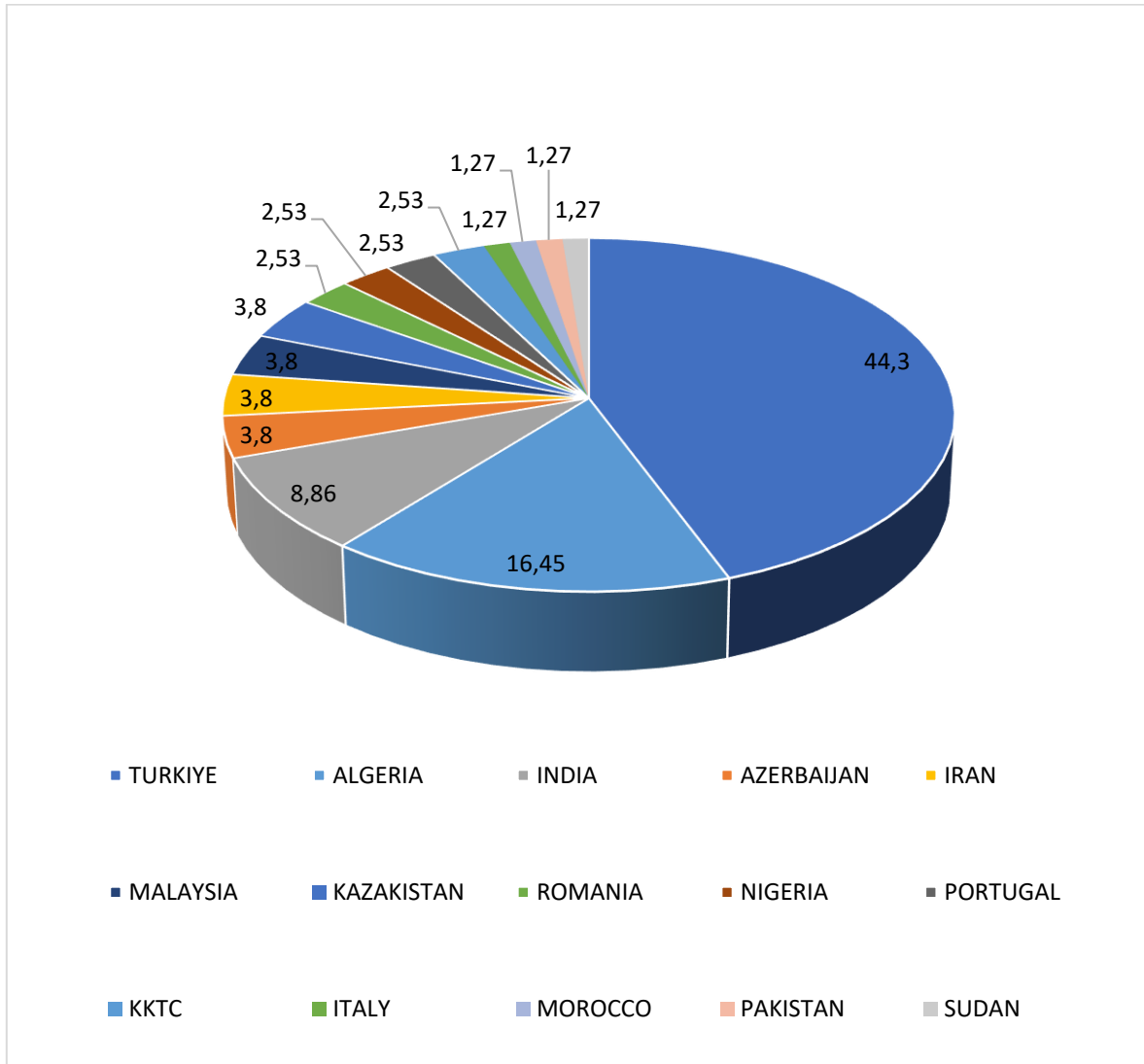
Dr. MEHMET ARSLAN

MALATYA (TURKIYE)

CONFERENCE STATISTICS

Distribution of the papers presented orally at the conference by countries

Country	Number of Papers	Percentage (%)
TURKIYE	35	44,30%
ALGERIA	13	16,45%
INDIA	7	8,86%
AZERBAIJAN	3	3,80%
IRAN	3	3,80%
MALAYSIA	3	3,80%
KAZAKISTAN	3	3,80%
ROMANIA	2	2,53%
NIGERIA	2	2,53%
PORTUGAL	2	2,53%
KKTC	2	2,53%
ITALY	1	1,27%
MOROCCO	1	1,27%
PAKISTAN	1	1,27%
SUDAN	1	1,27%
TOTAL	79	100%



**IX. INTERNATIONAL HEALTH,
ENGINEERING AND SCIENCES
CONGRESS**

SEPTEMBER 27-29, 2024,

ANKARA, TURKIYE

**FACE TO FACE
CONFERENCE PROGRAM**

**IX. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCES
CONGRESS**

CONFERENCE PLACE: ANKARA HACI BAYRAM VELI UNIVERSITY

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İtri yerleşkesi
Emniyet mahallesi Abant Caddesi No10/2
Yenimahalle/Ankara

CONFERENCE REGISTRATION: 09:00-09:30

OPENING CEREMONY: 09:30-09:40

Prof. Dr. MUSTAFA TALAS
NIGDE OMER HALISDEMİR UNIVERSITY

Assoc. Prof. AHMET RIZA SAHİN
ADANA SEHIR HASTANESI

Prof. Dr. KURSAT GOKTURK
REKTÖR YARDIMCISI
ANKARA HACI BAYRAM VELI UNIVERSITY

27.09.2024

FRIDAY / 09:45-10:45

**SESSION: 1 HALL: 1 / MODERATOR
(SARI SALON)**

Assoc. Prof. AHMET RIZA ŞAHİN

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. REHA METİN ALKAN	İstanbul Teknik Üniversitesi	SATELLITE-BASED POSITIONING SYSTEMS AND NAVIGATION WARFARE
Dr. Büşra PEKSEZER Prof. Dr. Mehmet Tahir ALP Prof. Dr. Deniz AYAS	Uludağ Üniversitesi Mersin Üniversitesi	ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SOME PATHOGENIC MICROORGANISMS IN EXTRACTS OF <i>Ulva intestinalis</i> (Linnaeus 1753) AND <i>Sargassum vulgare</i> (F. Furcatum (Kützinger) J. Agardh 1889)
Assist Prof. ZEYNEP SÖNMEZ HAMİYE ÜNAL Prof. Dr. SİNAN KOPUZLU	Atatürk Üniversitesi	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF DEEP LEARNING APPLICATIONS IN LIVESTOCK
HATİCE GİRGİN KORKUTHAN KORKUT CİHANGİR KAPLAN	Kentpar Otomotiv	INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF 1.2344 HOT WORK TOOL STEEL IN RELATION TO HEAT TREATMENT ENVIRONMENT
İsmail AKSU Assist. Prof. Ferid AYDIN	Atatürk Üniversitesi	AN INVESTIGATION INTO THE IMPACT OF BOYCOTT CALLS ON UNIVERSITY STUDENTS BEVERAGE CONSUMPTION HABITS

**IX. INTERNATIONAL HEALTH,
ENGINEERING AND SCIENCES
CONGRESS**

SEPTEMBER 27-29, 2024,

ANKARA, TURKIYE

**ONLINE
CONFERENCE PROGRAM**

29.09.2024

SUNDAY / 10:00-12:30

SESSION: 1 HALL: 1 / MODERATOR

Assist. Prof. BÜLENT KURT

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Dr. Cansu YURTERİ	İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı	ANALYSIS OF LAND SURFACE TEMPERATURE CHANGE USING REMOTE SENSING IMAGES AND CORINE DATA IN GIS ENVIRONMENT: THE CASE STUDY OF MUS PROVINCE, TURKIYE
Res. Assist. Dr. Semih AĞCA	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	THE COMPARISON OF COMPOSITIONAL DEPTH PROFILES OF NARROW AND WIDE BANDGAP SILVER ALLOYED CHALCOPYRITE THIN FILMS BY GLOW DISCHARGE OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY
Assist. Prof. Şakir ŞİMŞİR	Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi	HUMAN LEARNING OPTIMIZATION-BASED SYMBOL DETECTION PROCEDURE FOR MIMO-FBMC/OQAM SCHEME
Sait Behlül BOZTEPE Assoc. Prof. Abdullah DEMİR	Marmara Üniversitesi	RESEARCH ON INDIRECT CARBON EMISSIONS OF BATTERY ELECTRIC VEHICLES IN TURKEY
Assist. Prof. Sinem UZUN Assoc. Prof. Aslıhan KURNUÇ SEYHAN	Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi	PERFORMANCE COMPARISON OF FLAT PLATE AND VACUUM TUBE SOLAR COLLECTORS UNDER ERZINCAN'S CLIMATIC CONDITIONS
Prof. Dr. İbrahim UZUN Kadriye Elif CANTÜRK	Kırıkkale Üniversitesi	DESIGN OF ROCKET ENGINE GEOMETRY AND ANSYS ANALYSIS FOR DIFFERENT LIQUID FUEL COMBINATIONS
Assist. Prof. BÜLENT KURT	Balıkesir Üniversitesi	ESTIMATION OF VISCOSITY OF BIOFUEL OBTAINED FROM MIXTURE OF ANIMAL AND VEGETABLE OIL WITH JET FUEL JP-5
Lect. HİLAL MERAL Prof. Dr. ASLIHAN DEMİRDÖVEN	Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi	THE PRODUCTION OF QUINCE JUICE FORTIFIED WITH LEMON PEEL CAROTENOID EXTRACT
Lect. ALİ UMUT ÜNAL	Kocaeli Üniversitesi	ORTADOĞU'DA İSRAİL - FİLİSTİN SAVAŞININ DÜNYA DENİZCİLİĞİNE ETKİSİ VE SÜVEYŞ KANALI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

29.09.2024

SUNDAY / 10:00-12:30

SESSION: 1 HALL: 2 / MODERATOR

Assoc. Prof. HÜSEYİN BOZ

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
SILA GÖKSU YURTOĞLU Prof. Dr. CAN ÇINAR FURKAN KANTER	Gazi Üniversitesi	THE EFFECT OF THE STEEL CORD WINDING ANGLE AND THE GAP BETWEEN POLYAMIDE CORDS ON THE PERFORMANCE IN A RADIAL PASSENGER CAR TIRE
MERVE ÇAKIR Prof. Dr. REHA METİN ALKAN	İTÜ	PLANNING OF GEOMATICS ENGINEERING PROJECTS USING OPERATIONS RESEARCH TECHNIQUES AND DETERMINING THE MOST APPROPRIATE MEASUREMENT TECHNIQUES USING MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS
ELİF ŞEVVAL TAŞTAN MUHAMMED OĞUZHAN METE REHA METİN ALKAN	İstanbul Teknik Üniversitesi	A PROPOSAL FOR A MACHINE LEARNING BASED VALUATION MODEL FOR DETERMINING EFFICIENT BUILDING PROPERTY TAX VALUE
Furkan ACAR Dr. Cansu BOZKURT Dr. Mahmut FIRAT	İnönü Üniversitesi Ardahan Üniversitesi	IMPORTANCE AND EVALUATION OF APPARENT LOSSES IN URBAN WATER MANAGEMENT
Yalçın ÖZDEMİR Seyid Fehmi DİLTEMİZ Zeki SAKARYA	Eskişehir Teknik Üniversitesi	THERMAL SHOCK TEST SYSTEM SETUP
Furkan ACAR Dr. Cansu BOZKURT Dr. Mahmut FIRAT	İnönü Üniversitesi Ardahan Üniversitesi	EVALUATION OF ECONOMIC ANALYSIS, PERFORMANCE MONITORING, AND DATA MANAGEMENT COMPONENTS FOR APPARENT LOSS MANAGEMENT IN WATER UTILITIES USING AHP AND FUZZY AHP

29.09.2024

SUNDAY / 10:00-12:30

SESSION: 1 HALL: 3 / MODERATOR

Prof. Dr. MUHAMMAD FAISAL

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
YOUNES FAYAND Prof. Dr. MOHAMMAD ALİ BALAFAR REZA FAYAND	University of Tabriz	THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CHANGING SOCIAL CULTURE AMONG STUDENTS
SLIMANE MERDADI ADDA HADJ MOSTEFA	University of Sidi Bel-Abbes University of Rélizane	FLEXURAL RESPONSE OF FG-PLATES BASED ON A HIGHER ORDER THEORY
YOUNES FAYAND Prof. Dr. MOHAMMAD ALİ BALAFAR REZA FAYAND	University of Tabriz	THE EFFECT OF COMPUTER GAMES ON INCREASING CYBER VIOLENCE USING DEEP LEARNING ALGOITHMS
QARDAŞBƏYOVA NAILƏ ADƏM QIZI QULIYEVA ADİLƏ ADƏM QIZI	Naxçıvan Dövlət Universiteti	APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE
DANIAL JAUHARI SIDAR FAIZ ASMAAN HAMIZAN RUJILI	Keningau Vocational College	CRUNCHY FISH SNACK BASED ON FISH SCALES
NUR ALIA AYUNI MUAHAMAD HUSRIN DYLAN IVANDER LUCAS MOHD ADYZAIDEE MOHD JAIDIN	Keningau Vocational College	DESIGN AND DEVELOPMENT OF A HYDRAULIC BEARING REMOVAL MACHINE
AVY CHASCY TEO FUNG SEH	Keningau Vocational College	FABULOUSLY FLAVORED FACIAL: A FACIAL CREAM MADE OF LEMON, COFFEE AND HONEY
CHOUITAH O.	Microbiological engineering and health Security Universite	ANTI MICROBIAL ACTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL FROM MEDICINAL PLANT
Prof. Dr. MUHAMMAD FAISAL	Sindh Madressatul Islam University	CONTEXTUALIZING PEDAGOGY IN PAKISTAN ADAPTING TEACHING APPROACHES FOR A DIVERSE SOCIETY

29.09.2024

SUNDAY / 10:00-12:30

SESSION: 1 HALL: 4/ MODERATOR

Lect. Dr. Emel AVÇİN

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Lect. Dr. Emel AVÇİN	Yalova Üniversitesi	NEWBORN SCREENING PROGRAMS AND THEIR IMPORTANCE
Assist. Prof. Merve ÇAYIR YILMAZ Tuğba SARI	Amasya Üniversitesi	THE RELATIONSHIP BETWEEN MINDFULNESS AND SYMPTOM MANAGEMENT FOR SELF-EFFICACY IN INDIVIDUALS WITH CHRONIC ILLNESS
Lect. Dr. Emel AVÇİN	Yalova Üniversitesi	PARENTS' ATTITUDES ABOUT CHILDHOOD VACCINATIONS
Assist. Prof. Merve ÇAYIR YILMAZ Kübra SARI	Amasya Üniversitesi	FEAR OF OLD AGE AND DEATH ANXIETY IN CAREGIVERS OF THE ELDERLY
SEVİNÇ AKKOYUN FATMA TAS ARSLAN	Selçuk Üniversitesi	PARENTS' VIEWS ON PEDIATRIC NURSES' CARING BEHAVIORS: A QUALITATIVE STUDY
Assist. Prof. HALİME KAYAKÖKÜ	Bitlis Eren Üniversitesi	RADON CONCENTRATION MEASUREMENT IN GAYDA POND (BITLIS) WATER SAMPLES
Rest. Assist. FERİDE ÇEVİK Lect. EBRU ERTAŞ	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi	EFFECT OF PREMENSTRUAL SYNDROME ON NUTRITIONAL PREFERENCES
SEVİNÇ AKKOYUN	Selçuk Üniversitesi	MOBILIZATION IN PEDIATRIC PATIENTS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD
Lect. EBRU ERTAŞ Rest. Assist. FERİDE ÇEVİK	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi	FACTORS AFFECTING THE LACTATION PROCESS AND MIDWIFERY CARE

29.09.2024
SUNDAY / 10:00-12:30
SESSION: 1 HALL: 5/ MODERATOR
Dr. SUBHASHISH DEY

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
RAHIM OUAHAB LAID BOUCHAALA YAHY TAKAI EDDINE AFRI AMIRA BELHAOUES SABER	Environmental Research Center	PERFORMANCE EVALUATION OF HIGH-QUALITY CONCRETE MANUFACTURED USING A TERNARY BINDER: A COMPARATIVE STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
SEYYID AHMED MEDJAHED AICHA BENELHADJDEJELLOUL	University of Relizane	FEATURE SELECTION FOR FACE RECOGNITION
YAHY TAKAI EDDINE OUAHAB RAHIM TABET TRIRAT DRIOUCHE YOUSOUF AFRI AMIRA ALI RACHEDI SOFIANE BENABBAS KHALED	Environmental Research Center	CHALLENGES IN DISCHARGE ESTIMATION IN NORTH AFRICA: ANALYSIS OF HYDROLOGICAL REGIMES OF RIVERS IN ALGERIA
ANDRÉ E.S. PINHEIRO RAUL D.S.G. CAMPILHO	University of Porto	COMPARISON OF CLOSED-FORM ANALYTICAL STRESS MODELS FOR TUBULAR ADHESIVE JOINTS
Dr. SUBHASHISH DEY	SR Gudlavalleru Engineering College	SEISMIC ANALYSIS OF MULTI-STORIED BUILDING RESTING ON HILLY REGIONS IN INDIA
DIOGO F.T. CARVALHO RAUL D.S.G. CAMPILHO	University of Porto	TESTING DUAL ADHESIVES IN ALUMINIUM-ADHEREND STEP LAP JOINTS
OFELIYA O. BALAYEVA	Baku State University	PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF N1AL-, ZN1AL- AND N1ZN1AL-LDH/PVA NANOCOMPOSITE
Assoc. Prof. DAVINA HIJAM NIKETA ASHEM	MANIPUR UNIVERSITY	BIOMARKERS OF PREECLAMPSIA
Roumeila ZERROUK Charif GUIASSA Sihem BOUDERMINE Tarek BOUDIAR Faycel DJAZI	Université 20 Août 1955-SKIKDA	PHYTOCHEMICAL SCREENING AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF A MEDICINAL PLANT FROM TWO DISTINCT GEOGRAPHICAL AREA
YASMINA BISKRI	Higher Normal School of Technological Education	DURABILITY OF SAND CONCRETES BASED ON GRANULATED SLAG LOADED WITH PLANT AGGREGATES IN SULPHATE ENVIRONMENTS
Dr. KEBAILI Feriel Kheira Dr. AOUISSI Hani Amir Dr. GASMI Intissar Dr. ZERIRI Ibtissem Dr. CHENITI Hamza	Environmental Research Center	OPTIMISING WASTE MANAGEMENT: DIGITAL STRATEGIES AND SOLUTIONS TO COMBAT POLLUTION. THE CASE OF ALGIERS (ALGERIA)

29.09.2024

SUNDAY / 10:00-12:30

SESSION: 1 HALL: 6/MODERATOR

Assist. Prof. Ishak PACAL

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
MERVE BETÜL ARSLAN Assoc. Prof. BURCU OKTAY Prof. Dr. SERAP DEMİR	Marmara Üniversitesi	IMMOBILIZATION OF LIPASE ONTO MOF-BASED FILM
Rest. Assist. METİN ÇELİK Assoc. Prof. BURAK DİK	Erciyes Üniversitesi Selçuk Üniversitesi	CAN MYOPATHIC SIDE EFFECTS OF STATIN THERAPY BE PREVENTED WITH FOOD SUPPLEMENT?
Dr. MEHMET GEZGİNÇİ Rest. Assist. Dr. MİNE AYDIN KURÇ	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	REVEALING IMPORTANT FUNCTIONAL RESIDUES USING THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE DATA OF THE PEPTIDYL-PROLYL CIS-TRANS ISOMERASE FKBP1A PROTEIN
Assist. Prof. Yasemin KARTAL Dr. Fatma YESILYURT	Kırklareli Üniversitesi Atatürk Üniversitesi	ASSESSMENT OF β -ALANINE-MEDIATED REGULATION OF HSA-MIR-181A-5P AND THE OXIDANT-ANTIOXIDANT DYNAMICS IN PC3 CELL LINE
Assist. Prof. Ishak PACAL	Iğdır Üniversitesi	EFFICIENT LIGHTWEIGHT VISION TRANSFORMER MODELS FOR AUTOMATED ALZHEIMER'S DISEASE DIAGNOSIS
KEREM GENCER GÜLCAN GENCER	Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi	COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSFER LEARNING MODELS FOR DIABETIC RETINOPATHY DETECTION IN FUNDUS IMAGES
Dr. Mehmet VATANSEVER Assist. Prof. Tuba YERLIKAYA Res. Assist. Atakan BAKLACI Prof. Dr. Adile ONIZ OZGOREN	Yakın Doğu Üniversitesi	A NEW TREATMENT MODEL IN HEALTH SCIENCES: PHOTOBIO-MODULATION
Dinara NEMETOVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi	METABOLİK SENDROMDA STRESİN BİLİŞSEL İŞLEV ÜZERİNDEKİ ETKİSİ (MODERN GÖRÜŞLER)
Dilbar AYDARBEKOVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi	TEDAVİ SIRASINDA METABOLİK SENDROMUN KLİNİK VE METABOLİK FAKTÖRLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN DİNAMİĞİ
AINUR TURMANBAYEVA	Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi	AÇLIK HİPERGLİSEMİSİ İLE YEME DAVRANIŞI TÜRLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

29.09.2024

SUNDAY / 10:00-12:30

SESSION: 1 HALL: 7/ MODERATOR

Prof. Dr. HASSAN ZARIOUH

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
MUDATHER ELNOOR YOUNIS MOHAMED	El-Daein University	GENETIC MUTATION IN SICKLE CELL ANEMIA PRESENT AND FUTURE PROSPECTIVE
SAREH ENJAVI	Final international University	EVALUATING THE IMPACT OF VISUAL DESIGN: CLUSTERING PHOTOS BASED ON EFFECTIVENESS IN ENGAGING AUDIENCES
DEGHICHE DIAB N BETTICHE F. AND BENGOUGA K, MARNICHE	Scientific and Technical Research Center on Arid Regions PoBox Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger	DIPTERAN IMPORTANCE UNDER SAHARAN ARID CONDITIONS SOUTHEAST ALGERIA
Assist. Prof. K.R. PADMA K.R.DON Assist. Prof. M. RESHMA ANJUM Assist. Prof. M. SANKARI	Women's University Bharath University	A STUDY ON MOLECULAR IDENTIFICATION OF WHITE SPOT SYNDROME VIRUS (WSSV) INFECTION IN LITOPENAEUS VANNAMEI ADULT SHRIMP BY REAL TIME POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR)
ELISA MACCARI RODOLFO REDA ALESSIO ZANZA MOHAMED HASHISH DARIO DI NARDO LUCA TESTARELLI	Sapienza University	CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION OF TWO DIFFERENT TYPES OF IMPLANT SCREW RETAINED SINGLE CROWNS
Assoc. Prof. Nosratollah SHAJAREH POURSALAVATI	Shahid Bahonar University of Kerman	EXPLORING THE NEW HORIZONS OF GROUP THEORY WITH E-GROUPS
Prof. Dr. HASSAN ZARIOUH	Mohammed First University	CLASSES OF OPERATORS SATISFYING A-WEYL'S THEOREM
Andrea Amalia MINDA Olga AMARIEI Marius LOLEA Emeric REMUS Kristijan Cincar	Universitatea Babeş-Bolyai din Cluj-Napoca University of Oradea	POSSIBILITIES OF EXPANSION AND FUTURE DEVELOPMENT OF THE GEOTHERMAL SYSTEM OF THE TOWN OF BEIUŞ IN ROMANIA. A FEW PROPOSALS
Prof. Dr. Md. ASAD KHAN M. MOSHAHID A. RIZVI	Jamia Millia Islamia	ALPHA-MANGOSTIN INDUCES APOPTOSIS AND INHIBITS PROLIFERATION OF BREAST CANCER CELL LINE MCF-7 VIA REGULATING AKT SIGNALING PATHWAY
Andrea Amalia MINDA Olga AMARIEI Marius LOLEA Emeric REMUS Kristijan Cincar	Universitatea Babeş-Bolyai din Cluj-Napoca University of Oradea	THE PARTICIPATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE PRODUCTION AND TRADE OF ELECTRICITY IN ROMANIA

29.09.2024

SUNDAY / 10:00-12:30

SESSION: 1 HALL: 8/ MODERATOR

Assoc. Prof. DAVINA HIJAM

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
AYTAC RÜSTÖMLİ ELÇİN QIZI	Azerbaijan Technical University	WHAT ARE IPS AND IDS ? HOW DOES IT WORK?
IYANDA OLUMAYOWA JOSEPH	Afe Babalola University	INTEGRATING TRADITIONAL AND MODERN AGRICULTURAL PRACTICES FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION IN SUB-SAHARAN AFRICA
AKINJOGUNLA VICTORIA FOLAKEMI ADEFIRANYE OYETAYO OLAOLUWA IBRAHIM HALIMA- SADIYA	Bayero University	SHELF- LIFE EVALUATION ON OVEN DRIED AFRICAN CATFISH (CLARIAS GARIEPINUS) MARINATED WITH CITRUS SINENSIS EXTRACT
TABET TRIRAT YAHİ TAKAI EDDINE OUAHAB RAHİM DRIOUCHE YOUSOUF BENABBAS KHALED	Environmental Research Center	ENHANCING SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN ALGERIA'S INDUSTRIAL SECTORS
SAKHRI FATMA ZAHRA SAKHRI AFEF	National Higher School of Biotechnology University of Batna	EVALUATION OF ANTIOXIDANT PROPERTY AND TOXICITY OF CYDONIA OBLONGA FRUIT EXTRACT
SRI BURUJUKOTA SIVA REDDY M. DEVENDRA	G Pulla Reddy Engineering College	INCREASING THE CAPACITY IN MC CDMA SYSTEMS IN WIRELESS COMMUNICATION
Assoc. Prof. DAVINA HIJAM BIDYARANI HAOBAM	Manipur University	BIOMARKERS IN OBESITY – AN OVERVIEW
SAKHRI FATMA ZAHRA SAKHRI AFAF	Higher National School of Biotechnology University of Batna2	ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ASPERGILLUS CREBER
Assoc. Prof. DAVINA HIJAM NIKETA ASHEM	Manipur University	BIOMARKERS OF GESTATIONAL DIABETES MELLITUS
BOUCHAALA Laid AFRI Amira RAHİM Ouahab CHARCHAR Nabil GRARA Noudjoud GHARIB Abdelfettah DOUH Mourad	Environmental Research Center Centre de Recherche en Biotechnologies University of 8 Mai 1945 Guelma	WATER RESOURCES: TREATMENT AND REUSE OF WASTEWATER IN ALGERIA

CONTENTS

AUTHOR(S)	TITLE	PAGE NO
REHA METİN ALKAN	SATELLITE-BASED POSITIONING SYSTEMS and NAVIGATION WARFARE	1
Büşra PEKSEZER Mehmet Tahir ALP Deniz AYAS	ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SOME PATHOGENEIC MICROORGANISMS IN EXTRACTS OF <i>Ulva intestinalis</i> (Linnaeus 1753) AND <i>Sargassum vulgare</i> (F. Furcatum (Kützing) J. Agardh 1889)	3
ZEYNEP SÖNMEZ HAMİYE ÜNAL SİNAN KOPUZLU	BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF DEEP LEARNING APPLICATIONS IN LIVESTOCK	5
HATİCE GİRĞİN KORKUTHAN KORKUT CİHANGİR KAPLAN	INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF 1.2344 HOT WORK TOOL STEEL IN RELATION TO HEAT TREATMENT ENVIRONMENT	15
Cansu YURTERİ	ANALYSIS OF LAND SURFACE TEMPERATURE CHANGE USING REMOTE SENSING IMAGES AND CORINE DATA IN GIS ENVIRONMENT: THE CASE STUDY OF MUS PROVINCE, TURKIYE	24
Semih AĞCA	THE COMPARISON OF COMPOSITIONAL DEPTH PROFILES OF NARROW AND WIDE BANDGAP SILVER ALLOYED CHALCOPYRITE THIN FILMS BY GLOW DISCHARGE OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY	26
Şakir ŞİMŞİR	HUMAN LEARNING OPTIMIZATION-BASED SYMBOL DETECTION PROCEDURE FOR MIMO-FBMC/OQAM SCHEME	35
Sait Behlül BOZTEPE Abdullah DEMİR	RESEARCH ON INDIRECT CARBON EMISSIONS OF BATTERY ELECTRIC VEHICLES IN TURKEY	48
Sinem UZUN Aslıhan KURNUÇ SEYHAN	PERFORMANCE COMPARISON OF FLAT PLATE AND VACUUM TUBE SOLAR COLLECTORS UNDER ERZİNCAN'S CLIMATIC CONDITIONS	50
İbrahim UZUN Kadriye Elif CANTÜRK	DESIGN OF ROCKET ENGINE GEOMETRY AND ANSYS ANALYSIS FOR DIFFERENT LIQUID FUEL COMBINATIONS	58
BÜLENT KURT	ESTIMATION OF VISCOSITY OF BIOFUEL OBTAINED FROM MIXTURE OF ANIMAL AND VEGETABLE OIL WITH JET FUEL JP-5	71
HİLAL MERAL ASLIHAN DEMİRDÖVEN	THE PRODUCTION OF QUINCE JUICE FORTIFIED WITH LEMON PEEL CAROTENOID EXTRACT	79
ALİ UMUT ÜNAL	ORTADOĞU'DA İSRAİL – FİLİSTİN SAVAŞININ DÜNYA DENİZCİLİĞİNE ETKİSİ VE SÜVEYŞ KANALI ÜZERİNE BİR İNCELEME	91

İsmail AKSU Ferid AYDIN	AN INVESTIGATION INTO THE IMPACT OF BOYCOTT CALLS ON UNIVERSTY STUDENTS BEVERAGE CONSUMPTION HABITS	104
SILA GÖKSU YURTOĞLU CAN ÇINAR FURKAN KANTER	THE EFFECT OF THE STEEL CORD WINDING ANGLE AND THE GAP BETWEEN POLYAMIDE CORDS ON THE PERFORMANCE IN A RADIAL PASSENGER CAR TIRE	106
MERVE ÇAKIR REHA METİN ALKAN	PLANNING GEOMATICS ENGINEERING PROJECTS USING OPERATIONS RESEARCH TECHNIQUES AND DETERMINING THE MOST APPROPRIATE MEASUREMENT METHOD USING MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHODS	115
ELİF ŞEVVAL TAŞTAN MUHAMMED OĞUZHAN METE REHA METİN ALKAN	A PROPOSAL FOR A MACHINE LEARNING BASED VALUATION MODEL FOR DETERMINING EFFICIENT BUILDING PROPERTY TAX VALUE	127
Furkan ACAR Cansu BOZKURT Mahmut FIRAT	EVALUATION OF ECONOMIC ANALYSIS, PERFORMANCE MONITORING, AND DATA MANAGEMENT COMPONENTS FOR APPARENT LOSS MANAGEMENT IN WATER UTILITIES USING AHP AND FUZZY AHP	143
Furkan ACAR Cansu BOZKURT Mahmut FIRAT	IMPORTANCE AND EVALUATION OF APPARENT LOSSES IN URBAN WATER MANAGEMENT	160
Yalçın ÖZDEMİR Seyid Fehmi DİLTEMİZ Zeki SAKARYA	THERMAL SHOCK TEST SYSTEM SETUP	170
YOUNES FAYAND MOHAMMAD ALİ BALAFAR REZA FAYAND	THE EFFECT OF COMPUTER GAMES ON INCREASING CYBER VIOLENCE USING DEEP LEARNING ALGORITHMS	177
SLIMANE MERDACI ADDA HADJ MOSTEFA	FLEXURAL RESPONSE OF FG-PLATES BASED ON A HIGHER ORDER THEORY	178
YOUNES FAYAND MOHAMMAD ALİ BALAFAR REZA FAYAND	THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CHANGING SOCIAL CULTURE AMONG STUDENTS	179
QARDAŞBƏYOVA NAILƏ ADƏM QIZI QULİYEVƏ ADİLƏ ADƏM QIZI	APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE	180
DANIAL JAUHARI SIDAR FAIZ ASMAAN HAMIZAN RUJILI	CRUNCHY FISH SNACK BASED ON FISH SCALES	183
NUR ALIA AYUNI MUAHAMAD HUSRIN DYLAN IVANDER LUCAS MOHD ADYZAIDEE MOHD JAIDIN	DESIGN AND DEVELOPMENT OF A HYDRAULIC BEARING REMOVAL MACHINE	184
AVY CHASCY TEO FUNG SEH	FABULOUSLY FLAVORED FACIAL: A FACIAL CREAM MADE OF LEMON, COFFEE AND HONEY	185

CHOUITAH O.	ANTI MICROBIAL ACTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL FROM MEDICINAL PLANT	186
MUHAMMAD FAISAL	CONTEXTUALIZING PEDAGOGY IN PAKISTAN ADAPTING TEACHING APPROACHES FOR A DIVERSE SOCIETY	187
Emel AVÇİN	NEWBORN SCREENING PROGRAMS AND THEIR IMPORTANCE	189
Emel AVÇİN	PARENTS' ATTITUDES ABOUT CHILDHOOD VACCINATIONS	197
Tuğba SARI Merve ÇAYIR YILMAZ	THE RELATIONSHIP BETWEEN MINDFULNESS AND SYMPTOM MANAGEMENT FOR SELF-EFFICACY IN INDIVIDUALS WITH CHRONIC ILLNESS	207
Kübra SARI Merve ÇAYIR YILMAZ	FEAR OF OLD AGE AND DEATH ANXIETY IN CAREGIVERS OF THE ELDERLY	209
SEVİNÇ AKKOYUN FATMA TAS ARSLAN	PARENTS' VIEWS ON PEDIATRIC NURSES' CARING BEHAVIORS: A QUALITATIVE STUDY	211
SEVİNÇ AKKOYUN	MOBILIZATION IN PEDIATRIC PATIENTS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD	220
HALİME KAYAKÖKÜ	RADON CONCENTRATION MEASUREMENT IN GAYDA POND (BITLIS) WATER SAMPLES	228
EBRU ERTAŞ FERİDE ÇEVİK	FACTORS AFFECTING THE LACTATION PROCESS AND MIDWIFERY CARE	236
FERİDE ÇEVİK EBRU ERTAŞ	EFFECT OF PREMENSTRUAL SYNDROME ON NUTRITIONAL PREFERENCES	241
MERVE BETÜL ARSLAN BURCU OKTAY SERAP DEMİR	IMMOBILIZATION OF LIPASE ONTO MOF-BASED FILM	245
METİN ÇELİK BURAK DİK	CAN MYOPATHIC SIDE EFFECTS OF STATIN THERAPY BE PREVENTED WITH FOOD SUPPLEMENT?	247
MEHMET GEZGİNCİ MİNE AYDIN KURÇ	REVEALING IMPORTANT FUNCTIONAL RESIDUES USING THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE DATA OF THE PEPTIDYL-PROLYL CIS-TRANS ISOMERASE FKBP1A PROTEIN	254
Yasemin KARTAL Fatma YESILYURT	ASSESSMENT OF β-ALANINE-MEDIATED REGULATION OF HSA-MIR-181A-5P AND THE OXIDANT-ANTIOXIDANT DYNAMICS IN PC3 CELL LINE	256
Ishak PACAL	EFFICIENT LIGHTWEIGHT VISION TRANSFORMER MODELS FOR AUTOMATED ALZHEIMER'S DISEASE DIAGNOSIS	265

KEREM GENCER GÜLCAN GENCER	COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSFER LEARNING MODELS FOR DIABETIC RETINOPATHY DETECTION IN FUNDUS IMAGES	277
Mehmet VATANSEVER Tuba YERLIKAYA Atakan BAKLACI Adile ONIZ OZGOREN	A NEW TREATMENT MODEL IN HEALTH SCIENCES: PHOTOBIMODULATION	278
Dinara NEMETOVA	EFFECT OF STRESS ON COGNITIVE FUNCTION IN METABOLIC SYNDROME (MODERN VIEWS)	287
Dilbar AYDARBEKOVA	DYNAMICS OF CHANGES IN CLINICAL AND METABOLIC FACTORS OF METABOLIC SYNDROME DURING TREATMENT	291
AINUR TURMANBAYEVA	THE RELATIONSHIP OF FASTING HYPERGLYCEMIA WITH TYPES OF EATING BEHAVIOR	295
MUDATHER ELNOOR YOUNIS MOHAMED	GENETIC MUTATION IN SICKLE CELL ANEMIA THE PRESENT AND FUTURE PROSPECTIVE	300
SAREH ENJAVI	EVALUATING THE IMPACT OF VISUAL DESIGN: CLUSTERING PHOTOS BASED ON EFFECTIVENESS IN ENGAGING AUDIENCES	309
DEGHICHE DIAB N BETTICHE F. BENGOUGA K. MARNICHE	DIPTERAN IMPORTANCE UNDER SAHARAN ARID CONDITIONS SOUTHEAST ALGERIA	319
K.R. PADMA K.R.DON M. RESHMA ANJUM M. SANKARI	A STUDY ON MOLECULAR IDENTIFICATION OF WHITE SPOT SYNDROME VIRUS (WSSV) INFECTION IN LITOPENAEUS VANNAMEI ADULT SHRIMP BY REAL TIME POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR)	320
ELISA MACCARI RODOLFO REDA ALESSIO ZANZA MOHAMED HASHISH DARIO DI NARDO LUCA TESTARELLI	CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION OF TWO DIFFERENT TYPES OF IMPLANT SCREW RETAINED SINGLE CROWNS	324
Nosratollah SHAJAREH POURSALAVATI	EXPLORING THE NEW HORIZONS OF GROUP THEORY WITH E-GROUPS	323
HASSAN ZARIOUH	CLASSES OF OPERATORS SATISFYING A- WEYL'S THEOREM	328
Andrea Amalia MINDA Olga AMARIEI Marius LOLEA Emeric REMUS Kristijan Cincar	THE PARTICIPATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE PRODUCTION AND TRADE OF ELECTRICITY IN ROMANIA	329
Andrea Amalia MINDA Olga AMARIEI Marius LOLEA Emeric REMUS Kristijan Cincar	POSSIBILITIES OF EXPANSION AND FUTURE DEVELOPMENT OF THE GEOTHERMAL SYSTEM OF THE TOWN OF BEIUŞ IN ROMANIA. A FEW PROPOSALS	330

Md. ASAD KHAN M. MOSHAHID A. RIZVI	ALPHA-MANGOSTIN INDUCES APOPTOSIS AND INHIBITS PROLIFERATION OF BREAST CANCER CELL LINE MCF-7 VIA REGULATING AKT SIGNALING PATHWAY	331
AYTAC RÜSTƏMLİ ELÇİN QIZI	WHAT ARE IPS AND IDS? HOW DOES IT WORK?	332
IYANDA OLUMAYOWA JOSEPH	INTEGRATING TRADITIONAL AND MODERN AGRICULTURAL PRACTICES FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION IN SUB-SAHARAN AFRICA	336
AKINJOGUNLA VICTORIA FOLAKEMI ADEFIRANYE OYETAYO OLAOLUWA IBRAHIM HALIMA-SADIYA	Shelf- life evaluation on oven dried AFRICAN CATFISH (<i>Clarias gariepinus</i>) marinated with Citrus sinensis extract	337
TABET TRIRAT YAHİ TAKAI EDDINE OUAHAB RAHİM DRIOUCHE YOUSOUF BENABBAS KHALED	ENHANCING SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN ALGERIA'S INDUSTRIAL SECTORS	338
SAKHRI FATMA ZAHRA SAKHRI AFEF	EVALUATION OF ANTIOXIDANT PROPERTY AND TOXICITY OF CYDONIA OBLONGA FRUIT EXTRACT	339
SRI BURUJUKOTA SIVA REDDY M. DEVENDRA	INCREASING THE CAPACITY IN MC CDMA SYSTEMS IN WIRELESS COMMUNICATION	340
DAVINA HIJAM BIDYARANI HAOBAM	BIOMARKERS OF GESTATIONAL DIABETES MELLITUS	342
SAKHRI FATMA ZAHRA SAKHRI AFAF	ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ASPERGILLUS CREBER	343
DAVINA HIJAM NIKETA ASHEM	BIOMARKERS IN OBESITY – AN OVERVIEW	344
RAHİM OUAHAB LAİD BOUCHAALA YAHİ TAKAI EDDINE AFRI AMİRA BELHAOUES SABER	PERFORMANCE EVALUATION OF HIGH-QUALITY CONCRETE MANUFACTURED USING A TERNARY BINDER: A COMPARATIVE STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES	345
BOUCHAALA Laid AFRI Amira RAHİM Ouahab CHARCHAR Nabil GRARA Noudjoud GHARIB Abdelfettah DOUH Mourad	WATER RESOURCES: TREATMENT AND REUSE OF WASTEWATER IN ALGERIA	346
SEYYID AHMED MEDJAHED AİCHA BENELHADJDEJELLOUL	FEATURE SELECTION FOR FACE RECOGNITION	347
YAHİ TAKAI EDDINE OUAHAB RAHİM TABET TRIRAT DRIOUCHE YOUSOUF AFRI AMİRA ALI RACHEDI SOFIANE BENABBAS KHALED	CHALLENGES IN DISCHARGE ESTIMATION IN NORTH AFRICA: ANALYSIS OF HYDROLOGICAL REGIMES OF RIVERS IN ALGERIA	348

ANDRÉ E.S. PINHEIRO RAUL D.S.G. CAMPILHO	COMPARISON OF CLOSED-FORM ANALYTICAL STRESS MODELS FOR TUBULAR ADHESIVE JOINTS	349
SUBHASHISH DEY	SEISMIC ANALYSIS OF MULTI-STORIED BUILDING RESTING ON HILLY REGIONS IN INDIA	350
DIOGO F.T. CARVALHO RAUL D.S.G. CAMPILHO	TESTING DUAL ADHESIVES IN ALUMINIUM- ADHEREND STEP LAP JOINTS	351
OFELIYA O. BALAYEVA	PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF NiAl-, ZnAl- AND NiZnAl-LDH/PVA NANOCOMPOSITE	352
Roumeila ZERROUK Charif GUIASSA Sihem BOUDERMINE Tarek BOUDIAR Faycel DJAZI	PHYTOCHEMICAL SCREENING AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF A MEDICINAL PLANT FROM TWO DISTINCT GEOGRAPHICAL AREA	354
YASMINA BISKRI	DURABILITY OF SAND CONCRETES BASED ON GRANULATED SLAG LOADED WITH PLANT AGGREGATES IN SULPHATE ENVIRONMENTS	355
KEBAILI Feriel Kheira AOUISSI Hani Amir GASMI Intissar ZERIRI Ibtissem CHENITI Hamza	OPTIMISING WASTE MANAGEMENT: DIGITAL STRATEGIES AND SOLUTIONS TO COMBAT POLLUTION. THE CASE OF ALGIERS (ALGERIA)	356

SATELLITE-BASED POSITIONING SYSTEMS and NAVIGATION WARFARE UYDU-BAZLI KONUM BELİRLEME SİSTEMLERİ ve NAVİGASYON SAVAŞLARI

Reha Metin ALKAN¹

¹Prof.Dr., İTÜ, Geomatik Mühendisliği, <https://orcid.org/0000-0002-1981-9783>

Özet

Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin ilk yapay uydu olan Sputnik-1'i 04 Ekim 1957 tarihinde uzaya fırlatmasıyla birlikte uzay çağı başlamıştır. İzleyen yıl Amerika Birleşik Devletleri Explorer 1 uydusunu uzaya göndererek bu sürece dahil olmuştur. Bu gelişmeler ülkeler arasındaki uzay mücadelesinin başlamasını sağlamış, ülkelerin politikalarında paradigma değişimlerine de yol açmıştır. O zamandan bu yana uzayda pek çok alanda projeler yapılmaktadır. Uluslararası anlaşmalara göre uzayın kullanımında tüm ülkeler özgür olmakla birlikte, bu kullanımın tüm ülkelerin yarar ve çıkarları gözetilerek yapılması gerektiği ifade edilmektedir. United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) tarafından tutulan Index of Objects Launched into Outer Space verileri, Haziran 2023 itibariyle Dünya'nın yörüngesinde araştırma, haberleşme, istihbarat, askeri, meteoroloji, gözlem/gözetleme, uzaktan algılama, konum belirleme/navigasyon vd faaliyetlerini yerine getirmek üzere 11330 münferit uydu bulunduğunu göstermektedir.

Günümüzde konum bilgisi insanoğlunun hayatının pek çok alanında daha fazla yer tutmaya başlamıştır. Bu konuda hiç kuşkusuz en çok başvurulan yöntem, uydu-bazlı konum belirleme sistemleridir. Şu anda Global Navigation Satellite System (GNSS) olarak adlandırılan ve Amerika Birleşik Devletleri'ne ait GPS, Rusya'ya ait GLONASS, Avrupa Birliği'ne ait Galileo ve Çin Halk Cumhuriyeti'ne ait BDS'den oluşan bütünleşik sistem sayesinde, 100'ün üzerinde uydu ile dünyanın hemen her yerinde kullanılabilir etkin bir konum belirleme sistemi bulunmaktadır. GNSS ile, uygulamada kullanılan yöntem ve donanımlara bağlı olarak milimetre seviyesinden metre seviyesine varan geniş bir doğruluk aralığında konum belirlemek mümkündür. Tekniğin kullanım kolaylığı, günün her saatinde ve hemen her hava koşulunda ölçme yapmaya imkân vermesi, farklı doğruluk gereksinimlerini karşılayabilecek olması, bu tekniğin konum bilgisi gerektiren haritalama, navigasyon, askeri uygulamalar, takip/izleme, ulaşım, inşaat, tarım, hayvancılık, acil durum yönetimi, afet, iklim, çevre, eğlence, sağlık ve spor, havacılık, denizcilik ve başka pek çok alanda yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Bununla birlikte belli ülkelerin (ABD, Rusya, AB ve Çin) kontrolünde bulunan GNSS sistemlerinin etkisiz hale getirilerek kullanımını engellemek için sinyalleri kesmek, karıştırmak veya aldatici sinyaller ile kullanılamaz duruma getirmek için yapılan navigasyon savaşları; sistemin kullanıcılarının pek çok aracının/donanımının etkisiz kalmasına ve/veya işlevini hatalı olarak yerine getirmesine neden olabilmektedir. Bu durum özellikle savunma sistemlerinde çok daha büyük ve hayati sorunlara yol açabilecektir.

Bu çalışmada uydu-bazlı konum belirleme sistemlerinin (GNSS) güncel durumu ile ilgili bilgiler verilerek, GNSS sisteminin sahip olduğu zayıf yönleri ile riskler ve bunların insanlara ve ülkelere muhtemel etkileri aktarılmıştır. Ayrıca olası bir navigasyon savaşı durumunda kullanılabilir alternatif konum belirleme sistemlerinden de bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Uzay, uydu-bazlı konum belirleme, GPS, GNSS, navigasyon, navigasyon savaşları

Abstract

The space age began when the Union of Soviet Socialist Republics launched Sputnik-1, the first artificial satellite, into space on October 4, 1957. The United States of America joined this process the following year by sending the Explorer 1 satellite into space. These developments also initiated the space struggle between countries and led them to paradigm shifts in the policies of countries. Since then, many projects have been carried out in many areas in space. According to international agreements, all countries are free to use space, but it is stated that this use should be carried out by considering the benefits and interests of all countries. The Index of Objects Launched into Outer Space, maintained by the United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA), shows that as of June 2023, there are 11330 individual satellites orbiting the Earth for research, communications, intelligence, military, meteorology, observation/surveillance, remote sensing, positioning/navigation, etc.

Nowadays, position information (or coordinates) has become more and more important in many areas of human life. Satellite-based positioning systems are undoubtedly the most widely used method in this regard. Currently, thanks to the integrated system called the Global Navigation Satellite System (GNSS), consisting of GPS of the United States of America, GLONASS of Russia, Galileo of the European Union and BDS of the People's Republic of China, there is an effective positioning system that can be used almost anywhere in the world with over 100 satellites. With GNSS, it is possible to determine position with accuracy ranging from meters to centimeters-millimeters, depending on the method and equipment used. The ease of use of the technique, the ability to make measurements at any time of the day and in almost all weather conditions, and the ability to meet different accuracy requirement have made this technique used in mapping, navigation, military applications, tracking/monitoring, transportation, construction, agriculture, animal husbandry, emergency management, disaster, climate, environment, entertainment, health and sports, aviation, maritime and many other areas that require position information.

However, navigation warfare carried out to disable and prevent the use of GNSS systems under the control of certain countries (US, Russia, EU and China) by intercepting, jamming or manipulating them with deceptive signals (with signal spoofing) and making them unusable may cause many tools/equipment of the users of the system to become ineffective or to perform their functions incorrectly. This situation may cause much bigger and more vital problems, especially in defense systems.

In this study, information about the current status of satellite-based positioning systems (GNSS) is given, the weaknesses and risks of the GNSS system and their possible effects on people and countries are explained. It also discusses alternative positioning systems that could be used in the event of a possible navigation warfare.

Keywords: Space, satellite-based positioning, GPS, GNSS, navigation, navigation warfare

**ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SOME PATHOGENEIC MICROORGANISMS IN
EXTRACTS OF *Ulva intestinalis* (Linnaeus 1753) AND *Sargassum vulgare* (F. Furcatum
(Kützing) J. Agardh 1889)**

**PATOJEN YAPIDA OLAN BAZI MİKROORGANİZMALARIN *Ulva intestinalis*
(Linnaeus 1753) ve *Sargassum vulgare* (F. Furcatum (Kützing) J. Agardh 1889)
EKSTRAKTLARINDA**

ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİ

Büşra PEKSEZER¹, Mehmet Tahir ALP², Deniz AYAS²

¹Dr, Uludağ Üniversitesi, Fikoloji-mikrobiyoloji, 0000-0001-5087-525X

²Prof.Dr., Mersin Üniversitesi, Limnoloji-freshwater algae, 0000-0003-2639-4549

²Prof.Dr., Mersin Üniversitesi, sea food processing technology, 0000-0001-6762-6284

Özet

Algler ikincil metabolitler yönüyle zengindir bu nedenle birçok alanın gelişmesinde kullanılabilecek ürünlerdir. Algler sekonder metabolitlerin kaynakları olmakla birlikte, sucul ekosistemin fotosentetik organizmalarıdır. Makroalgler biyolojik aktivitelerinden dolayı önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de deniz algleri yönüyle önemli bir tür çeşitliliğine sahip bir ülkedir. Makroalglerin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yaptığımız çalışmada, yeşil algler (Chlorophyta)’den *Ulva intestinalis*, kahverengi algler (Phaeophyceae)’den *Sargassum vulgare* türleri kullanılmıştır. Ekstraksiyon olarak aseton, etanol, kloroform ve metanol kullanılarak makroalglerin kuyucuk difüzyon ve spektrofotometrik broth mikrodilüsyon yöntemi ile gram pozitif bakteri suşlarından *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, gram negatif bakteri suşlarından *Escherichia coli* ve *Klebsiella pneumoniae*’e ve maya olarak da *Candida parapsilosis* ve *Candida tropicalis*’e karşı antimikrobiyal aktiviteler bakılmıştır. Sonuç olarak, antimikrobiyal aktivite değerleri yönüyle baktığımızda *Sargassum vulgare* (0.36 mm) *Enterococcus faecalis*’e karşı, *Ulva intestinalis* (0.23 mm) *Staphylococcus aureus*’a karşı olarak tespit edilmiştir.

Gelecekte gıda güvenliği açısından ürünlerin bozulmadan saklanabilmesi ve mikrobiyal olarak kontaminasyonun engellenmesi için antimikrobiyal ajanların doğal kaynaklardan eldesi önemli araştırma konularından biri olacağı düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, makroalgler antimikrobiyal özelliklerinden dolayı endüstriyel kullanımda bugün olduğu gibi gelecekte de önemli bir yere sahip olacaktır. Gerek ekonomik olarak birçok sektöre hammadde sağlaması gerekse ikincil metabolitlerinin antimikrobiyal ajan olarak kullanılma potansiyeli nedeni ile makroalgler önemli doğal kaynaklardan biridir. Yani algler henüz keşfedilmeyi bekleyen önemli doğal kaynaklardan birtanesidir.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal, Makroalg, *Ulva intestinalis*, *Sargassum vulgare*

Abstract

Algae are rich in secondary metabolites, therefore they are products that can be used in development in many areas. Algae are sources of secondary metabolites and photosynthetic organisms of aquatic ecosystems. Macroalgae have an important place due to their biological

activities. Turkey is a country with a significant diversity of marine algae. In our study to determine the antimicrobial properties of macroalgae, *Ulva intestinalis* from green algae (Chlorophyta) and *Sargassum vulgare* from brown algae (Phaeophyceae) were used. Antimicrobial activities of macroalgae against gram positive bacterial strains *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, gram negative bacterial strains *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* and yeast *Candida parapsilosis* and *Candida tropicalis* were investigated using well diffusion and spectrophotometric medium microdilution methods using acetone, ethanol, chloroform and methanol. As a result, when looking at the antimicrobial activity values, *Sargassum vulgare* (0.36 mm) was detected against *Enterococcus faecalis*, and *Ulva intestinalis* (0.23 mm) was detected against *Staphylococcus aureus*. In the future, it is thought that obtaining antimicrobial agents from natural sources will be one of the important research topics in order to store products without spoiling and prevent microbial contamination in terms of food safety. From this perspective, macroalgae will have an important place in industrial use in the future as they do today due to their antimicrobial properties. Macroalgae are one of the important natural resources both because they provide raw materials for many sectors economically and because their secondary metabolites have the potential to be used as antimicrobial agents. In other words, algae are one of the important natural resources that have not yet been discovered.

Keywords: Antimicrobial, Macroalgae, *Ulva intestinalis*, *Sargassum vulgare*

**BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF DEEP LEARNING APPLICATIONS IN
LIVESTOCK**
**HAYVANCILIKTA DERİN ÖĞRENME UYGULAMALARININ BİBLİYOMETRİK
ANALİZİ**

Zeynep SÖNMEZ¹, Hamiye ÜNAL², Sinan Kopuzlu²

**¹Dr. Öğr. Üyesi, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture,
Ataturk University, Erzurum, Türkiye, ORCID:0000-0003-2696-91**

**²Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum,
Türkiye, ORCID: 0000-0003-3099-8142**

**²Prof. Dr, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ataturk University,
Erzurum, Türkiye, ORCID: 0000-0002-1582-3929**

Özet

Gelişen teknolojiler ve kullanılan farklı algoritmalara göre değişen yapay zeka uygulamaları özellikle hayvancılık alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapmış olduğumuz çalışmada Derin öğrenme tekniği kullanılarak çitlik hayvanları alanlarında yapılmış çalışmalar üzerine Bibliometrik araştırma yapılmıştır. Scopus (<https://www.scopus.com/search>) ve Web of Science (WOS) (<https://www.webofscience.com>) veri tabanlarında "deep learning in livestock" anahtar kelimeleri kullanılarak çitlik hayvanları üzerinde yapılmış çalışmalar araştırılmıştır. Çitlik hayvanlarında derin öğrenme alanında 2003-2024 yılları arasında WOS veri tabanında 536, Scopus'ta ise 605 yayına rastlanılmıştır. WOS veri tabanında sunulan çalışmalar kullanılarak Bibliometrik analizler Biblioshiny programı üzerinden yapılmıştır. Analizler sonucu çalışmaların yoğun olarak ABD, Çin ve Hindistanda orjinal makale, kongre sunumları ve review çalışmalar olarak yayınlandığı görülmektedir. Çalışmamızda, bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak çiftlik hayvanlarında derin öğrenme teknikleri üzerine yapılan çalışmaların sistematik analizi, çiftlik hayvanları yetiştiriciliği ve üretiminde yapay zeka uygulamalarının önemi ve kullanım potansiyelleri vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: Derin öğrenme, Hassas Çiftçilik Teknolojileri, Machine Learning, Konvolüsyonel sinir ağı, Bilgisayarlı Görüntüleme

Abstract

Artificial intelligence applications, Emerging technologies and the varying algorithms used, are widely used especially in animal husbandry. In our study, bibliometric research has been carried out on research in the field of livestock using deep learning techniques. Scopus (<https://www.scopus.com/search>) and Web of Science (WOS) (<https://www.webofscience.com>) databases were searched for studies on farm animals using the keywords 'deep learning in livestock'. Between 2003 and 2024, 536 publications in Web of Science and 605 publications in Scopus were found in the field of deep learning applied to livestock. We used Biblioshiny software was designed by Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. Journal of Informetrics , 11(4), 959-975 to display and analyse the data. As a result of the analyses the studies are

predominantly published in the China , Korea, USA and United Kingdom as original articles, conference papers and review studies. This study emphasized the systematic analysis of deep learning techniques in breeding using the method of bibliometric analysis, the importance of artificial intelligence applications in animal breeding and production, and their potential applications.

Keywords: Deep Learning, Precision Livestock Farming, Machine Learning, Computer Vision, Convolutional neural network

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence technology has created software, various sensors, and smart machines that are being used effectively in numerous industries. The use of artificial intelligence in animal husbandry can assist in making healthier decisions, providing precise feedback, and analyzing a larger number of variables more quickly to draw conclusions. These technologies help to increase productivity and improve output quality by reducing human labor and human error (Han et al.2023).

Through analyzing data obtained from various sources, including sensors, cameras and other monitoring devices, deep learning algorithms are able to recognize patterns and predict livestock behavior and health. The main difference between deep learning and machine learning is the structure of the underlying neural network architecture. "Non-deep" traditional machine learning models use simple neural networks with one or two computational layers. Deep learning models use three or more layers (but typically hundreds or thousands of layers) to train the models (LeCun et al.2015, Hao et al.2016, Nikolenko et al.2018, Janiesch et al.2021).

Advanced technologies such as Artificial Intelligence (AI) have reshaped industrial animal husbandry and led to the emergence of "Smart agriculture", "Precision Agriculture" and "Precision Livestock"(Garcia et al., 2020, Arpanahi et al.2020).

Thanks to the technologies developed with artificial intelligence, it is ensured to increase the health, welfare and productivity of animals in the field of animal husbandry, to follow and analyse animal behaviours accurately and timely, and to develop sustainable practices in the field of farmers and animal husbandry (Grace, 2019; Oliveira et al.2021, Jung et al.2021, Huang et al.2022, Pan et al.2023, Rohan et al.2024).

Bibliometrics is defined as quantitative methods that analyze the number of citations and data of any scientific work, including articles, reviews, books, and other publications published in the scientific field (Broadus, 1987; Jones, 2015; Pesta et al., 2018; Tomaszewski, 2023). Bibliometric analysis, through properly recorded citation counts, precisely identifies and classifies large amounts of unstructured data, facilitates the cumulative accumulation of scientific knowledge, and enables a transparent, objective, and precise assessment of the universal impact of scientific work in multidisciplinary fields. By focusing on accurate citation counts, it facilitates the comparison of scientific articles, the storage and classification of studies in databases, and increases access to study findings (Van Raan, 2014; Rousseau and Rousseau 2017; Meija et al., 2021; Donthu et al., 2021).

This study, it is aimed to make a bibliometric analysis of deep learning applications in the field of livestock.

2. MATERIAL AND METHODS

The bibliographic analysis of Artificial Intelligence Technologies and studies from 2003 to 2024 was conducted during the study. Searches were performed in the Scopus database (Elsevier B.V., Amsterdam, The Netherlands, <https://www.scopus.com>) and Web of Science (WoS) database (<https://www.webofscience.com>) using the keywords «Deep Learning in livestock». These databases' original articles, reviews, book chapters, and proceeding papers were exported in Bibtex format for the Scopus database and WoS.

Bibliographic analyses considering citation indices, publication numbers, authors, most prolific countries, research areas with high searches terms and affiliations have been carried out in these databases. We used Biblioshiny software was designed by Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975 to display and analyse the data.

Bibliometric analyses were conducted based on the data published Web of Science (WOS) database. The focus of the analysis encompassed publications categorized as Original Articles, Reviews, Proceeding Papers, Meeting Papers, Data Papers, and Book Chapters. The inclusion criteria involved the presence of keywords related to both machine learning and cattle breeds within the title, keywords, and abstract sections of the publications. The findings from the analyses have been presented through tables and graphical formats.

3. RESULTS

The Hebbian theory, defined in 1949 by Donald Hebb in a book titled "The Organization of Behavior," suggests that the excitement and communication between neurons in brain cells are interconnected. Deep learning technologies developed based on this theory are extensively utilized in various aspects of livestock farming to enhance animal welfare, veterinary practices, genetic diversity, improvement of farm conditions, morphological identifications, and maintenance of productivity records.

The Scopus (<https://www.scopus.com>) and Web of Science (WOS: <https://www.webofscience.com>) databases were searched using the keywords "deep learning in livestock" to scan studies conducted in the fields of cattle farming, nutrition, veterinary science, and biotechnology related to artificial intelligence. As a result of the searches, a total of 536 and 605 publications covering the years 2003-2024 were found in the WOS and Scopus databases, respectively, using the keywords "machine learning in cattle". Bibliometric analyses were conducted using the Biblioshiny software based on the results of searches conducted with the keyword "deep learning in livestock" in the Web of Science databases (WOS), aiming to encompass all studies conducted in the field of livestock.

The first deep learning applications in the field of livestock were observed in 2003. Huffman's work established a network in the disciplines of animal behavior, parasitology, pharmacognosy, and ethnomedicine, publishing the study "Animal Self-Medication and Ethno-Medicine: Exploration and Exploitation of the Medicinal Properties of Plants." This was the first publication in livestock utilizing deep learning networks after machine learning applications.

The 536 publications in the WOS database were made by a total of 2455 authors using 1587 keywords.



Figure 1. The Deep Learning applications in livestock documents informations

432 of the publications consist of articles, 41 review studies, 54 proceeding book studies, other data are presented in Table 1.

Table 1. 2003-2024 types of publications in the field of deep learning in farm animals

Document Types	Number
Article	432
Article; book chapter	1
Article; data paper	1
Article; early access	3
Article; proceedings paper	1
Meeting abstract	3
Proceedings paper	54
Review	41

It is seen that most of the publications are between 2019-2024.

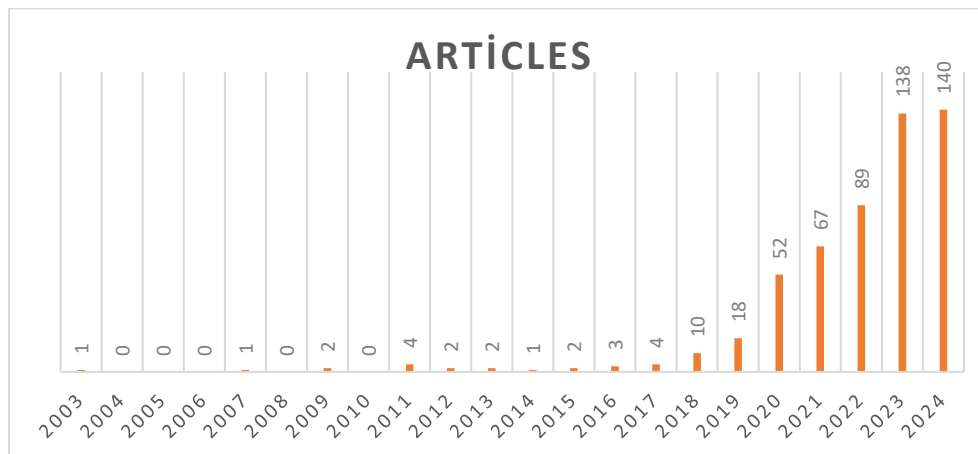


Figure 2. The Deep Learning applications article numbers per years.

Tablo 1

Tablo başlığında sadece ilk harf büyük ve tablo içi yazılar 10 punto olmalı

Katılımcılar	Cinsiyet	Branş
Katılımcı 1	Erkek	Sağlık
Katılımcı 2	Kadın	Mühendislik
Katılımcı 3	Kadın	Fen bilimleri

3.1. Analysis of Keywords

According to the keyword analysis based on the WOS database, among the 1587 keywords used at least once in 536 publications, and the number of words used at least five times is 297. The most commonly used common words among these were deep learning 252, computer vision 65, precision live stock farming 60 machine learning 59, learning 31 and other keywords show that figures 3.



Figure 3. The most commonly used keywords

3.2. Most Prolific Publication Area

Deep Learning applications in livestock are generally intensive studies in Computers and Electronics In Agriculture (85), Animals (38), Sensors (25), Agriculture-Basel (15) and Biosystems Engineering (14) journals (Figure 4).

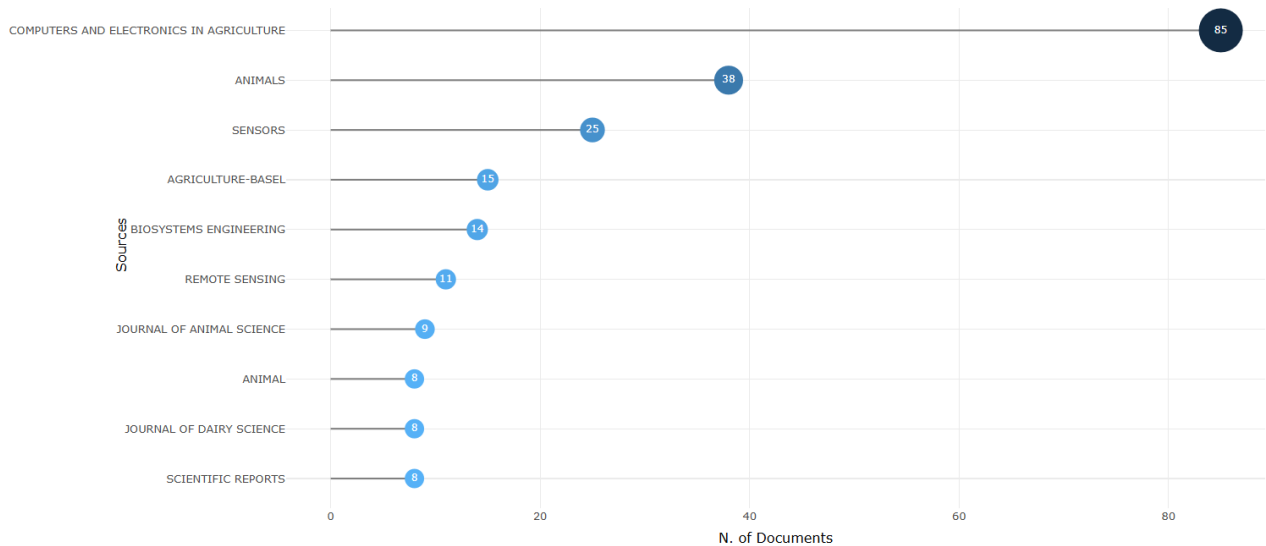


Figure 4. The Most prolific publication area

The most cited journals in 536 articles publications are Comput Electron Agr (2193), Proc Cvpr Ieee (896), Arxiv (645) and J Dairy Sci (572).

Table 2. The most cited journals in the field of deep learning in farm animals

Sources	Numbers
Comput Electron Agr	2193
Proc Cvpr Ieee	896
Arxiv	645
J Dairy Sci	572
Sensors-Basel	537
Biosyst Eng	485
Animals-Basel	369
Lect Notes Comput Sc	360
Remote Sens-Basel	325
Appl Anim Behav Sci	318

It is seen that the majority of 536 publications published in different genres were made at China Agricultural University, Northwest A&F University, Sydney University, South China Agricultural University (Figure 5).

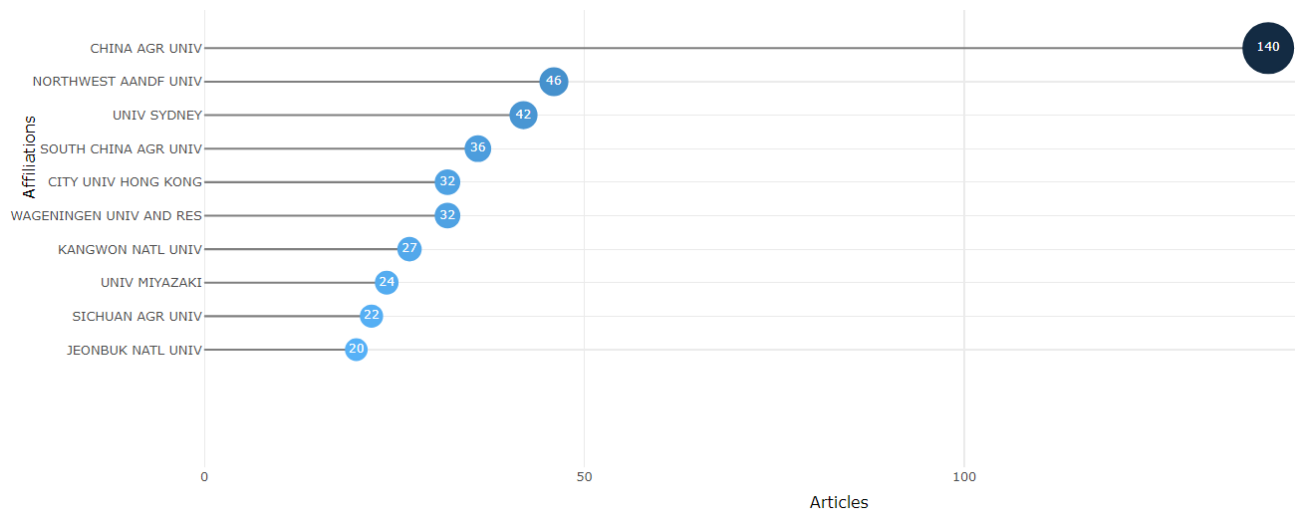


Figure 5. The most affiliations

3.3. Most Prolific Authors

Qiao et al., who have the highest number of publications, have made publications in different farm animals for imaging animal behaviour, sensor production to facilitate classification and development of deep learning applications (Table 3).

Table 3. Qiao et al. Publications between 2019-2023.

AUTHOR	YEAR	TITLE	SOURCE	DOI	
QIAO Y	2023	Deep Learning-Based Autonomous Cow Detection For Smart Livestock Farming	Green, Pervasive, And Cloud Computing, Gpc 2022	10.1007/978-3-031-26118-3_19	11
QIAO Y	2023	Deep Learning-Based Cow Tail Detection And Tracking For Precision Livestock Farming	Ieee-Asme Transactions On Mechatronics	10.1109/TMECH.2022.3175377	
QIAO Y	2023	Interactive Dairy Goat Image Segmentation For Precision Livestock Farming	Animals	10.3390/ani13203250	
QIAO Y	2023	Cattle Body Detection Based On Yolov5-Asff For Precision Livestock Farming	Computers Electronics And In Agriculture	10.1016/j.compag.2022.107579	
QIAO Y	2023	Vision-Based Cow Tracking And Feeding Monitoring For Autonomous Livestock Farming: The Yolov5s-Ca+Deepsort-Vision Transformer	Ieee Robotics \& Automation Magazine	10.1109/MRA.2023.3310857	
QIAO Y	2023	Enhanced Litehrnet Based Sheep Weight Estimation Using Rgb-D Images	Computers Electronics And In Agriculture	10.1016/j.compag.2023.107667	

QIAO Y	2022	One-Shot Learning With Pseudo-Labeling For Cattle Video Segmentation In Smart Livestock Farming	Animals		10.3390/ani12050558
QIAO Y	2022	C3d-ConvLstm Based Cow Behaviour Classification Using Video Data For Precision Livestock Farming	Computers And Electronics In Agriculture		10.1016/j.compag.2021.106650
QIAO Y	2021	Automated Individual Cattle Identification Using Video Data: A Unified Deep Learning Architecture Approach	Frontiers In Animal Science		10.3389/fanim.2021.759147
QIAO Y	2021	Bigru-Attention Based Cow Behavior Classification Using Video Data For Precision Livestock Farming	Transactions Of The Asabe		
QIAO Y	2021	Intelligent Perception For Cattle Monitoring: A Review For Cattle Identification, Body Condition Score Evaluation, And Weight Estimation	Computers And Electronics In Agriculture		
QIAO Y	2021	Intelligent Perception-Based Cattle Lameness Detection And Behaviour Recognition: A Review	Animals		
QIAO Y	2020	Data Augmentation For Deep Learning Based Cattle Segmentation In Precision Livestock Farming	2020 Ieee 16th International Conference On Automation Science And Engineering (Case)		
QIAO Y	2020	Bilstm-Based Individual Cattle Identification For Automated Precision Livestock Farming	2020 Ieee 16th International Conference On Automation Science And Engineering (Case)		
QIAO Y	2019	Cattle Segmentation And Contour Extraction Based On Mask R-Cnn For Precision Livestock Farming	Computers And Electronics In Agriculture		
QIAO Y	2019	An Intelligent Pig Weights Estimate Method Based On Deep Learning In Sow Stall Environments	Ieee Access		

When the most cited authors and their works are examined, it is seen that Huffman MA. (2003), who made the first publication in Deep Learning applications in farm animals in 2003, is in the first place with 234 citations, Kellenberger B. (2018) in the second place and Hansen ME. (2018) in the third place (Figure 6).

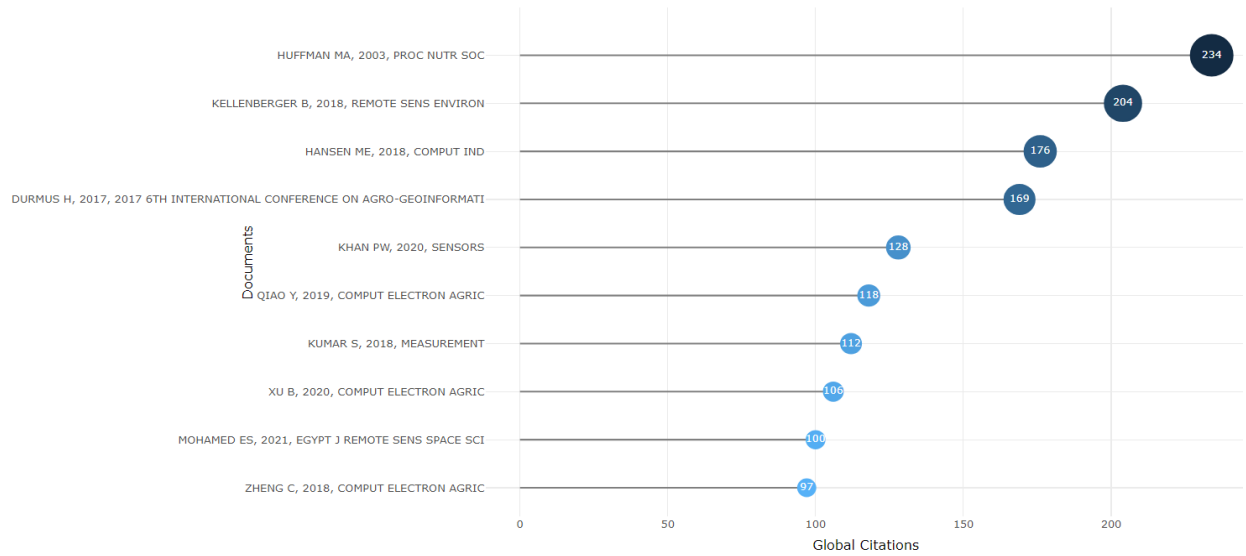


Figure 6. The most cited authors,

The most cited countries are China (1582), Austria (535), Netherlands (431), Korea (409) and USA (392) Figure 7.

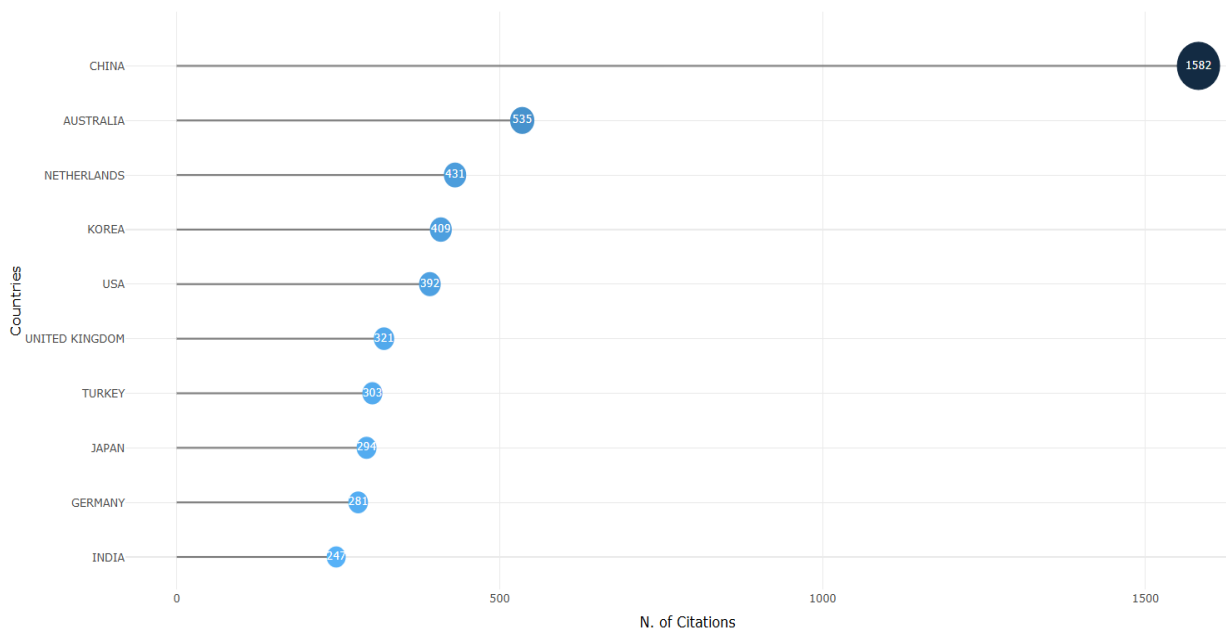


Figure 7. The most cited countries

4. CONCLUSION

In conclusion the present study used bibliometric methods to identify research in the field of Artificial Intelligence in Livestock over the first publication 2003 and 2024 years. As a result of our analyses, it was concluded that Deep Learning studies and technologies in farm animals are important in increasing animal health and welfare, increasing the quantity and quality of yield, improving human health and nutrition, breeding quality breeds and that studies in this field should be increased

5. REFERENCES

- Arpanahi, A.R., Gianola, D., & Peñagaricano, F. (2020). Deep learning versus parametric and ensemble methods for genomic prediction of complex phenotypes. *Genetics Selection Evolution*, 52, 1-15.
- Broadus, R. N. (1987). Toward a definition of “bibliometrics”. *Scientometrics*, 12, 373-379.
- Jones, N., Borgman, R., & Ulusoy, E. (2015). Impact of social media on small businesses. *Journal of small business and enterprise development*, 22(4), 611-632.
- Tomaszewski, R. (2023). Visibility, impact, and applications of bibliometric software tools through citation analysis. *Scientometrics*, 128(7), 4007-4028.
- Van Raan, A. F. (2014). Advances in bibliometric analysis: research performance assessment and science mapping. *Bibliometrics Use and Abuse in the Review of Research Performance*, 87, 17-28.
- Mejia, C., Wu, M., Zhang, Y., & Kajikawa, Y. (2021). Exploring topics in bibliometric research through citation networks and semantic analysis. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*, 6, 742311.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 133, 285-296.
- Oliveira, D. A. B., Pereira, L. G. R., Bresolin, T., Ferreira, R. E. P., & Dorea, J. R. R. (2021). A review of deep learning algorithms for computer vision systems in livestock. *Livestock Science*, 253, 104700.
- Huang, X., Hu, Z., Qiao, Y., & Sukkarieh, S. (2022). Deep learning-based cow tail detection and tracking for precision livestock farming. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 28(3), 1213-1221.
- Han, S., Fuentes, A., Yoon, S., Jeong, Y., Kim, H., & Park, D. S. (2023). Deep learning-based multi-cattle tracking in crowded livestock farming using video. *Computers and Electronics in Agriculture*, 212, 108044.
- Jung, D. H., Kim, N. Y., Moon, S. H., Jhin, C., Kim, H. J., Yang, J. S., ... & Park, S. H. (2021). Deep learning-based cattle vocal classification model and real-time livestock monitoring system with noise filtering. *Animals*, 11(2), 357.
- Pan, Y., Zhang, Y., Wang, X., Gao, X. X., & Hou, Z. (2023). Low-cost livestock sorting information management system based on deep learning. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 9, 110-126.
- Rohan, A., Razaq, M. S., Hasan, M. J., Asghar, F., Bashir, A. K., & Dottorini, T. (2024). Application of deep learning for livestock behaviour recognition: A systematic literature review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 224, 109115.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.
- Hao, X., Zhang, G., & Ma, S. (2016). Deep learning. *International Journal of Semantic Computing*, 10(03), 417-439.
- Nikolenko, S., Kadurin, A., & Arkhangelskaya, E. J. S. P. (2018). Deep learning. SPb.: Peter.
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685-695.
- Garcia, R., Prados, R., Quintana, J., Tempelaar, A., Gracias, N., Rosen, S., ... & Løvall, K. (2020). Automatic segmentation of fish using deep learning with application to fish size measurement. *ICES Journal of Marine Science*, 77(4), 1354-1366.

INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF 1.2344 HOT WORK TOOL STEEL IN RELATION TO HEAT TREATMENT ENVIRONMENT

1.2344 SICAK İŞ TAKIM ÇELİĞİNİN ISIL İŞLEM ORTAMINA GÖRE MİKROYAPI VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Hatice GİRGIN¹, Korkuthan KORKUT², Cihangir KAPLAN³

¹Ar-Ge Mühendisi, Kentpar Otomotiv, Otomotiv, 0009-0005-1358-8928

²Ar-Ge Mühendisi, Kentpar Otomotiv, Otomotiv, 0009-0001-6315-5072

³Ar-Ge Takım Lideri, Kentpar Otomotiv, Otomotiv, 0000-0002-6972-7959

Özet

Sıcak iş takım çelikleri hafif metallerin basınçlı döküm ve metal ekstrüzyon kalıpları, yüksek gerilimli sıcak iş takımları, sıcak ekstrüzyon takımları ve kalıpları için; civata, somun, perçin vb. imalatı gibi çeşitli alanlarda ve amaçlarla kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta aşınma ve kopma dayanım değerlerini koruyabilmeleri, nispeten yüksek tokluk değerlerine sahip olmaları ve yine yüksek sıcaklıklarda darbe dirençlerinin yüksek olması sıklıkla tercih edilme sebeplerindedir. Sıcak iş takım çeliklerinin mühendislik malzemesi olarak kullanılabilmesi için, ısıl işlem süreç veya süreçlerinin başarılı bir şekilde tamamlanması gerekmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan 1.2344 sıcak iş takım çeliğine vakumlu ve atmosfer kontrollü ısıl işlem fırınlarında sertleştirme ve menevişleme işlemleri uygulanarak numunelerin sertlik, çekme mukavemeti ve mikroyapıları karşılaştırılmıştır. Isıl işlem ortamının değişikliğinde malzeme içyapı ve çekme mukavemeti değerlerinde ciddi farklılıklar gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Sıcak iş takım çeliği, ısıl işlem, sertlik, mikroyapı, çekme dayanımı

Abstract

Hot work tool steels are used in various applications and for various purposes such as the manufacture of bolts, nuts, rivets, etc. for die casting and metal extrusion dies of light metals, high-tensile hot work tools, hot extrusion tools and dies. Their ability to hold their abrasion and tensile strength values at high temperatures, their relatively high toughness values and their high impact resistance at high temperatures are among the reasons why they are frequently preferred. In an engineering application of hot work tool steels, the heat treatment process or processes must be successfully completed. The hardness, tensile strength and microstructure of the samples were compared by applying hardening and tempering processes in vacuum and atmosphere controlled heat treatment furnaces to the 1.2344 hot work tool steel used in the research. Significant differences in material microstructure and tensile strength values were observed with the change of heat treatment environment.

Keywords: Hot work tool steel, heat treatment, hardness, microstructure, tensile strength

GİRİŞ

Takım çelikleri, endüstride yaygın olarak kullanılan takım çelikleri talaşlı veya talaşsız imalatta kullanılan, sıcak veya soğuk haldeki iş parçalarını kesme, dövme ve sıkıştırma yöntemlerinden biri veya birkaçı ile şekillendirme işi yapabilen yüksek nitelikli çeliklerdir.

Uygulama alanlarına, kullandıkları sıcaklık aralığına ve içerdikleri alaşım elementlerinin miktarına göre dört ana grupta incelenirler. Bu sınıflandırma Sıcak İş Takım Çelikleri, Soğuk İş Takım Çelikleri, Yüksek Hız Takım Çelikleri ve Plastik Kalıp Çelikleri şeklindedir (Albaraz, 2010). Takım çeliklerinin mekanik özellikleri ısı işlemler yardımı ile geliştirilir.

Dünyada toplam çelik üretiminin %9'una sahip olan takım çeliklerinin kullanım alanları devamlı olarak artmaktadır. Tablo 1'de AISI standardına göre 9 farklı takım çelikleri ve sembolleri yer almaktadır.

Tablo 1. AISI standartlarına göre takım çeliklerinin sınıflandırılması (Kıyasöz, 2010)

Takım Çeliklerinin Sınıflandırılması	
Grup	Gösterim
Suda Sertleşen Takım Çelikleri	W
Darbe Dayanımlı Takım Çelikleri	S
Yağda Sertleşen Soğuk İş Takım Çelikleri	O
Havada Sertleşen Soğuk İş Takım Çelikleri	A
Yüksek C ve Cr İçeren Soğuk İş Takım Çelikleri	D
Kalıp Çelikleri	P
Sıcak İş Takım Çelikleri	H
W İçeren Hız Çelikleri	T
Mo İçeren Hız Çelikleri	M

1. SICAK İŞ TAKIM ÇELİKLERİ

Sıcak iş takım çelikleri; 200°C'nin üzerindeki yüksek sıcaklıklarda çalışan metal malzemelerin talaş kaldırmaksızın şekillendirilmesinde tercih edilen takım çeliği grubudur. Sıcak iş takım çelikleri, hafif metallerin ekstrüzyon, basınçlı döküm ve dövme kalıplarının ve çeliklerin, demir dışı metallerin, yüksek polimerlerin ve seramik malzemelerin form verme takımlarının imalinde kullanılır (Qamar, 2009). Servis süresinde sıcak iş takım çelikleri yüksek mekanik zorlanmalara maruz kalacağından ve temas yüzeyi sıcaklığı 1000° C' ulaşabileceğinden sıcak iş takım çeliklerinin termal şok dayanımının, temperlenme dayanımının, tokluk değerinin, süneklik değerinin, korozyon direncinin ve sıcak aşınma dayanımının iyi olması beklenmektedir (Özer, 2016).

1.1.1. H13 (1.2344) Sıcak İş Takım Çeliği

H13 çeliği piyasada çubuk, kütük ve slab şeklinde yarı mamul olarak arz edilmektedir. Tipik sıcak iş uygulamaları yanı sıra yüksek mukavemet ve tokluk gerektiren soğuk iş uygulamalarında da kullanılmaktadır. Başlıca sıcak iş kullanım alanları döküm kalıpları, ekler, çekirdekler, ejektör pimleri, pistonlar, manşonlar, dövme kalıpları, ekstrüzyon kalıpları, gölge bloklar ve mandreller; soğuk iş uygulamalarında ise zımbalar, şaftlar, kirişler, kızaklar, dişliler ve burulma çubukları bulunur (ASM, 1990). Çalışmada kullanılan H13 (1.2344) çeliğinin kimyasal kompozisyonu Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. 1.2344 Kimyasal Analizi (Gao ve ark., 2015)

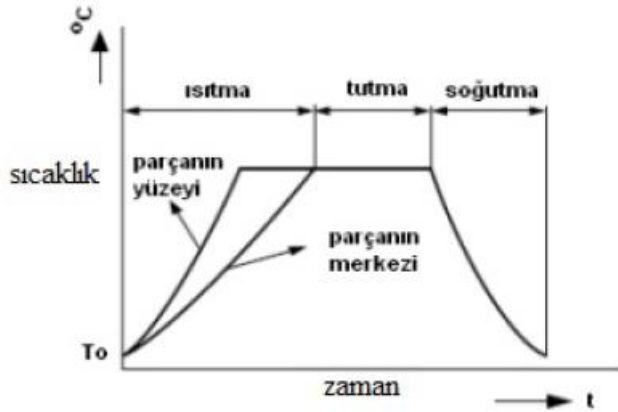
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.35-0.42	0.8-1.2	0.25-0.5	Max 0.03	Max 0.02	4.8-5.5	1.2-1.5	0.85-1.15

Çalışma kapsamında kullanılan 1.2344 malzeme krank kasnaklarının kanallı bileşeninin sıvama prosesinde kalıp ve makara malzemesi olarak kullanılmaktadır. Çok aşındırıcı plastik kalıplar ve küçük dövme kalıpları da bu kalitenin kullanıldığı uygulamalardandır (Bickenbach, 2009).

2. METALLERE UYGULANAN ISIL İŞLEMLER

Isıl işlem; metallerin mekanik özelliklerini istenilen değerlere getirebilmek amacıyla katı halde uygulanan kontrollü ortamda, kontrollü ısıtma, bekleme ve soğutma işlemlerinin tek seferde veya birbiri peşine uygulanan metalurjik işlemlerdir. Isıl işlemler ile metallerde istenilen yumuşatma, sertleştirme, tavlama ve mikroyapı değişikliği sağlanmış olur.

Günümüzün gelişen teknolojisi ile birlikte çeliklerin yaygın kullanımı ve buna bağlı olarak mekanik ve metalografik özelliklerinin iyileştirilmesinde, çeliğe uygulanan ısıl işlemler giderek önem kazanmaktadır (Uzkut ve Özdemir, 2001). Isıl işlem basamakları Şekil 1’de verilmiştir.

**Şekil 1.** Isıl işlem kademeleri (Bickenbach, 2009)

Isıl işlem istenen değişikliklerin yanı sıra istenmeyen değişiklikler de yaratabilir. Isıl işlem istenerek yapılabileceği gibi başka bir işlemin sonucu veya yan etkisi olarak da ortaya çıkabilir. Buna örnek olarak kaynak veya kesme sırasında oluşan sıcaklıktan dolayı ürünün kesme veya kaynak bölgelerinde mikroyapı değişiklikleri gösterilebilir (Kuzyaka, 2014).

3.1 Sıcak İş Takım Çeliklerine Uygulanan Isıl İşlemler

Sıcak iş takım çeliklerinin genellikle kullanım alanına uygun bir mühendislik malzemesi olarak kullanılması için ısıl işlem basamaklarının belirlenmesi ve başarılı olarak tamamlanması kritik önem taşımaktadır. Takım çeliklerinin kullanıldığı kalıpların ömrü pek çok faktöre bağlı olarak değişir; bunlar, kalıp çeliğinin kimyasal kompozisyonu, çeliğin üretim prosesi, kalıbın boyutu ve dizaynı, kalıp yapım teknikleri, üretim şartları, kalıbın bakımı ve ısıl işlem sayılabilir (Roche ve ark., 2006). Sıcak iş takım çeliği yüksek sertleşebilirliğe sahip olmasına ve havada sertleştirilebilmesine rağmen; mekanik özelliklerdeki iyileştirmenin, soğutma hızının artırılmasıyla yükseltilebileceği bilinmektedir. Sertliğe ek olarak; bu prosesler malzemenin tokluğuna ve meneviş dayanımı da etki etmektedir. Kalıpcılık sektöründe malzeme özelliklerinin optimizasyonu çok kritik bir noktadır (Klobčar ve ark., 2008).

Isıl işlem çeşidi kadar ısıl işlem proses ve ortam seçimi de sıcak iş takım çeliklerinde kritik bir rol oynamaktadır.

3.1.1 Atmosfer Kontrollü Isıl İşlem

Atmosfer Kontrollü Fırın adını kontrollü atmosfer altında çalışması özelliğinden alır. Koruyucu atmosfer (endo gaz karışımı) sayesinde ısıl işleme giren parçaların yüzeyinde oksidasyon engellenebilmektedir. Aynı zamanda karbon potansiyeli de koruyucu atmosfer (endo gaz karışımı) sayesinde ayarlanabilmektedir. Endo gazın yanı sıra ısıl işlem görecekt parçaya ve istenilen mekanik özelliklere göre değişen oranlarda doğal gaz, hava, azot ve amonyak otomatik kontrol üniteleri ile fırın atmosferine verilmektedir. Parçalar üzerindeki ışınlı kaynaklı heterojen ısı dağılımını engellemek için parçalar mufla (muffle) adı verilen alüminyum esaslı seramik malzemeden yapılan koruyucu bir kafes içerisinde muhafaza edilir. (Turgutlu ve Yurddaş, 2015).

3.1.2 Vakumlu Isıl İşlem

Vakumlu ısıl işlem genel olarak takım, kalıp ve martenzitik paslanmaz çelikler gibi yüksek alaşımlı çeliklerin sertleştirilmesinde ve menevişlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Vakumlu ısıl işlemin geleneksel atmosferik ısıl işleminden farkı ısıl işlem ortamı ve soğutma ortamıdır. Vakumlu ısıl işlem uygulanacak çelik, öncelikle vakum fırınında vakum ortamına alınır. Böylece ısıtma süresince atmosferden malzeme yüzeyine difüze olacak empürilerin önüne geçilmiş olunur (Soffritti ve ark., 2020). Vakum işlemi ardından seçilen malzemeye göre fırın proses sıcaklığına çıkarılarak ve yeteri kadar beklenerek çeliğin östenitik dönüşümün tamamlanması sağlanır. Hesaplanan faz dönüşüm süresinin bitmesinden sonra ortamda azot gazının devirdaimi ile soğutma işlemi tamamlanarak çeliğin martenzit fazına dönüşümü gerçekleşir. Martenzit dönüşümünü tamamlamış çelik bu aşamada yapısındaki dönüşüm gerilmelerinden dolayı sert ve kırılğan bir yapıya sahiptir, bu sebeple çelik menevişleme işlemine tabi tutulur. Bu işlem sonucunda parça talep edilen sertliğe ve tokluğa ulaşır.

Eşit ısı dağılımı sayesinde homojen sertlik ve mikroyapı, fırın atmosferinin vakumlu olmasından dolayı ısıl işlem sonucu malzeme yüzeyinin temizliği, çarpılma ve şekil değiştirmenin düşük olması vakumlu ısıl işlemin avantajlarındanıdır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Mikroyapı ve sertlik inceleme için Şekil 2’de görülen Ø40x80mm numuneler kesilip ısıl işleme gönderilmiştir. Atmosfer Altında (AA) ve Vakum Altında (VA) olmak üzere iki çeşit numune hazırlanmıştır. Malzemeler, talaş kaldırma işleminin olumsuz özelliklerinden kaçınmak için üretildikleri çaplarda doğrudan kullanılmıştır. Numunelerin başlangıç sertliği 235 HB ölçülmüştür. Atmosfer kontrollü ve vakumlu ısıl işlem bilgileri Tablo 3’de verilmiştir.



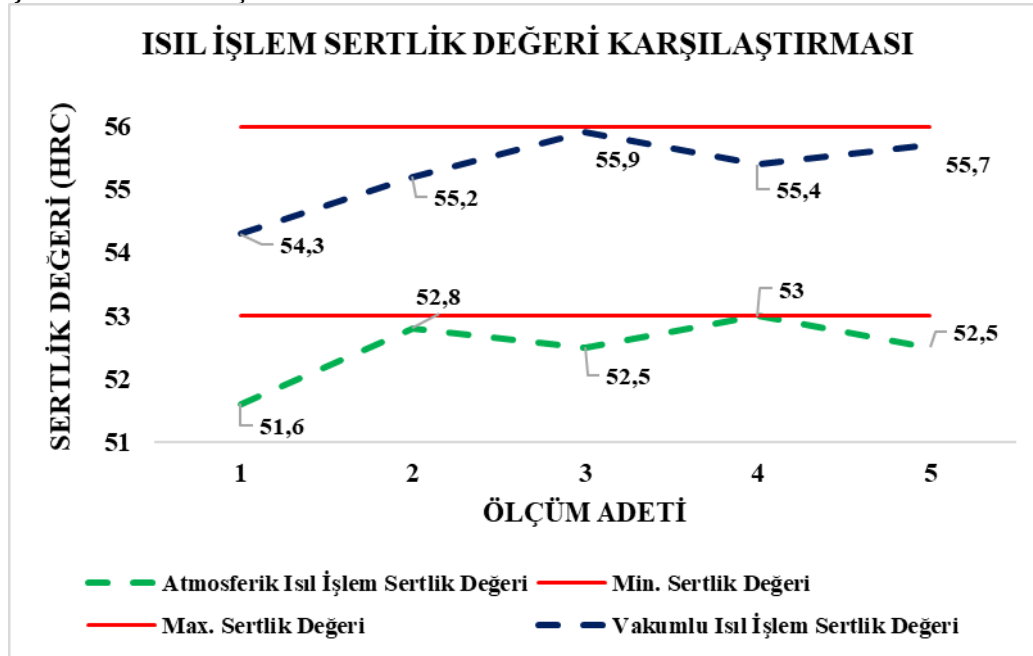
Şekil 2. Isıl işlem numuneleri

Tablo 3. Isıl işlem bilgileri

	Östenitleme Sıcaklığı	Östenitleme Süresi	Menevişleme Sıcaklığı	Menevişleme Süresi	Menevişleme Sayısı	Soğutma Ortamı
Atmosfer Kontrollü Isıl İşlem	930°C	90dk	500°C-500°C-510°C	270dk	3	Yağ
Vakumlu Isıl İşlem	1040°C	60dk	500°C-500°C-510°C	360dk	3	N ₂

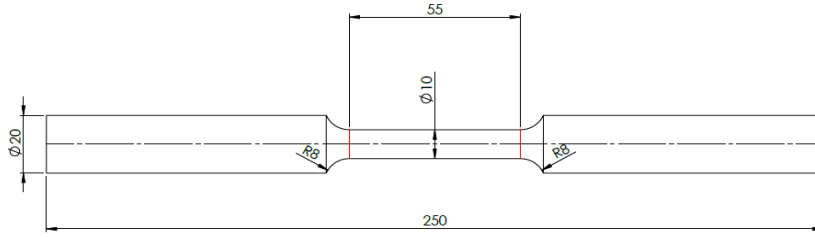
3.1. Sertlik

Boyutları Ø40x20mm sertlik numuneleri Affri 206EX sertlik cihazının HRC modunda ölçüm yapılmıştır. Her iki numune için de numune çapından birbirinden bağımsız 5 ölçüm alınmıştır. Ölçüm sonuçları Şekil 3’de verilmiştir.

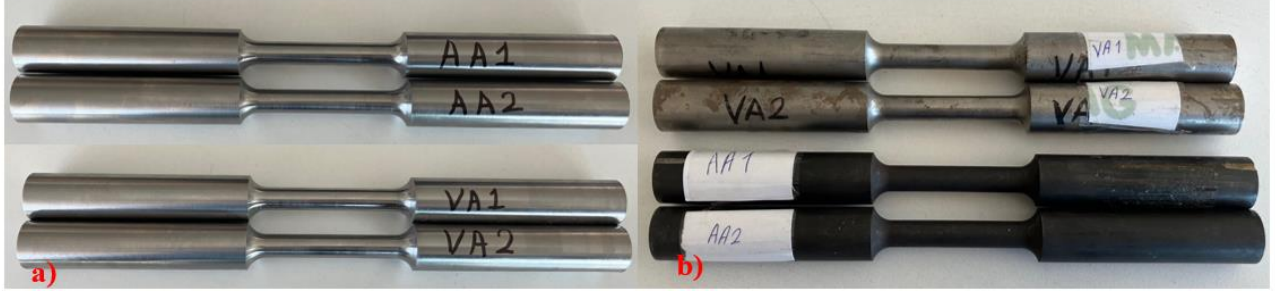
Şekil 3. Sertlik ölçümleri

3.2. Çekme Testi

Çekme testi Zwick 250kN cihazında $8,25 \pm \%20$ mm/dk hızında TS EN ISO 6892-1 standardında metod A2’ye göre gerçekleştirilmiştir. Çekme numunesi teknik resmi Şekil 4’de verilmiştir. İşlenmiş çekme numuneleri ve ısıl işlem sonrası numune yüzeyleri Şekil 5’de gösterilmiştir. Çekme grafiği Şekil 6’da, çekme testi sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Çekme çubuğu teknik resmi

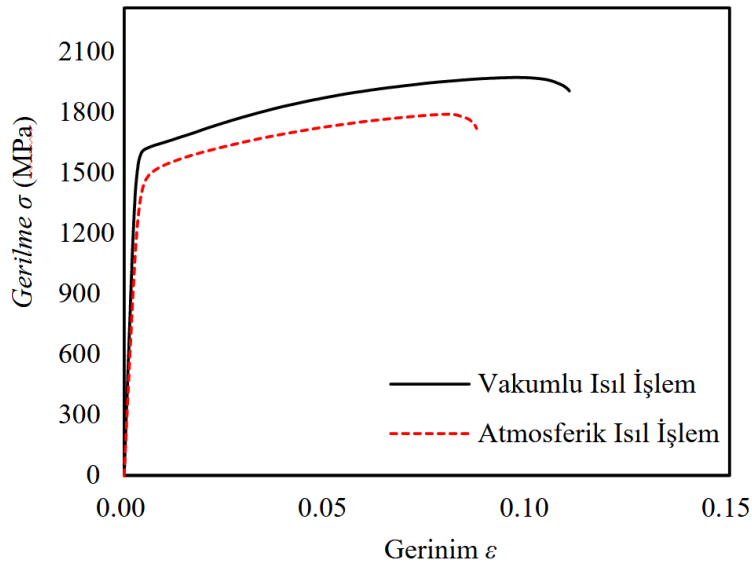


Şekil 5. Çekme numuneleri a) işlenmiş b) ısıtılma işlem sonrası
 AA-Atmosferik ısıtılma işlem
 VA-Vakumlu ısıtılma işlem

Tablo 4. Çekme testi sonuçları

	Çekme Mukavemeti (Mpa)	Akma Mukavemeti (Mpa)	%Uzama
Vakumlu Isıl İşlem	1994,07	1603,79	12,2
Atmosferik Isıl İşlem	1809,23	1528,16	8,6

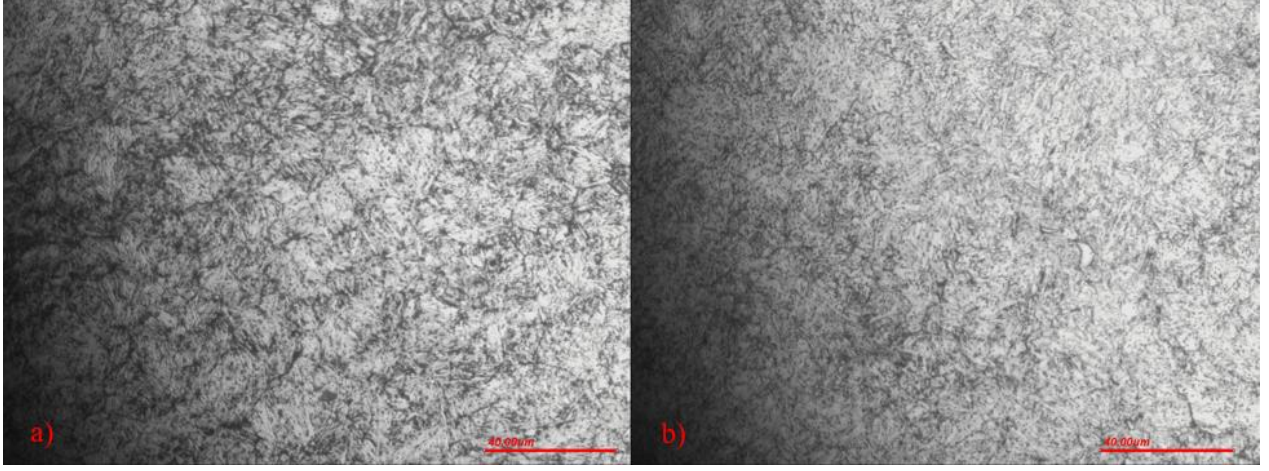
Not: Değerler 2 çekme testinin ortalamasıdır.



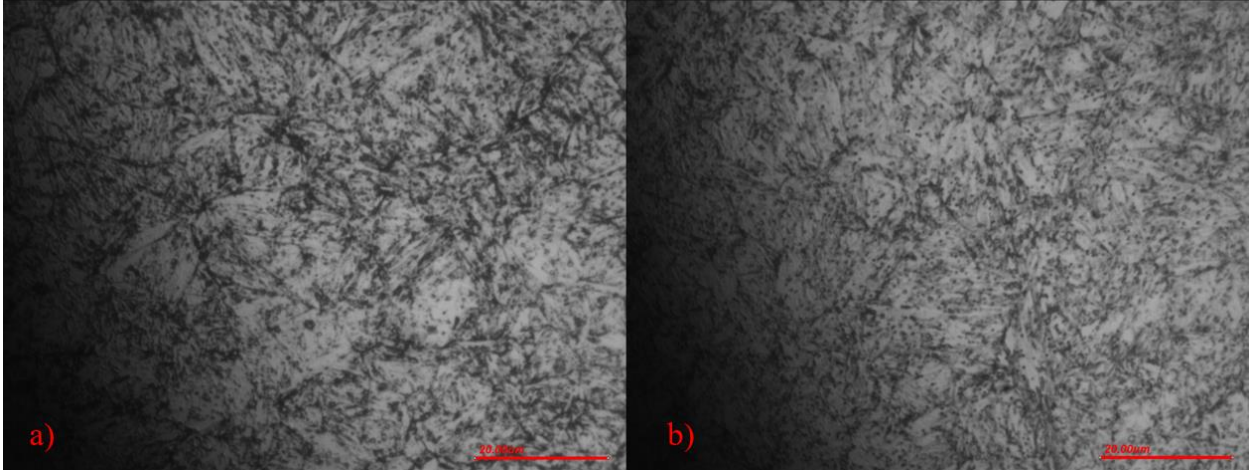
Şekil 6. Çekme grafiği

3.3. Mikroyapı Görüntüleme

Boyutları $\text{Ø}40 \times 20 \text{ mm}$ mikroyapı numunelerine zımparalama, parlatma ve %5 Nital çözeltisi ile dağlama basamakları uygulanmıştır. Hazırlanan numunelerin Nikon MA200 Optik mikroskop ile 500x ve 1000x büyütmede mikroyapı görüntüleri alınmıştır. Mikroyapı görüntüleri Şekil 7 ve 8'de verilmiştir.



Şekil 7. Mikroyapı görüntüleri 500x büyütme
(a) Vakumlu ısıtım işlemi (b) Atmosferik ısıtım işlemi



Şekil 8. Mikroyapı görüntüleri 1000x büyütme
(a) Vakumlu ısıtım işlemi (b) Atmosferik ısıtım işlemi

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Uygulanan ısıtım prosesleri sonucunda numunelerde 53-56 HRC arasında sertlik değeri beklenmektedir. Atmosfer altında sertleştirilen numunenin ortalama sertliği 52,4 HRC olarak ölçülmüş olup, belirlenen toleransların altında olduğu görülmüştür. Vakum altında sertleştirilen numunenin ortalama sertliği 55,3 HRC olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada vakum altında sertleştirilmiş 1.2344 sıcak iş takım çeliği istenilen sertlik değerini karşılamıştır.

Vakum ve atmosferik ısıtım işlemine tabi olan çekme çubukları yukarıda bahsi geçen ısıtım prosesleri uygulanarak sertleştirilmiştir. Sertleştirilen numunelerin çekme testleri gerçekleştirilmiştir.

Vakum altında sertleştirilmiş numunede akma değeri 1603,79 MPa, çekme değeri 1994,07 MPa ve yüzde uzama değeri %12,2 olarak elde edilmiştir. Atmosfer altında sertleştirilmiş numunede ise akma değeri 1528,16 MPa, çekme değeri 1809,23 MPa ve yüzde uzama değeri %8,6 olarak elde edilmiştir. Çekme test sonuçları incelendiğinde, sertlik değerleri ile doğru orantılı olarak çekme, akma değerleri ve yüzde uzama miktarları vakum altında sertleştirilmiş numunede daha yüksek olduğu görülmüştür. Vakum ve atmosfer altında sertleştirilen numunelerin çekme eğrisinde belirgin akma gözlemlenmemiştir.

Atmosfer ve vakum altında serleştirilen numuneler için mikroyapı yapı görüntüleri karşılaştırmıştır. Atmosfer altında serleştirilen numunelerde vakum altında yapılan ısıl işleme göre daha fazla kalıntı östenit ve karbür elde edilirken daha düşük martenzitik dönüşüm oranı gözlenmiştir.

Test sonuçları ve ısıl işlem parametreleri ele alındığında atmosfer kontrollü fırınlarda dekarburizasyonu önlemek amaçlı endo gaz içerisinde bulunan karbon miktarının yüksek olması çeliğin östenitik faz bölgesini genişleterek östenitleme sıcaklığını düşürmüş, karbür oluşumunu teşvik etmiş ancak kalıntı östenit miktarını artırmış olması öngörülmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kentpar Otomotiv Ar-Ge Merkezi bünyesinde gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, test araçlarının kullanımı ve testlerin yürütülmesinde verdiği destek için Kentpar Otomotiv Ar-Ge Merkezi'ne teşekkür eder.

6. KAYNAKLAR

Albaraz, Z. (2010). Isıl İşlem Parametrelerinin ve Kimyasal Kompozisyonun Sıcak İş Takım Çeliklerinin Mekanik Özelliklerine Etkisi.

ASM International, ASM Handbook Volume 1: Properties And Selection - Nonferrous Alloys And Special Purpose Materials, 10th Edition, American Society For Metals, Metals Park, Ohio, 1990.

Gao, J., Fu, P., Liu, H., And Li, D., (2015), Effects Of Rare Earth On The Microstructure And Impact Toughness Of H13 Steel. *Metals*, 5(1), 383-394.

Kıyasöz, A., (2010), Sıcak İş Takım Çeliklerinin Elastikliğine Isıl İşlemlerin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Klobčar, D., Tušek, J. And Taljat, B., (2008), Thermal Fatigue Of Materials For Die- Casting Tooling, *Materials Science And Engineering*, 472, 198-207.

Kuzyaka, M. S., (2014), Yüksek Karbonlu Bir Çeliğin Mikroyapı ve Mekanik Özelliklerine İzotermal Tavlamanın Etkisi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özer, O., (2016)., 1.2344 Kalite Takım Çeliğine Alternatif Sıcak İş Takım Çeliğinin Isıl İşlem Parametrelerinin Belirlenmesi ve Hadde Bıçak Uygulamalarındaki Performansının İncelenmesi, Doctoral Dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 50.

Qamar, S. Z., (2009), Effect Of Heat Treatment On Mechanical Properties Of H11 Tool Steel, *Journal of Achievements in Materials And Manufacturing Engineering*, 35(2), 115-120.

Roche, P., Sandberg, O. And Yücel, Ö., (2006), Heat Treatment of Hot Work Tool Steels in Vacuum Furnace.

Schmolz Bickenbach Çelik A.G., (2009), Takım Çelikleri El Kitabı.

Soffritti, C., Fortini, A., Sola, R., Fabbri, E., Merlin, M., And Garagnani, G. L. (2020). Influence Of Vacuum Heat Treatments on Microstructure and Mechanical Properties of M35 High Speed Steel, *Metals*, 10(5), 643.

Turgutlu, G. A., Ve Yurddaş, A., (2015), Bir Isıl İşlem Fırınının Termodinamik Analizi, *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri, Dergisi*, 12(1), 75-92.

Uzkut, M. ve Özdemir, İ., (2001), Farklı Çeliklere Uygulanan Değişen Isıtma Hızlarının Mekanik Özelliklere Etkisinin İncelenmesi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(3), 65-74.

ANALYSIS OF LAND SURFACE TEMPERATURE CHANGE USING REMOTE SENSING IMAGES AND CORINE DATA IN GIS ENVIRONMENT: THE CASE STUDY OF MUS PROVINCE, TURKIYE

CBS ORTAMINDA UZAKTAN ALGILAMA GÖRÜNTÜLERİ VE CORİNE VERİLERİ KULLANILARAK YER YÜZEYİ SICAKLIK DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ: MUŞ İLİ ÖRNEĞİ, TÜRKİYE

Cansu YURTERİ¹

¹Dr, İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, yerbilimleri, coğrafi bilgi sistemleri, 0000-0002-4944-0168

Özet

Yer yüzey sıcaklığı (YYS) iklimsel değişimlerin izlenmesinde önemli bir parametredir. Günümüzde küresel ısınma, kentleşmeye bağlı hızlı nüfus artışı, kentsel yeşil alanların azalması ve plansız şehirleşme nedeniyle yer yüzey sıcaklıkları her geçen gün giderek artmaktadır. Dolayısıyla kentlerde gerçekleşen iklimsel değişimlerin yer yüzey sıcaklığına etkilerinin izlenmesi, tespiti ve yönetimi oldukça önemlidir. Bu kapsamda uzaktan algılama görüntüleri kullanılarak yer yüzey sıcaklığındaki değişimler ve beraberindeki iklimsel değişimlerin etkileri belirlenebilmektedir. Sunulan çalışma ile Muş ilinde 1993-2023 periyodu içerisinde yer yüzey sıcaklıklarının konumsal ve mekansal değişiminin ortaya konulması hedeflenmiştir. Elde edilen bulgular ile Muş ilinde geçmişten günümüze yer yüzey sıcaklığının ve arazi örtüsünün nasıl değiştiği, hangi bölgelerde bu değişimin gerçekleştiği saptanmıştır. Bu kapsamda, il genelinde farklı zaman ölçeklerinde YYS haritaları oluşturulmuştur. Bu haritaların oluşturulmasında Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ ve Landsat 8 OLI/TIRS çok bantlı uydu görüntüleri kullanılmış ve Artis Carnahan algoritmasından yararlanılmıştır. Uzaktan algılama verisi olarak kullanılan termal uydu görüntülerinde spektral radyans, parlaklık sıcaklığı, normalize edilmiş fark bitki indeksi, bitki örtüsü yoğunluğu ve yer yüzey yarıyırılık parametreleri incelenmiştir. Buna göre 1993, 2003, 2013 ve 2023 yıllarının kurak periyotlarını temsil eden görüntüler analiz edilmiştir. Arazi örtüsündeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla ise Avrupa Çevre Ajansı veri tabanında yer alan Corine arazi örtüsü verileri değerlendirilmiştir. Hesaplanan yer yüzey sıcaklıkları arazi örtüsü ile karşılaştırılırken beraberinde aynı zaman ölçeğini temsil eden meteorolojik verilerde (aylık ve yıllık ortalama sıcaklık) değerlendirilmiştir. Sunulan araştırma kapsamında Muş ili YYS haritaları Corine arazi kullanım verileriyle birlikte incelendiğinde; tarım alanlarının, açık arazilerin, endüstriyel kuruluşların ve yerleşimlerin yoğun olduğu bölgelerde YYS değerlerinin en yüksek olduğu; orman, bitki örtüsü ve su kütleleri ile kaplı alanların ise en düşük değerleri gösterdiği saptanmıştır. Hesaplanan YYS değerlerinin ilin güneybatı kesimi olan Muş şehir merkezi, Hasköy ve Korkut ilçeleri ile ilin doğu sınırı olan Malazgirt ilçesinde arttığı belirlenmiştir. Su kütlelerinin yer aldığı Bulanık (Bulanık Gölü, Alparslan Barajı) ve Varto (Akdoğan Gölü) bölgelerinde ise yer yüzey sıcaklıklarının en düşük değerlerde izlendiği belirlenmiştir. Sonuç olarak türetilen verilerin gelecekte Muş ilinin mevcut arazi kullanımı, tarımsal uygulamalar ile toprak ve su kaynakları potansiyeline yönelik hazırlanacak çalışmalara altlık oluşturabileceği düşünülmektedir. Yine bu veriler Muş ili ve yakın çevresinde yer alan sıcak su kaynakları ve jeotermal potansiyeli olan alanların saptanmasında yön gösterici

olacaktır. Ayrıca Muş ilinde son yıllarda yer yüzey sıcaklık artışı dikkate alınmalı, ayrıntılı iklimsel modellemeler ile ilin karşı karşıya kalacağı tehditler öngörülmesi, olası iklimsel değişimler nedeniyle bölgede meydana gelebilecek kuraklık tehlikesine yönelik tedbirler alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: Yer yüzey sıcaklığı, iklim değişikliği, Corine, termal uydu görüntüleri, uzaktan algılama, Muş

Abstract

Land surface temperature (LST) is an important parameter in monitoring climatic variations. Today, global warming, rapid population growth due to urbanization, decrease in urban green areas and unplanned urbanization are increasing the earth's temperature day by day. Therefore, it is very important to monitor, detect and manage the effects of climatic changes on the land surface temperature in cities. In this context, changes in land surface temperature and the effects of accompanying climatic changes can be determined by using remote sensing images. It is aimed to reveal the spatial and temporal changes of surface temperatures in Mus province within the period 1993-2023 with the present study. It was determined how the surface temperature and land cover have changed from past to present in Mus province and in which regions this change has occurred with the findings obtained. In this context, LST maps were created at different time scales across the province. Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI/TIRS multispectral satellite images were used to create these maps and the Artisan Carnahan algorithm was used. Spectral radiance, brightness temperature, normalized difference vegetation index, vegetation density and surface emissivity parameters were investigated in thermal satellite images used as remote sensing data. Accordingly, images representing the dry periods of 1993, 2003, 2013 and 2023 were analyzed. In order to determine the changes in land cover, Corine land cover data from the European Environment Agency database were evaluated. While comparing the calculated land surface temperatures with the land cover, meteorological data (monthly and annual average temperature) representing the same time scale were also evaluated. Within the scope of the presented research, when the LST maps of Mus province are analyzed together with Corine land use data; the highest values were found in areas with dense agricultural areas, open lands, industrial establishments and settlements, while the lowest values were found in areas covered by forests, vegetation and water bodies. It was determined that the calculated LST values increased in Mus city center, Hasköy and Korkut districts in the southwestern part of the province and Malazgirt district on the eastern border of the province. In Bulanık (Bulanık Lake, Alparslan Dam) and Varto (Akdoğan Lake) regions where water bodies are located, the lowest values of surface temperatures were observed. As a result, it is thought that the derived data can form a basis for future studies on the existing land use, agricultural practices, soil and water resources potential of Mus province. Furthermore, these data will guide the identification of hot water resources and areas with geothermal potential in Mus province and its immediate surroundings. In addition, the increase in land surface temperature in Mus province in recent years should be taken into account, the threats that the province will face should be predicted with detailed climatic modeling, and measures should be taken against the danger of drought that may occur due to possible climatic changes.

Keywords: Land surface temperature, climate change, Corine, thermal satellite imagery, remote sensing, Mus

THE COMPARISON OF COMPOSITIONAL DEPTH PROFILES OF NARROW AND WIDE BANDGAP SILVER ALLOYED CHALCOPYRITE THIN FILMS BY GLOW DISCHARGE OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY

DAR VE GENİŞ BANT ARALIKLI GÜMÜŞ ALAŞIMLI KALKOPİRİT İNCE FİLMLEİN BİLEŞİM DERİNLİK PROFİLLERİNİN AKKOR BOŞALIMLI OPTİK EMİSYON SPEKTROSKOPİSİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Semih AĞCA¹

¹Dr. Arş. Gör., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Çalışma alanı: İnce film kalkopirit güneş hücreleri, ORCID: 0000-0002-4834-5337,

Özet

Bu çalışmada, dar ve geniş bant aralıklı gümüş alaşımlı kalkopirit ince filmler üç aşamalı birlikte buharlaştırma yöntemiyle üretilmiş ve bileşim derinlik profilleri akkor boşalimli optik emisyon spektroskopisi ile karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Gümüş alaşımlanmış kalkopirit ince filmlerin yüzey görüntüleri taramalı elektron mikroskobu ile alınmış, kimyasal kompozisyonları da enerji dağılımlı spektroskopi ile tespit edilmiştir. Galyum miktarının düşük olduğu dar bant aralıklı numunede kristal kalitesinin daha yüksek ve ortalama tane boyutunun daha büyük olduğu ve Ga/(Ga+In) oranı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı ve kristal kalitesinin de azaldığı görülmüştür. Galyum miktarındaki artışın difüzyon mekanizmasını olumsuz yönde etkilemesinden dolayı geniş bant aralıklı ince filmdeki elemental dağılımın dar bant aralıklı ince filmdeki kadar homojen olmadığı tespit edilmiştir. Bundan dolayı, geniş bant aralıklı ince filmde yüzeye yakın bölgede gümüş miktarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Selenyumun yüzey bölgesindeki azalışının tekrar buharlaşma ve diğer elementlerin yüzeyde birikmesi ile olabileceği tahmin edilmektedir. Alkali katkılarından sodyumun rubidyuma göre daha iyi difüze olup daha homojen bir dağılım sergilediği tespit edilmiştir. Üretilen her iki ince filmde de Ga/(Ga+In) oranı derinlik dağılımının yüksek verimli güneş hücresi üretimi için uygun olduğu görülmüştür. Benzer kompozisyondaki bu iki gümüş alaşımlanmış kalkopirit ince filmin tandem yapıya sahip güneş hücrelerinde beraber kullanılmasıyla birlikte kafes uyumsuzluğunun minimum seviyeye indirilerek güneş hücresi veriminin artırılacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Gümüş alaşımlama, kalkopirit, ince film, derinlik profili.

Abstract

In this study, narrow and wide bandgap silver alloy chalcopyrite thin films were produced by the three-stage co-evaporation method and their compositional depth profiles were comparatively examined by glow discharge optical emission spectroscopy. Surface images of silver alloyed chalcopyrite thin films were taken with a scanning electron microscope, and their chemical compositions were determined by energy dispersive spectroscopy. It has been observed that the crystal quality is higher and the average grain size is larger in the narrow bandgap sample where the amount of gallium is low, and as the Ga/(Ga+In) ratio increases, the surface roughness increases and the crystal quality decreases. It has been determined that the elemental distribution in the wide bandgap thin film is not as homogeneous as in the narrow

bandgap thin film, since the increase in the amount of gallium negatively affects the diffusion mechanism. Therefore, it was observed that the amount of silver in the wide bandgap thin film was quite high in the near-surface region. It is estimated that the decrease in selenium in the surface region may occur due to re-evaporation and accumulation of other elements on the surface. It has been determined that sodium, one of the alkali additives, diffuses better and exhibits a more homogeneous distribution than rubidium. It has been observed that the Ga/(Ga+In) ratio depth distribution in both thin films produced is suitable for highly efficient solar cell production. It is thought that by using these two silver alloyed chalcopyrite thin films with similar composition together in tandem structured solar cells, the lattice mismatch can be minimized and the solar cell efficiency can be increased.

Keywords: Silver alloying, chalcopyrite, thin film, depth profile.

1. GİRİŞ

Gümüş alaşımlanmış kalkopirit yapı olan (Ag,Cu)(In,Ga)Se₂ bileşimi son yıllarda ince film güneş hücresi çalışmalarında oldukça fazla tercih edilmektedir. Bant aralığını genişleterek ve alaşım sisteminin erime noktasını düşürerek yapısal ve elektronik kusurları azaltması gümüş alaşımlamanın önemli tercih sebeplerindendir (Boyle vd., 2011). Gümüş alaşımlamanın kristal kalitesini geliştirmesi ve ortalama tane boyutunu artırmasının da yapıdaki elektron-boşluk rekombinasyonunu azaltarak güneş hücresinin verimini artırabileceği bilinmektedir (Wang vd., 2022). Gümüş alaşımlanmış kalkopirit yapıyı dar ve geniş bant aralıklı olmak üzere iki ana başlık altında inceleyebiliriz. Dar ve geniş bant aralıklarının belirlenmesinde Shockley-Queisser limiti göz önüne alındığında, dar bant aralığı için 1,1 eV geniş bant aralığı için de 1,4 eV değerinin maksimum güneş hücresi verimi için optimum değerler olduğu anlaşılmaktadır (Shockley & Queisser, 1961). Gümüş alaşımlamanın her ne kadar bant aralığını artırıcı etkisi olsa da bu artış geniş bant aralıklı güneş hücresi üretimi için yeterli değildir. Kalkopirit yapıdaki indiyum ve galyum miktarları değiştirilerek 1,02 eV bant aralığına sahip CuInSe₂ bileşiği ile 1,68 eV bant aralığına sahip CuGaSe₂ bileşiği ve bu bileşikler arasında kalan bütün bant aralığı değerleri elde edilebilmektedir (Gloeckler & Sites, 2005; Witte vd., 2015; Zahedi-Azad vd., 2020).

Yüksek verimli kalkopirit güneş hücrelerinin üretilebilmesi için her ne kadar yapıdaki her bir elementin miktarı oldukça önemli olsa da bu elementlerin yapıdaki derinlik profilleri daha önemlidir. Kalkopirit güneş hücrelerinde soğurucu katman bant aralığının optimizasyonunun araştırıldığı bir çalışmada, bant aralığını arka kontak noktasına doğru derecelendirerek hücrenin verimliliği artırılabilmiştir. Bu artıştaki ana etkinin, kalkopirit soğurucu katman-arka kontak arayüzündeki rekombinasyonun azaltılması olduğu bulunmuştur (Belghachi & Limam, 2017). Galyum derecelendirmesinin kalkopirit güneş hücrelerinin performansı üzerindeki etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada Ga/(In+Ga) oranının arka kontak noktasına doğru artırılmasıyla % 0,4 artış elde edilmiştir (Lundberg vd., 2005). Yan vd. (2018), kalkopirit güneş hücresine çift dereceli Ga/(In+Ga) profili yerleştirerek enerji bandı ayarlamasını araştırmışlardır. Düzgün bant aralığına sahip kalkopirit ile karşılaştırıldığında verimlilikte % 8,17 oranında göreceli artış elde etmişlerdir. Aissat vd. (2018) kademeli bant aralığına sahip kalkopirit soğurucunun simülasyonlarını ve bunun bir güneş hücresinin özellikleri üzerindeki etkisini incelediler. Güneş hücresi verimliliğinin, tekdüze bant aralığı soğurucu yapısı için % 19,2'den, kademeli bant aralığı durumunda % 24,9'a yükseldiğini buldular. Bütün bu bulgular elementlerin derinlik profillerinin uygun şekilde ayarlanabilmesinin kalkopirit güneş hücresinin verimi açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, dar ve geniş bant aralıklı gümüş alaşımlı kalkopirit ince filmlerin bileşim derinlik profillerinin akkor boşalımlı optik emisyon spektroskopisi ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

Gümüş alaşımlanmış ince film kalkopirit bileşimi, üzerinde molibden kaplı soda kireç camı altaşlar üzerine kaplanmıştır. Kalkopirit bileşimi kaplanmadan önce herhangi bir difüzyon bariyer kaplaması yapılmadığı için soda kireç camında bulunan sodyumun kalkopirit bileşime geçişi mümkün olabilmektedir. İnce film kalkopirit kaplama, çok kaynaklı bir Balzers BAK600 fiziksel buhar biriktirme cihazı ile üç aşamalı birlikte buharlaştırma yöntemiyle biriktirilmiştir. Biriktirmenin ikinci aşamasında bakır ve gümüş buharlaştırılırken, hem birinci hem de üçüncü aşamada indiyum ve galyum buharlaştırılmıştır. Geniş bant aralıklı ince film üretiminde galyum ikinci aşamada da buharlaştırılmıştır. Bununla birlikte selenyum bütün aşamalarda buharlaştırılmıştır. Hedeflenen sitokiyometrinin $Ag/(Ag+Cu)$ (AAC) oranı 0,3, $(Ag+Cu)/(In+Ga)$ (ACGI) oranı 0,95 olacak şekilde planlama yapılmıştır. Bununla birlikte, $Ga/(Ga+In)$ oranları dar ve geniş bant aralıklarını elde edebilmek için sırasıyla 0,3 ve 0,7 olarak ayarlanmıştır. Kalkopirit ince filmlerin kalınlığı ve bileşimi lazer ışık saçılım düzeneği vasıtasıyla yüzey pürüzlülüğünden tahmin edilerek elde edilmiştir. 2 mikron kalınlığında homojen kaplamalar elde edebilmek için kaplama sırasında altaş tutucu sürekli döndürülmüş ve 620°C sıcaklığa ısıtılmıştır. Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerden üretilen güneş hücrelerinde yüksek verim değerlerine ulaşabilmek için farklı kaplama sonrası işlemler gerekmektedir. Bu sebeple, dar bant aralıklı ince filmin üretimi sırasında üçüncü aşamadan hemen sonra vakum kesilmeksizin sodyum florür buharlaştırılırken, geniş bant aralıklı ince filmin üçüncü aşamasından sonra ise rubidyum florür buharlaştırılmıştır.

Üç aşamalı birlikte buharlaştırma yöntemiyle biriktirilen kalkopirit ince filmlerin yüzey görüntüleri sodyum florür ve rubidyum florür buharlaştırmalarından hemen sonra Zeiss Supra 40VP taramalı elektron mikroskobu ile elde edilmiştir. Bu numunelerin kimyasal kompozisyonları ise aynı taramalı elektron mikroskobuna bağlı Bruker enerji dağılımlı spektroskopisi ile tespit edilmiştir. Numunelerin bileşim derinlik profilleri ise Spectruma GDA750 marka akkor boşalımlı optik emisyon spektroskopisi ile analiz edilmiştir.

3. BULGULAR

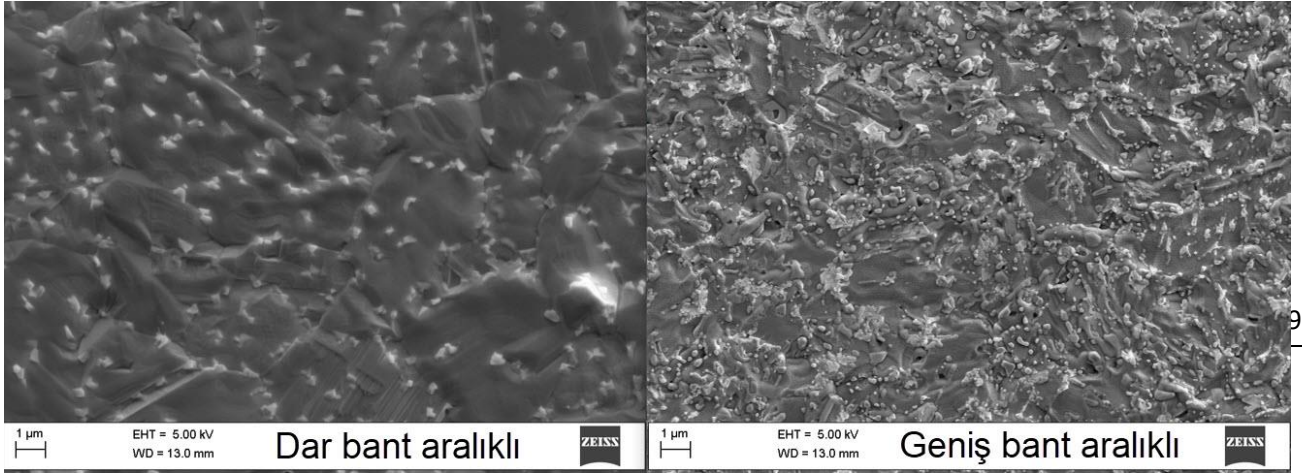
Enerji dağılımlı spektroskopi sonuçlarına göre elde edilen, dar ve geniş bant aralıklı gümüş alaşımlanmış kalkopirit ince film numunelere ait elemental içerikler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Dar ve geniş bant aralıklı kalkopirit ince filmlerin kimyasal kompozisyonları.

Numune	Elemental içerik (at. %)				
	Ag	Cu	In	Ga	Se
Dar bant aralıklı	6,74	16,25	17,35	6,78	52,88
Geniş bant aralıklı	6,61	16,53	7,64	16,81	52,41

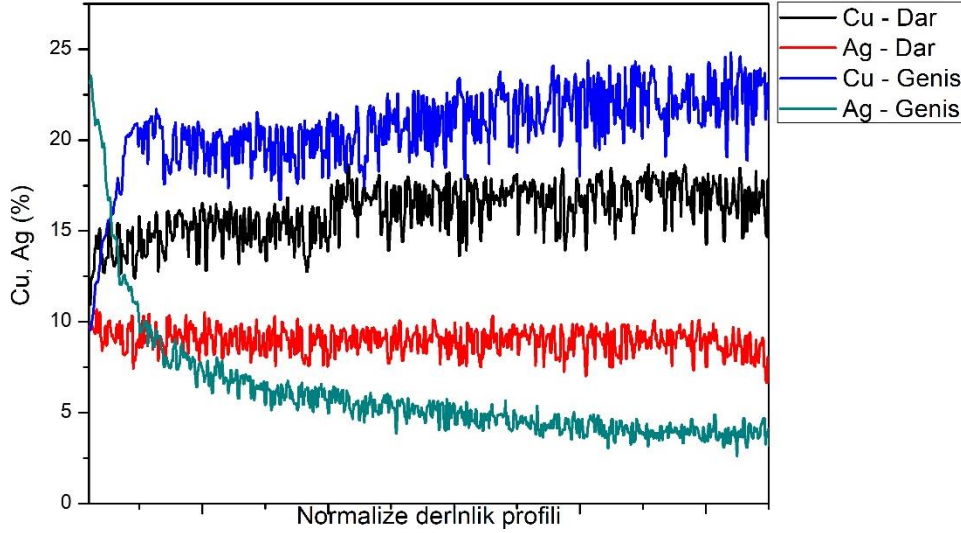
Tablo 1’de açık bir şekilde görüldüğü üzere, bakır, gümüş ve selenyum oranları birbirine yakınlık arz etmektedir. Bununla birlikte, dar bant aralıklı ince filmde indiyum ve geniş bant aralıklı ince filmde de galyum miktarları diğer numuneye kıyasla daha yüksektir. İndiyum ve galyum miktarlarındaki değişiklik ile bant aralığı istenilen seviyeye getirilebilmiştir. Dar bant aralıklı ince film yaklaşık 1,1 eV, geniş bant aralıklı ince film ise yaklaşık 1,4 eV bant aralığına

sahiptir. Gümüş alaşımlanmış kalkopirit ince filmde üretilecek güneş hücrelerinin yüksek verim değerlerine ulaşabilmesi için element miktarlarına ait bazı oranlar mevcuttur. Örneğin, bakır ve gümüşün toplam miktarı % 25'ten küçük olmalı ve sitokiyometrinin bir miktar altında olmalıdır. Bakır ve gümüş miktarı için kritik oran $(Ag+Cu)/(In+Ga)$ (ACGI) oranı ile tespit edilir ve bu oranın 1'in altında olması beklenir. Tablo 1'den hesaplandığı zaman bu oranın dar bant aralıklı ince film için 0,96 ve geniş bant aralıklı ince film için de 0,95 olduğu görülmüştür. Diğer bir kritik oran da $Ag/(Ag+Cu)$ (AAC) oranıdır. Bu oranın 0,5 değerinin altında tutulması ince filmin stabilizasyonu açısından oldukça önemlidir. Yine Tablo 1'den hesaplandığında, AAC oranının her iki numune için de yaklaşık 0,3 civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu iki oran dışında, bant aralığının tayininde de önemli rolü olan, galyum ve indiyumun miktarlarıyla alakalı $Ga/(Ga+In)$ (GGI) oranı oldukça önemlidir. GGI oranı dar ve geniş bant aralıklı ince filmler için sırasıyla yaklaşık 0,3 ve 0,7 değerlerindedir. Gümüş alaşımlanmış kalkopirit ince filmlerin taramalı elektron mikroskobu ile elde edilen yüzey görüntüleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



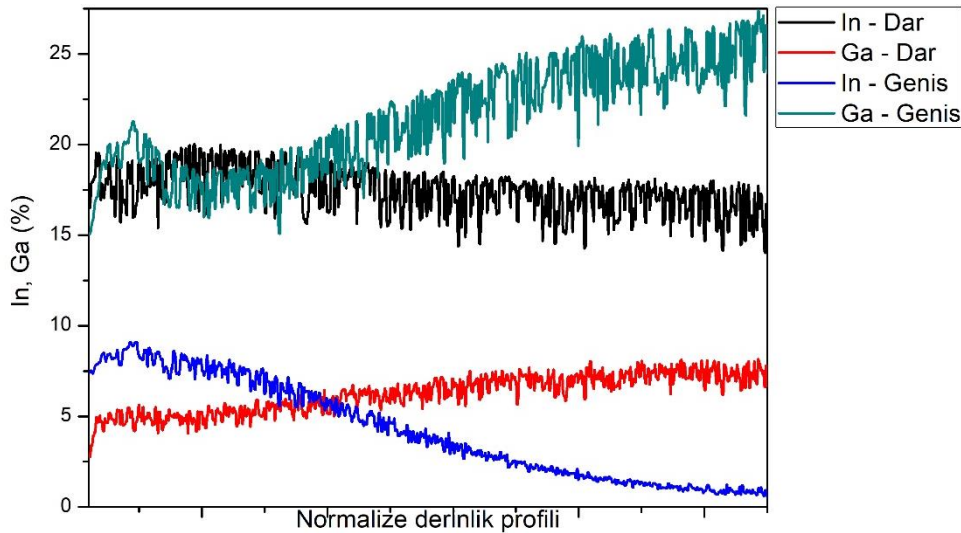
Şekil 1. Taramalı elektron mikroskobu ile elde edilen yüzey görüntüleri.

Dar bant aralıklı ince filmin üzerinde bulunan küçük beyaz parçacıklar yapıya difüze olamamış fazlalık sodyum florür partikülleridir. Bu numunede ortalama tane boyutu yaklaşık 2 mikron civarındadır. Kristal kalitesinin yüksek ve yüzey pürüzlülüğünün de az olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, geniş bant aralıklı ince filmin üzerinde fazlalık rubidyum florür partikülleri olduğu görülmektedir. GGI oranı arttıkça yüzey pürüzlülüğü artmış ve kristal kalitesinde düşüş olmuştur. Bu durum literatürdeki çalışmalar ile uyum göstermektedir (Keller vd., 2020). Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerin bakır ve gümüş elementlerine ait derinlik profilleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Bakır ve gümüş elementlerine ait derinlik profilleri.

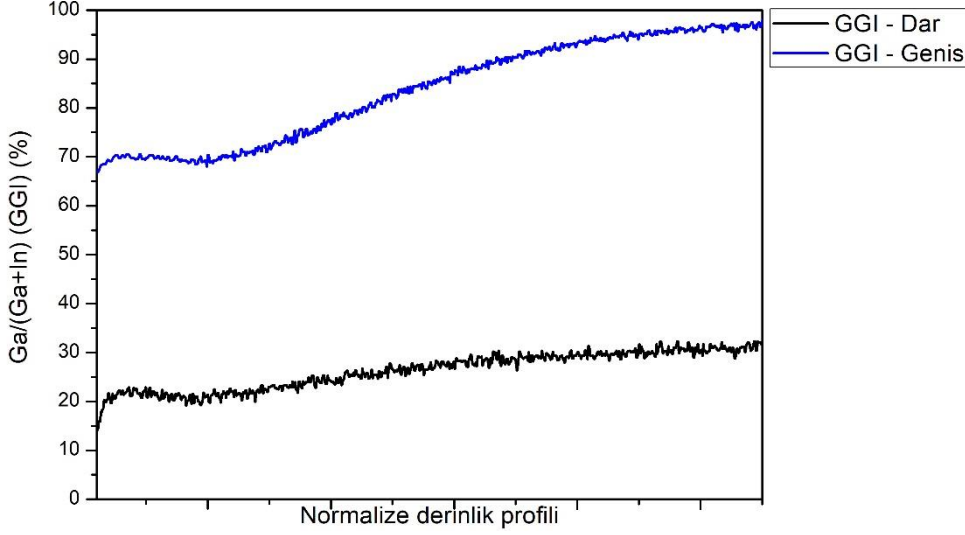
Derinlik profillerine ait grafiklerde grafiğin sol tarafı ince filmin yüzey kısmını, grafiğin sağ tarafı ise ince filmin molibden arka kontağa yakın kısmını temsil etmektedir. Şekil 2 incelendiğinde, dar bant aralıklı ince filmde bakır ve gümüşün oldukça homojen bir şekilde dağılım gösterdiği görülmektedir. Geniş bant aralıklı ince filmde ise durum daha farklıdır. Yüzeğe yakın bölgede gümüş miktarı oldukça yüksek ve arka kontağa yakın bölgeye doğru bir azalış trendindedir. Bununla birlikte, bakır miktarı da yüzeğe yakın bölgede daha düşük ancak orta bölgelere kadar artmış ve sonrasında arka kontak bölgesine doğru homojene yakın bir şekilde bulunmuştur. Geniş bant aralıklı ince filmdeki yetersiz difüzyon ve heterojen yapının kompozisyondaki fazla galyumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürdeki diğer çalışmalar gümüş alaşımlanmış kalkopirit yapıya fazla miktarda galyum ilavesinin faz stabilizasyonunu bozabileceğini göstermiştir (Sopiha vd., 2020). Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerin indiyum ve galyum elementlerine ait derinlik profilleri Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. İndiyum ve galyum elementlerine ait derinlik profilleri.

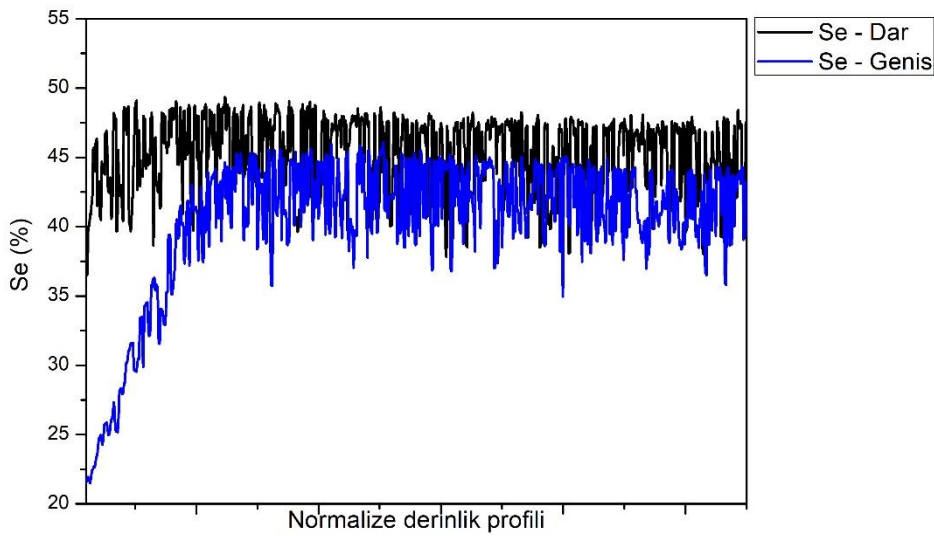
Şekil 2'de olduğu gibi Şekil 3'te de dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerde difüzyon mekanizmaları arasındaki fark bariz bir şekilde görülmektedir. Dar bant aralıklı numune indiyum ve galyum geniş bant aralıklı numuneğe göre daha homojen bir dağılım sergilemiştir.

Her iki numunede de galyum arka kontak bölgesine yakın yerlerde, indiyum da yüzeye yakın bölgede yoğunlaşmıştır. İndiyum ve galyumun yapıdaki dağılımı bant aralığının belirlenmesinde önemli rol oynayan GGI oranını da etkilemektedir. Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerin GGI oranlarına ait derinlik profilleri Şekil 4'te gösterilmiştir.



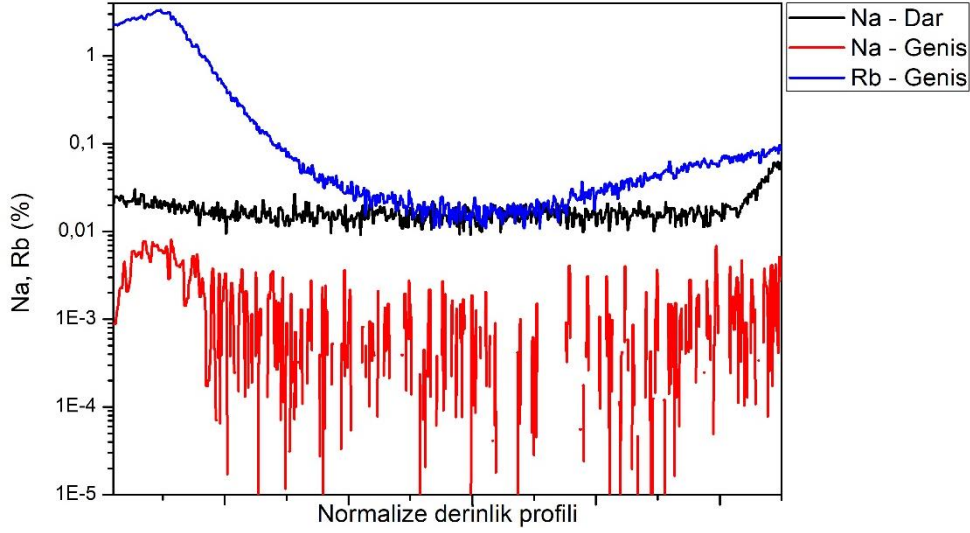
Şekil 4. GGI oranlarına ait derinlik profilleri.

Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerin her ikisinde de GGI oranı derinlik profili benzer şekilde yüzey bölgesinden içeriye doğru önce azalmış daha sonra arka kontak bölgesine doğru artış göstermiştir. Yüzeye yakın bölgeden içeriye doğru olan azalışta oluşan çukur bölgenin derinliğinin çok fazla olmaması bu ince filmlerin güneş hücresi üretimine oldukça uygun olduklarını göstermektedir. Bu çukur bölgenin çok derin olduğu durumlarda güneş hücresinin fotovoltaiik parametrelerinde ciddi düşüşler olabilmektedir (Zahedi-Azad vd., 2019). Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerin selenyum elementine ait derinlik profilleri Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Selenyum elementine ait derinlik profilleri.

Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerde selenyum yüzeye yakın bölge dışında homojen bir şekilde dağılmıştır. Dar bant aralıklı ince filmin yüzey bölgesindeki selenyum miktarındaki düşüş selenyumun erime sıcaklığının alttaş sıcaklığından oldukça düşük olmasından dolayı yüzeyden tekrar buharlaşmasından kaynaklanmış olabilir. Diğer taraftan, geniş bant aralıklı ince film yüzey bölgesindeki selenyum miktarı sadece bu durumla açıklanabilecek seviyede değildir. Şekil 3'te görülen yüzeyde birikmiş gümüşün selenyum miktarını negatif yönde etkilemiş olabileceği düşünülmektedir. Dar ve geniş bant aralıklı ince filmlerin sodyum ve rubidyum elementlerine ait derinlik profilleri Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Sodyum ve rubidyum elementlerine ait derinlik profilleri.

Dar ve geniş bant aralıklı numunelerin her ikisine de üretim sırasında alttaştan difüzyon yoluyla sodyum geçişi gerçekleşmiştir. Bunun dışında dar bant aralıklı numunede sodyum florür, geniş bant aralıklı numunede ise rubidyum florür katkılanarak alkali miktarları ayarlanmaya çalışılmıştır. Dar bant aralıklı ince filmde yüzeye biriktirilen sodyum florürün yapıya uygun bir şekilde difüze olduğu ve yüzeye yakın bölgede homojene yakın bir dağılım sergilendiği görülmektedir. Arka kontak bölgesinde ise alttaştan fazla miktarda sodyum geçişi olduğu ve bu bölgede derinlik profilinde artış olduğu görülmüştür. Geniş bant aralıklı numunede ise alttaştan gelen sodyumun uygun şekilde dağıldığı ancak yüzeye biriktirilen rubidyumun bu bölgelerde yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Sodyum ve rubidyum derinlik profilleri Şekil 1'deki görüntüler ile uyumludur.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Gümüş alaşımlanmış dar ve geniş bant aralıklarına sahip kalkopirit ince filmler güneş hücresi uygulamalarında kullanıma uygun olacak şekilde başarıyla üretilebilmiştir. Üç aşamalı birlikte buharlaştırma yöntemi ile kimyasal kompozisyon kontrolünün oldukça iyi seviyelerde olduğu gösterilmiştir. Galyum miktarının düşük olduğu dar bant aralıklı numunede kristal kalitesinin daha yüksek ve ortalama tane boyutunun daha büyük olduğu tespit edilmiştir. GGI oranı arttıkça yüzey pürüzlülüğü artmış ve kristal kalitesinde düşüş olmuştur. Dar bant aralıklı ince filmde bakır ve gümüş oldukça homojen bir şekilde dağılım gösterirken geniş bant aralıklı ince filmde ise yüzeye yakın bölgede gümüş miktarı oldukça yüksektir. Geniş bant aralıklı ince filmdeki yetersiz difüzyon ve heterojen yapının kompozisyondaki fazla galyumdan kaynaklandığı

düşünülmektedir. Bu durum indiyum ve galyumun derinlik profillerinde de açıkça görülmektedir. Üretilen her iki ince filmde de GGI oranı derinlik dağılımının yüksek verimli güneş hücresi üretimi için uygun olduğu görülmüştür. Selenyumun yüzey bölgesindeki azalışının tekrar buharlaşma ve diğer elementlerin yüzeyde birikmesi ile olabileceği tahmin edilmektedir. Alkali katkılarından sodyumun rubidyuma göre daha iyi difüze olup daha homojen bir dağılım sergilediği tespit edilmiştir.

Üretilmiş olan ince filmler kullanılarak gümüş alaşımli kalkopirit yapıya sahip dar ve geniş bant aralıklı güneş hücreleri ayrı ayrı üretilebileceği gibi her ikisinin beraber kullanılabilceği tandem güneş hücresi yapıları da bulunmaktadır. Benzer kompozisyondaki bu iki ince filmin tandem yapıda kullanılmasında kafes uyuşmazlığının minimum seviyeye indirilerek güneş hücresi veriminin artırılabilceği düşünülmektedir. Bu şekilde oluşturulacak tandem güneş hücreleri üzerine çok daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

Aissat, A., Arbouz, H., & Vilcot, J. P. (2018). Optimization and improvement of a front graded bandgap CuInGaSe₂ solar cell. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 180, 381-385.

Belghachi, A. & Limam, N. (2017). Effect of the absorber layer band-gap on CIGS solar cell. *Chinese Journal of Physics*, 55, 1127-1134.

Boyle, J. H., McCandless, B. E., Hanket, G. M., & Shafarman, W. N. (2011). Structural characterization of the (AgCu)(InGa)Se₂ thin film alloy system for solar cells. *Thin Solid Films*, 519, 7292-7295.

Gloeckler, M., & Sites, J. R. (2005). Band-gap grading in Cu(In,Ga)Se₂ solar cells. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 66, 1891–1894.

Keller, J., Sopiha, K. V., Stolt, O., Stolt, L., Persson, C., Scragg, J. J. S., Törndahl, T., & Edoff, M. (2020). Wide-gap (Ag,Cu)(In,Ga)Se₂ solar cells with different buffer materials – A path to a better heterojunction. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 28(4), 237-250.

Lundberg, O., Edoff, M., & Stolt, L. (2005). The effect of Ga-grading in CIGS thin film solar cells. *Thin Solid Films*, 480-481, 520-525.

Shockley, W., & Queisser, H. J. (1961). Detailed balance limit of efficiency of p-n junction solar cells. *Journal of Applied Physics*, 32, 510-519.

Sopiha, K. V., Larsen, J. K., Donzel-Gargand, O., Khavari, F., Keller, J., Edoff, M., Platzer-Björkman, C., Persson, C., & Scragg, J. J. S. (2020). Thermodynamic stability, phase separation and Ag grading in (Ag,Cu)(In,Ga)Se₂ solar absorbers. *Journal of Materials Chemistry A*, 8, 8740-8751.

Wang, C., Zhuang, D., Zhao, M., Li, Y., Dong, L., Wang, H., Wei, J., & Gong, Q. (2022). Effect of silver doping on properties of Cu(In,Ga)Se₂ films prepared by CuInGa precursors. *Journal of Energy Chemistry*, 66, 218-225.

Witte, W., Abou-Ras, D., Albe, K., Bauer, G. H., Bertram, F., Boit, C., et al. (2015). Gallium gradients in Cu(In,Ga)Se₂ thin-film solar cells. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 23, 717–733.

Yan, L., Bai, Y., Yang, B., Chen, N., Tan, Z., Hayat, T., & Alsaedi, A. (2018). Extending absorption of near-infrared wavelength range for high efficiency CIGS solar cell via adjusting energy band. *Current Applied Physics*, 18, 484-490.

Zahedi-Azad, S., Maiberg, M., Clausing, R., & Scheer, R. (2019). Influence of heavy alkali post deposition treatment on wide gap Cu (In, Ga) Se₂. *Thin Solid Films*, 669, 629-632.

Zahedi-Azad, S., Maiberg, M., & Scheer, R. (2020). Effect of Na-PDT and KF-PDT on the photovoltaic performance of wide bandgap Cu(In,Ga)Se₂ solar cells. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 28, 1146–1157.

**HUMAN LEARNING OPTIMIZATION-BASED SYMBOL DETECTION
PROCEDURE FOR MIMO-FBMC/OQAM SCHEME**
**MIMO-FBMC/OQAM ŞEMASI İÇİN İNSAN ÖĞRENME OPTİMİZASYONUNA
DAYALI SEMBOL ALGILAMA PROSEDÜRÜ**

Şakir ŞİMŞİR

**Assist. Prof. Dr., Nevsehir Hacı Bektas Veli University, Electrical and Electronics
Engineering, 0000-0002-1287-160X**

Abstract

Initiation of the fifth generation (5G) mobile services can be considered as a milestone for the wireless communication technology. Unlike the previous generations, in which the primary objective was to ensure high quality communication among the people, 5G mobile technology aims to support the communication between the tremendous number of interconnected machines, devices and things instead of just focusing on humans. On the other hand, even the 5G technology will become insufficient in the near future to meet the ever-increasing demands in cellular communication. For this reason, there is a strong probability of needing more qualified transmission schemes in the next generation cellular systems to minimize the problems likely to arise in the future. Filter bank multicarrier/offset quadrature amplitude modulation (FBMC/OQAM) is one of these qualified transmission technologies with advanced capabilities. While the unique features owned by the FBMC/OQAM combined with multi-input multi-output (MIMO) technology (MIMO-FBMC/OQAM) enable the relevant scheme to solve many issues in mobile communication, an effective symbol detector is still required at its receiver side. This work is focused on meeting this requirement. It is possible with the traditional maximum likelihood (ML) detector to achieve the optimum symbol vector at the MIMO-FBMC/OQAM receiver. However, the related detector uses an extremely complex searching procedure called exhaustive search to detect the symbol sequence with the maximal probability of being transmitted among all of the possible symbol combinations. In this study, we have developed a more balanced symbol detection strategy in point of performance and complexity by replacing the exhaustive search procedure of the ML detector with the human learning optimization (HLO)-based symbol optimization mechanism. By doing so, it becomes possible to approach the optimum symbol detecting performance while maintaining the searching cost of the conventional ML at low levels. After its development, we put the HLO-ML strategy to the test with regard to its bit error rate (BER) achievements in the MIMO-FBMC/OQAM system for various antenna configurations. As supported by the simulation results, the proposed HLO-ML detector is capable of obtaining quite close BER results to the classical ML with considerably smaller searching cost.

Keywords: Symbol detection, human learning optimization, FBMC/OQAM, maximum likelihood, MIMO.

Özet

Beşinci nesil (5G) mobil hizmetlerin başlatılması, kablosuz iletişim teknolojisi için bir dönüm noktası olarak kabul edilebilir. Birincil hedefin insanlar arasında yüksek kalitede iletişim

sağlamak olduğu önceki nesillerden farklı olarak, 5G mobil teknolojisi sadece insanlar üzerine yoğunlaşmak yerine, birbirlerine bağlı muazzam sayıda makineler, cihazlar ve nesnelere arası iletişimi desteklemeyi amaçlamaktadır. Öte yandan, hücresel haberleşmede sürekli artan talepleri karşılamak için 5G teknolojisi bile yakın gelecekte yetersiz hale gelecektir. Bu nedenle, gelecekte ortaya çıkması muhtemel problemleri en aza indirmek için, yeni nesil hücresel sistemlerde daha nitelikli iletim şemalarına ihtiyaç duyma olasılığı yüksektir. Filtre bankası çoklu taşıyıcı/ofset dördün genlik modülasyonu (FBMC/OQAM), gelişmiş yeteneklere sahip söz konusu nitelikli iletim teknolojilerinden bir tanesidir. Çoklu-giriş çoklu-çıkış (MIMO) teknolojisiyle birleştirilmiş FBMC/OQAM (MIMO-FBMC/OQAM) sisteminin sahip olduğu benzersiz özellikler ilgili sistemin mobil iletişimdeki birçok problemi çözmesini sağlarken, alıcı tarafında hala etkili bir sembol dedektörüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma, bu gereksinimi karşılamaya odaklanmıştır. Geleneksel maksimum olasılık (ML) dedektörü ile MIMO-FBMC/OQAM alıcısında optimum sembol vektörünü elde etmek mümkündür. Ancak ilgili dedektör, bütün olası sembol kombinasyonları arasından iletilme olasılığı en yüksek sembol dizisini tespit etmek için kapsamlı arama adı verilen son derece karmaşık bir arama prosedürü kullanmaktadır. Bu çalışmada, ML dedektöründeki kapsamlı arama prosedürünü insan öğrenme algoritması (HLO) tabanlı sembol optimizasyon mekanizması ile değiştirerek performans ve karmaşıklık bakımından daha dengeli bir sembol algılama stratejisi geliştirdik. Bu sayede, geleneksel ML yönteminin araştırma maliyetini düşük seviyelerde tutarak optimum sembol algılama performansına yaklaşmak mümkün hale gelmiştir. Geliştirilmesinin ardından, HLO-ML stratejisini MIMO-FBMC/OQAM sistemindeki bit hata oranı (BER) başarımlarını bakımından çeşitli anten konfigürasyonları için teste tabi tuttuk. Simülasyon sonuçları ile de desteklendiği üzere, önerilen HLO-ML dedektörü, önemli ölçüde daha düşük arama maliyeti ile klasik ML yöntemine oldukça yakın BER sonuçları elde edebilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sembol algılama, insan öğrenme optimizasyonu, FBMC/OQAM, maksimum olasılık, MIMO.

1. INTRODUCTION

Over the last years, filter bank multicarrier/offset quadrature amplitude modulation (FBMC/OQAM) scheme (Farhang-Boroujeny, 2014; Nissel et al., 2017b) has attracted a great attention by the researchers due to its advanced features making it easier to cope with various challenges encountered in mobile communication. By virtue of having a significant potential, FBMC/OQAM has been considered as one of the waveform candidates to be employed in future wireless systems (Zhang et al., 2016). The current potential of the FBMC/OQAM can be increased even further by using multiantenna technology called multi-input multi-output (MIMO) (Nissel et al., 2017a; Zakaria & Le Ruyet, 2010). The usage of MIMO technology at the transceiver of FBMC/OQAM allows it to be less susceptible to disruptive effects of the fading channel. Moreover, it becomes possible to transmit the information data at higher rates.

Nevertheless, the coherent acquisition of the information data with minimum error depends on the employment of a powerful symbol detector in the receiver side of the MIMO-FBMC/OQAM system. It is possible to detect the symbol vectors flawlessly by employing the maximum likelihood (ML) detector (Zhu & Murch, 2002). However, the implementation of exhaustive searching process, in which all of the possible symbol combinations having the probability of being transmitted are tested for finding the optimal one with minimum Euclidean distance to the received signal, makes the complexity of ML the highest one among those of the existing symbol detection strategies. In contrast to ML detector, the symbol vectors can be detected with fairly smaller computational cost by using a quite simple and easy to implement symbol detection method named zero forcing (ZF) (Spencer et al., 2004). But this time, we will

have to settle for the poor symbol detection performance, which is the major drawback of the ZF detector.

Considering the necessity of a symbol detection method with high-performance yet low-complexity for the MIMO-FBMC/OQAM system, we have developed a human learning optimization (HLO)-based ML strategy. In this new symbol detection scheme, an optimization process based on HLO algorithm (Wang et al., 2015) is carried out on the symbol vectors instead of testing every potential symbol arrangement within the searching space to find the optimum one. Therefore, it becomes possible with the proposed HLO-ML strategy to converge the optimum solution with considerably lower searching cost in comparison to the classical ML method. The symbol detection performance of the HLO-ML in the MIMO-FBMC/OQAM was evaluated by being compared to those of ML, ZF and another heuristic-based approach called DisABC-ML, in which the sequences of QAM symbols are optimized by the discrete artificial bee colony (DisABC) algorithm (Cheng et al., 2018).

In the literature, one can come across some works addressing the symbol detection using metaheuristic approaches in different transmission technologies: In (Li et al., 2016), the symbol vectors at the massive MIMO receiver are optimized by the ABC algorithm whose initial solutions are taken from the output of linear symbol detector. In (Seyman, 2022), after reducing the excessive complexity of ML via the back-tracking search algorithm (BSA), the resulting low-complexity symbol detector was applied to the non-orthogonal multiple access (NOMA) system with MIMO antenna structure. In (Khan et al., 2008), binary and original particle swarm optimization (PSO) variants were used to develop several modified ML detectors with low complexities for MIMO communication systems. In (Seyman & Taşpınar, 2013), the authors benefited from the differential evolution (DE) algorithm for the optimization of symbol vectors in the MIMO-OFDM receiver. In (Mandloi & Bhatia, 2016), the ant colony optimization (ACO) and PSO algorithms were hybridized. After that, the resulted hybrid algorithm was employed for symbol detection in large MIMO systems.

The paper contributions can be summarized as follows:

- 1) Human learning optimization algorithm has been utilized first-time for the symbol detection problem in the telecommunication field.
- 2) A modern symbol detection scheme called HLO-ML has been created by integrating the HLO algorithm to the conventional ML strategy.
- 3) After the implementation of HLO-based symbol optimization, there has been a considerable mitigation in the search complexity of the traditional ML scheme.
- 4) HLO-ML strategy outperforms both the DisABC-ML and ZF detectors in point of bit error rate (BER) achievement in the MIMO-FBMC/OQAM system.

2. THE WORKING PRINCIPLE OF MIMO-FBMC/OQAM TRANSMISSION TECHNOLOGY

This section simply explains the signal transmission and reception procedure belonging to the MIMO-FBMC/OQAM system (Zakaria & Le Ruyet, 2010). In the case that the real-valued $\sigma_{k,l}$ symbol is sent by employing only one antenna, the demodulated signal at the FBMC/OQAM receiver becomes as follows:

$$y_{k,l} \approx h_{k,l} \cdot (\sigma_{k,l} + j \cdot \xi_{k,l}) + \omega_{k,l} \quad (1)$$

where $h_{k,l}$, $\xi_{k,l}$ and $\omega_{k,l}$ denote the channel coefficients, intrinsic interference and noise, respectively. If we use N_R receive and N_T transmit antennas in the FBMC/OQAM system for MIMO transmission, we can define the demodulated signal in the following manner:

$$y_{k,l}^{(j)} = \sum_{i=1}^{N_T} h_{k,l}^{(ji)} \cdot (\sigma_{k,l}^{(i)} + j \cdot \xi_{k,l}^{(i)}) + \omega_{k,l}^{(j)} \quad (2)$$

where the indices of receive and transmit antennas are signified by j and i , respectively. Expressing the (2) in the form of matrix is feasible as indicated below:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} y_{k,l}^{(1)} \\ \vdots \\ y_{k,l}^{(N_R)} \end{bmatrix}}_{\mathbf{y}_{k,l}} = \underbrace{\begin{bmatrix} h_{k,l}^{(11)} & \cdots & h_{k,l}^{(1N_T)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{k,l}^{(N_R1)} & \cdots & h_{k,l}^{(N_R N_T)} \end{bmatrix}}_{\mathbf{H}_{k,l}} \underbrace{\begin{bmatrix} \sigma_{k,l}^{(1)} + j \cdot \xi_{k,l}^{(1)} \\ \vdots \\ \sigma_{k,l}^{(N_T)} + j \cdot \xi_{k,l}^{(N_T)} \end{bmatrix}}_{\boldsymbol{\sigma}_{k,l} + j \cdot \boldsymbol{\xi}_{k,l}} + \underbrace{\begin{bmatrix} \omega_{k,l}^{(1)} \\ \vdots \\ \omega_{k,l}^{(N_R)} \end{bmatrix}}_{\boldsymbol{\omega}_{k,l}} \quad (3)$$

$$\mathbf{y}_{k,l} = \mathbf{H}_{k,l} \cdot (\boldsymbol{\sigma}_{k,l} + j \cdot \boldsymbol{\xi}_{k,l}) + \boldsymbol{\omega}_{k,l} \quad (4)$$

where the $N_R \times N_T$ -sized $\mathbf{H}_{k,l}$ matrix represents the channel coefficients.

3. DEFINITION OF THE PROBLEM

3.1. FBMC/OQAM Scheme with Matrix Notation

It is possible to make the symbol detection problem simpler and more understandable by expressing the FBMC/OQAM in matrix format (Nissel et al., 2017a). The following transmit matrix $\mathbf{T} \in \mathbb{R}^{D \times KL}$ represents the prototype filter in its matrix-based notation:

$$\mathbf{T} = [\mathbf{t}_{1,1} \ \mathbf{t}_{2,1} \ \cdots \ \mathbf{t}_{K,1} \ \mathbf{t}_{1,2} \ \cdots \ \mathbf{t}_{K,L}] \quad (5)$$

where the transmit vectors denoted by $\mathbf{t}_{k,l} \in \mathbb{R}^{D \times 1}$, each of which contains D time samples, constitute the transmit matrix $\mathbf{T} \in \mathbb{R}^{D \times KL}$. Note that K and L correspond to the total number of subcarriers and symbols, respectively. The real valued symbols can also be defined in matrix format as shown below:

$$\boldsymbol{\sigma} = \text{vec} \left\{ \begin{bmatrix} \sigma_{1,1} & \cdots & \sigma_{1,L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{K,1} & \cdots & \sigma_{K,L} \end{bmatrix} \right\} = [\sigma_{1,1} \ \sigma_{2,1} \ \cdots \ \sigma_{K,1} \ \sigma_{1,2} \ \cdots \ \sigma_{K,L}]^T \quad (6)$$

In order to acquire the transmission signal $\mathbf{s} \in \mathbb{R}^{D \times 1}$, the symbol vector $\boldsymbol{\sigma} \in \mathbb{R}^{KL \times 1}$ is multiplied by the transmit matrix $\mathbf{T} \in \mathbb{R}^{D \times KL}$ in the following way:

$$\mathbf{s} = \mathbf{T}\boldsymbol{\sigma} \quad (7)$$

In the case that the multipath channel is represented by $\mathbf{H} \in \mathbb{R}^{D \times D}$ convolution matrix, the incoming signal $\mathbf{r} \in \mathbb{R}^{D \times 1}$ at the receiver side is defined as follows:

$$\mathbf{r} = \mathbf{H}\mathbf{s} + \boldsymbol{\omega} = \mathbf{H}\mathbf{T}\boldsymbol{\sigma} + \boldsymbol{\omega} \quad (8)$$

where $\boldsymbol{\omega}$ indicates the Gaussian noise. Finally, the received symbols are achieved through the use of following formula:

$$\mathbf{y} = \mathbf{T}^H \mathbf{r} = \mathbf{T}^H \mathbf{H} \mathbf{T} \boldsymbol{\sigma} + \mathbf{T}^H \boldsymbol{\omega} \quad (9)$$

3.2. The Usage of Block-Frequency-Spreading in FBMC/OQAM System

The strategy of block-frequency-spreading proposed for FBMC/OQAM in (Nissel et al., 2017a) enables the direct implementation of all MIMO detection techniques in MIMO-FBMC/OQAM scheme by eliminating its orthogonality constraint. For this reason, we used the block-frequency-spreading technique in this study. According to this approach, a precoding matrix specified by $\mathbf{Z} \in \mathbb{C}^{KL \times \frac{KL}{2}}$ is used to spread the QAM symbol vector $\mathbf{x} \in \mathbb{C}^{\frac{KL}{2} \times 1}$. The spreading operation of the related symbol vector leads to the generation of real valued symbols $\boldsymbol{\sigma} \in \mathbb{R}^{KL \times 1}$ as follows:

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{Z} \mathbf{x} \quad (10)$$

The received symbols are subjected to the de-spreading operation by using the Hermitian transpose of the precoding matrix in the following manner:

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{Z}^H \mathbf{y} \quad (11)$$

It is possible to expand (11) as shown below:

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{Z}^H \mathbf{T}^H \mathbf{H} \mathbf{T} \mathbf{Z} \mathbf{x} + \mathbf{Z}^H \mathbf{T}^H \boldsymbol{\omega} \quad (12)$$

3.3. Symbol Detection Formulation

In case of transmitting the QAM symbols existing in the symbol matrix $\mathbf{x} \in \mathbb{C}^{\frac{KL}{2} \times 1}$ by using $N_T \times N_R$ MIMO structure, each component of the related matrix transforms into a symbol vector with the length of N_T , which is expressed as $x_{k,l} = [x_{k,l}^{(1)}, x_{k,l}^{(2)}, \dots, x_{k,l}^{(N_T)}]^T$. Similarly, the symbol vector received by N_R antennas at the MIMO-FBMC/OQAM receiver is defined as $\hat{y}_{k,l} = [\hat{y}_{k,l}^{(1)}, \hat{y}_{k,l}^{(2)}, \dots, \hat{y}_{k,l}^{(N_R)}]^T$. Note that the value of QAM modulation order, which is denoted by Q in this paper, determines how many complex values can be taken by each QAM symbol existing in the sequence of $x_{k,l}$. According to this, since each component of $x_{k,l}$ has the possibility of taking Q different values, the number of alternative symbol sequences likely to be generated at the transmitter will be equal to Q^{N_T} . The traditional ML detector uses the following equation to search for the optimal one having the highest probability of being transmitted among these Q^{N_T} alternatives:

$$x_{k,l}^* = \arg \min_{x_{k,l}} \left\{ \left\| \hat{y}_{k,l} - \hat{H}_{k,l} \cdot x_{k,l} \right\|^2 \right\} \quad (13)$$

In the ML strategy, Q^{N_T} different $x_{k,l}$ sequences are multiplied by the estimated channel coefficients one by one. The resulted vectors are then subtracted from the received symbol vector $\hat{y}_{k,l}$ to calculate their Euclidean distances. Finally, the $x_{k,l}$ sequence giving the minimal Euclidean distance is detected as the optimal symbol sequence. The estimated channel coefficients can be defined as follows (Wang et al., 2007):

$$\hat{H}_{k,l} = H_{k,l} + \lambda \cdot \Omega \quad (14)$$

where Ω and λ are the complex Gaussian variable and the rate of estimation error, respectively.

4. HUMAN LEARNING OPTIMIZATION-BASED ML PROCEDURE

HLO algorithm is originally designed for binary optimization problems (Wang et al., 2015).

Due to the fact that the $x_{k,l} = [x_{k,l}^{(1)}, x_{k,l}^{(2)}, \dots, x_{k,l}^{(N_T)}]^T$ symbol sequences are composed of QAM symbols with complex values, we cannot apply the HLO algorithm straightforwardly to the ML detector to optimize these complex-valued symbol sequences. For this reason, we use the binary forms of the $x_{k,l}$ sequences to make the problem of symbol optimization suitable to be solved by HLO algorithm in binary search space, directly. In the HLO-ML procedure, the complex sequences of QAM symbols and their corresponding binary forms are represented by the individuals belonging to the human population as expressed in the (15) and (16), respectively:

$$x_g^{(i)} = [x_g^{(1)}, x_g^{(2)}, \dots, x_g^{(N_T)}] \quad , \quad g = 1, 2, \dots, G \quad (15)$$

$$b_g^{(j)} = [b_g^{(1)}, b_g^{(2)}, \dots, b_g^{(m \cdot N_T)}] \quad , \quad g = 1, 2, \dots, G \quad (16)$$

where the length of binary vector $b_g^{(j)}$ becomes equal to $m \cdot N_T$ since each complex QAM symbol in the vector $x_g^{(i)}$ corresponds to $\log_2^Q = m$ digit binary number. In the above equations, g signifies the human index while the total number of humans is specified by G . An elaborate explanation of the HLO-ML scheme is given below in a step-by-step format:

Step 1: G number of random symbol sequences are produced in binary forms to compose the initial human population.

Step 2: Fitness values of the initial $b_g^{(j)}$ solutions are calculated by using their complex-valued equivalents $x_g^{(i)}$ as follows:

$$f_g = \text{fit}(x_g^{(i)}) = \left\| \hat{y}_{k,l} - \hat{H}_{k,l} \cdot x_g^{(i)} \right\|^2 \quad , \quad g = 1, 2, \dots, G ; \quad i = 1, 2, \dots, N_T \quad (17)$$

where f_g is the fitness value of the g th individual.

Step 3: For each member of the human population, the following individual best vector is defined to store the personal best solution of the relevant member:

$$ib_g^{(j)} = [ib_g^{(1)}, ib_g^{(2)}, \dots, ib_g^{(m \cdot N_T)}] \quad , \quad g = 1, 2, \dots, G \quad (18)$$

At the initial phase, the randomly generated first solutions are saved directly to their individual best vectors.

Step 4: The current best solution with the highest fitness quality among the individual best vectors is saved to the social best vector, which is defined as follows:

$$sb^{(j)} = [sb^{(1)}, sb^{(2)}, \dots, sb^{(m \cdot N_T)}] \quad (19)$$

Step 5: Each individual in the human population is subjected to the following operations for the solution update. When updating the solutions, pr and pi parameters, which are determined to be $pr < pi$ in the range $[0, 1]$ before the optimization process, are utilized. In the HLO-ML strategy, while $(1 - pi)$ specifies the social learning rate, $(pi - pr)$ and pr determine the individual and random learning rates, respectively.

5.1. A random number named $rand$ is produced in the range $[0, 1]$.

5.2. if $0 \leq rand < pr$

- The first dimension of the g th solution $b_g^{(j)}$ is determined to be either 0 or 1 with a 50% probability.

5.3. if $pr \leq rand < pi$

- The first dimension of $b_g^{(j)}$ is made equal with the first dimension of the individual best vector $ib_g^{(j)}$ belonging to the relevant g th member currently being subjected to the solution update.

5.4. if $pi \leq rand < 1$

- The first dimension of the $b_g^{(j)}$ is determined to be equal with the first dimension of the social best vector $sb^{(j)}$.

5.5. The operations from 5.1 to 5.4 are repeated for the remaining dimensions of the relevant individual $b_g^{(j)}$ to fulfill its solution update.

Step 6: After updating all solutions in Step 5, the fitness values of the updated solutions are calculated by using the (17).

Step 7: Subsequently, the individual best and social best vectors are updated with respect to the latest fitness values calculated in Step 6.

Step 8: The operations from Step 5 to Step 7 are repeated for I_{\max} number of iterations determined as stopping criteria for the HLO-ML scheme.

Step 9: When the stopping criteria is met, the social best vector is determined as the optimal symbol vector in binary format.

5. SIMULATION RESULTS

In this section, we evaluate the effectiveness of the suggested HLO-ML strategy and the other considered detecting approaches in acquiring the sequences of QAM symbols in MIMO-FBMC/OQAM scheme. For that purpose, both the convergence and bit error rate performances of these methods are compared for 4×4 and 7×7 MIMO configurations. Table 1 presents the system parameters specified for the simulations.

In Table 2, an examination is conducted on the ML variants regarding their search complexities. As clearly defined in the Table 2, the overall count of fitness computations reached by the DisABC-ML and HLO-ML when the optimization process is completed directly gives their search complexities while the search complexity of traditional ML depends on how many Euclidean calculations are implemented during its exhaustive searching for the optimum symbol sequence with the highest prospect of being sent. In order to make comparison on equal terms, the search complexity quantities of the HLO-ML and DisABC-ML are equalized for each MIMO configuration. Apart from this, for the reason that the search space expands further in connection with the antenna increment, compared to the 4×4 antenna configuration, we need larger population sizes and higher number of searches for 7×7 antenna configuration. As can be seen from the Table 2, the proposed HLO-ML strategy can achieve better BER levels in comparison to the DisABC-ML scheme for both 4×4 and 7×7 MIMO structures under equal conditions. Table 3 shows the remaining parameter values of the advanced ML schemes based on metaheuristic algorithms.

Table 1. System parameters.

Parameters	Symbols	Values
Type of filter	-	PHYDYAS
Number of FBMC symbols	L	30
Modulation order for QAM	Q	4
Frequency spacing of the subcarriers	-	15 KHz
Overlap factor	-	4
Antenna structures	$N_T \times N_R$	4×4, 7×7
Frequency of the carrier	-	2.5 GHz
Model of fading channel	-	Extended Typical Urban (ETU)
Subcarrier number	K	64
The rate of estimation error	λ	40%

Table 2. Search complexity analysis for the ML and its modified versions.

Symbol Detection Procedures		4×4	7×7
DisABC-ML	Colony Size	$C_{\text{size}} = 16$	$C_{\text{size}} = 20$
	Maximum Loop Number	$N_{\text{loop}} = 15$	$N_{\text{loop}} = 70$
	Search Complexity	$SC = C_{\text{size}} \cdot N_{\text{loop}} = 240$	$SC = C_{\text{size}} \cdot N_{\text{loop}} = 1400$
	BER for 12 dB SNR	0.02934	0.01322
HLO-ML	Number of Humans	$G = 16$	$G = 20$
	Maximum Iteration Number	$I_{\text{max}} = 15$	$I_{\text{max}} = 70$
	Search Complexity	$SC = G \cdot I_{\text{max}} = 240$	$SC = G \cdot I_{\text{max}} = 1400$
	BER for 12 dB SNR	0.01767	0.005067
ML	Search Complexity	$SC = Q^{N_T} = 4^4 = 256$	$SC = Q^{N_T} = 4^7 = 16384$
	BER for 12 dB SNR	0.006471	0.001756

Table 3. The values of optimization parameters determined for simulating the metaheuristic-based ML strategies.

Strategies	Parameters	Symbols	Values
DisABC-ML	Trial Limit	-	30
HLO-ML	Control Parameter for Random Learning	pr	0.25
	Control Parameter for Individual and Social Learnings	pi	0.9

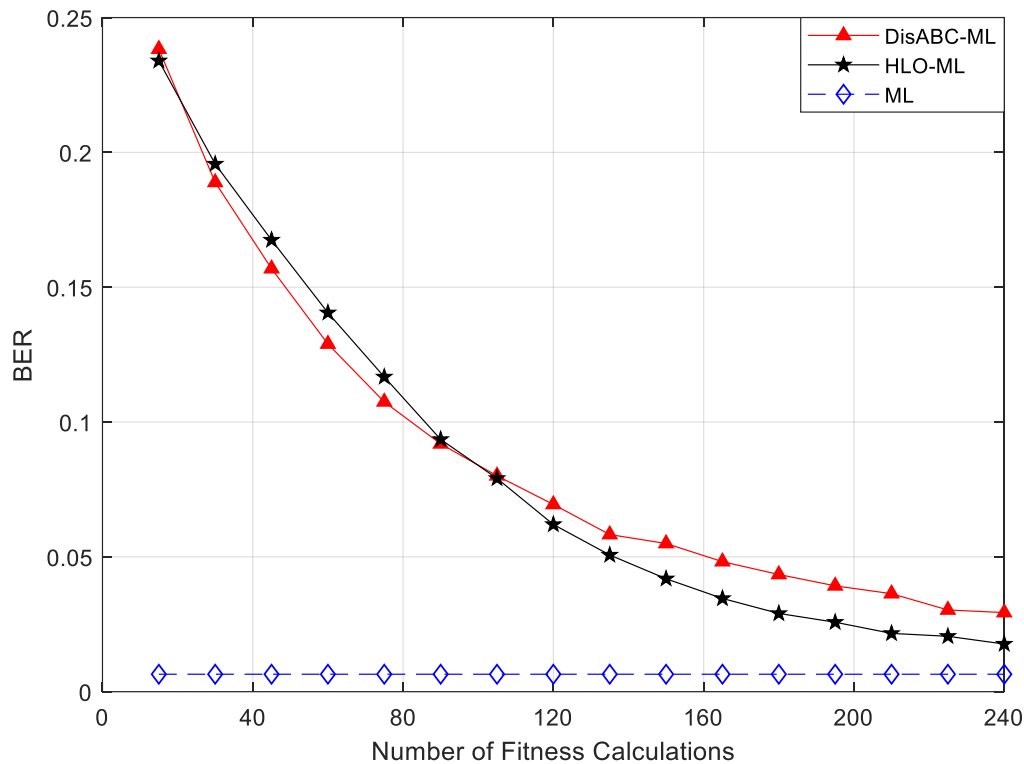


Figure 1. Convergence analysis for 4×4 MIMO structure.

In Figure 1, one can see the convergence behaviors of the HLO-ML and DisABC-ML strategies when we use 4×4 antenna structure for signal transmission in MIMO-FBMC/OQAM system. When acquiring the convergence curves of the considered strategies, the signal-to-noise ratio (SNR) value of the related system is kept constant at 12 dB. As evidently seen from the Figure 1, the suggested HLO-ML procedure shows better convergence performance compared to the DisABC-ML scheme. It manages to reach significantly lower BER level at the end of the given period while DisABC-ML cannot close the gap after falling behind at the 100th fitness evaluation.

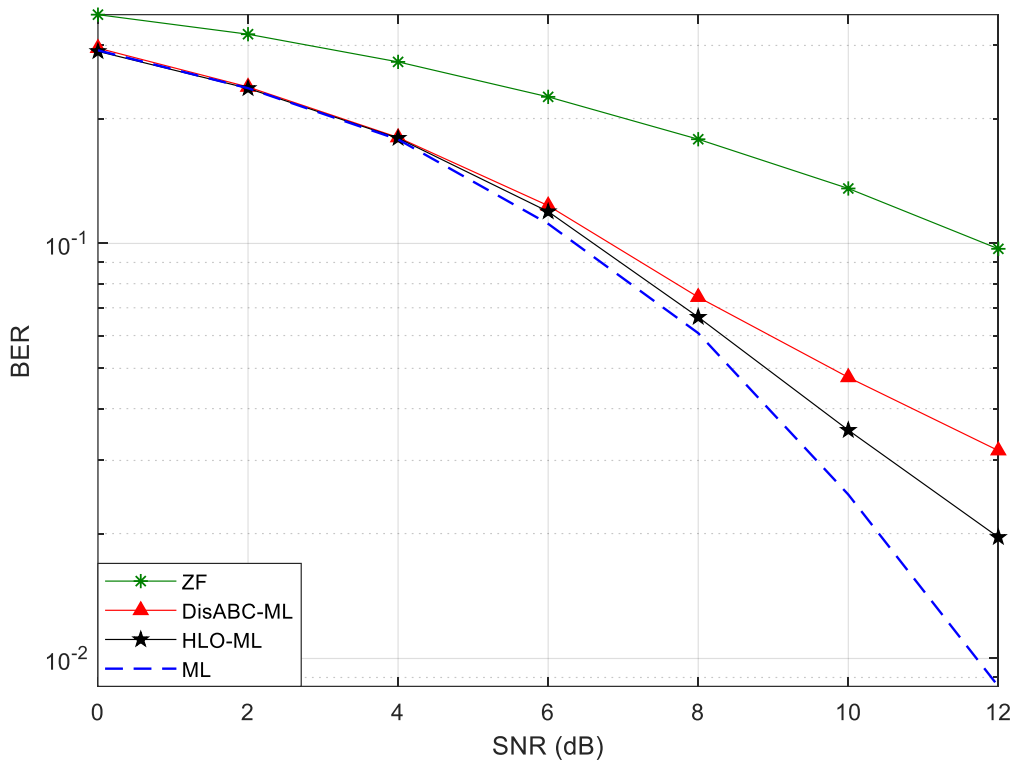


Figure 2. BER analysis for 4×4 antenna configuration.

In Figure 2, the BER curves of both the classical and metaheuristic-based modern symbol detectors are acquired to analyze the proposed HLO-ML scheme in point of another performance criterion for the same antenna configuration. As can be seen from the related BER graph obtained for 4×4 MIMO structure, HLO-ML manages to achieve the BER levels that are nearest to the optimum ones acquired via the conventional ML scheme using the high-cost exhaustive search procedure. Even though the other metaheuristic approach named DisABC-ML makes a huge difference to the classical ZF detector in terms of BER achievement, the efficiency of HLO-based symbol optimization makes the proposed strategy to reach much better BER levels compared to its modern competitor.

The convergence curves given in Figure 3 is obtained after increasing the MIMO structure from 4×4 to 7×7. If we compare the Figure 3 with the Figure 1, we can clearly see how the expansion of search space caused by the relevant antenna augmentation requires the considered strategies to do more research by executing higher number of fitness computations. Apart from this, the proposed HLO-ML scheme successfully converges the optimum BER level in 1400 number of fitness calculations. It leaves behind the DisABC-ML just after 292 fitness calculations and goes on its convergence up to the end of given period while the convergence speed of DisABC-ML becomes so slow after a certain point that it cannot sufficiently approach the optimum solution even after 1400 fitness evaluations.

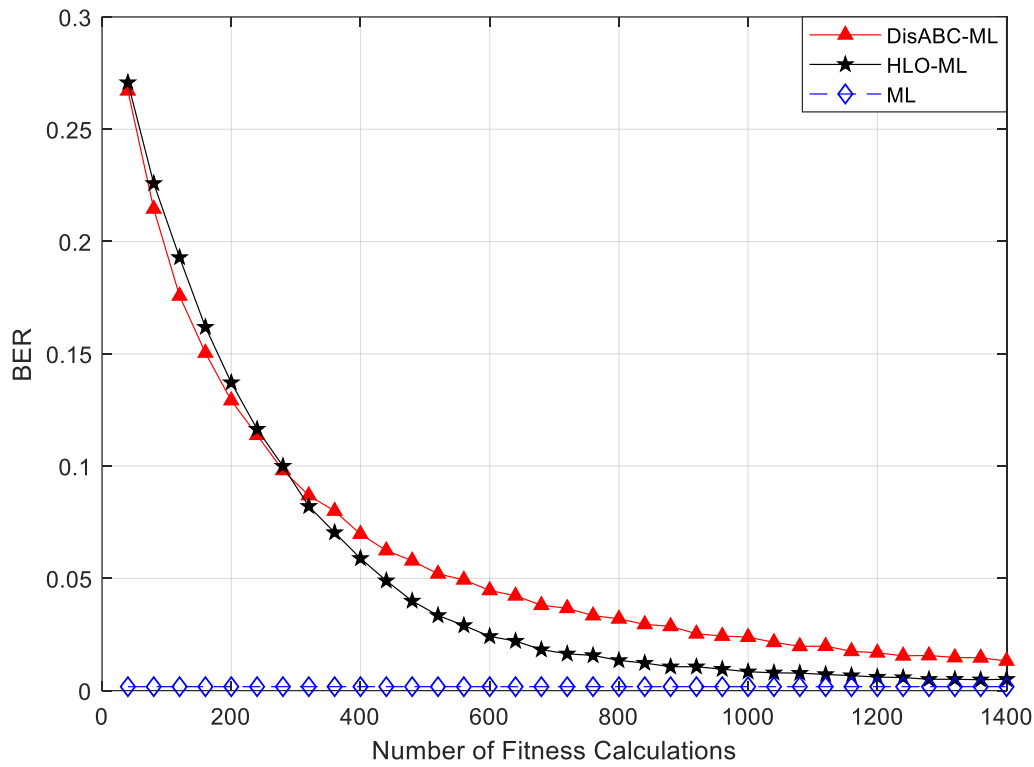


Figure 3. Convergence analysis for 7×7 MIMO structure.

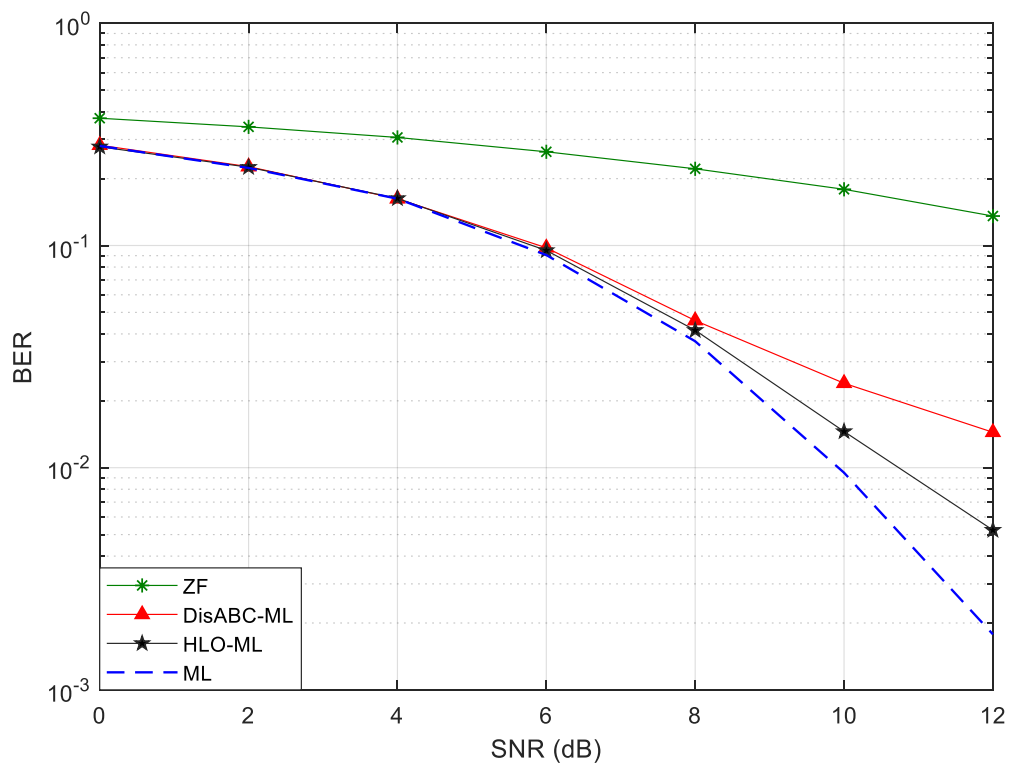


Figure 4. BER analysis for 7×7 antenna configuration.

In order to investigate how the symbol detectors' BER performances are affected by the antenna increment, their BER curves are also obtained for 7×7 MIMO configuration in Figure 4. As can be realized by comparing the Figure 4 and Figure 2, expanding the antenna structure from 4×4 to 7×7 enables each ML-type symbol detector to reach better BER levels while the ZF is affected negatively by the related antenna increment due to being a sort of linear symbol detectors. Aside from this, the suggested HLO-ML procedure manages to keep its lead over both the ZF and DisABC-ML detectors by achieving the nearest BER results to those of conventional ML for 7×7 antenna configuration too.

6. CONCLUSION

This paper introduces a novel symbol detection approach named HLO-ML for MIMO-FBMC/OQAM system. In this new approach, HLO algorithm is incorporated to the classical ML method for performing the symbol optimization process rather than using the traditional high-complex and impractical searching procedure called exhaustive search. After the development of HLO-ML strategy, an experimental analysis is carried out by testing its symbol detection performance in MIMO-FBMC/OQAM scheme via the simulations performed for 4×4 and 7×7 antenna configurations. As it is clearly demonstrated by the experimental results, the proposed strategy can reach a significant symbol detection performance. Being capable of approaching the near-ML performance without causing too much searching complexity makes the HLO-ML a serious candidate detector to be practically used at the MIMO-FBMC/OQAM receiver.

5. REFERENCES

- Cheng, X., Liu, D., Feng, S., Pan, Q., & Fang, H. (2018). PTS based on DisABC algorithm for PAPR reduction in OFDM systems. *Electronics Letters*, 54(6), 397–398.
- Farhang-Boroujeny, B. (2014). Filter bank multicarrier modulation: A waveform candidate for 5G and beyond. *Advances in Electrical Engineering*, 2014, 1–25.
- Khan, A. A., Bashir, S., Naeem, M., Shah, S. I., & Li, X. (2008). Symbol detection in spatial multiplexing system using particle swarm optimization meta-heuristics. *International Journal of Communication Systems*, 21(12), 1239–1257.
- Li, L., Meng, W., & Ju, S. (2016). A novel artificial bee colony detection algorithm for massive MIMO system. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 16(17), 3139–3152.
- Mandloi, M., & Bhatia, V. (2016). A low-complexity hybrid algorithm based on particle swarm and ant colony optimization for large-MIMO detection. *Expert Systems with Applications*, 50, 66–74.
- Nissel, R., Blumenstein, J., & Rupp, M. (2017a, July 3-6). *Block frequency spreading: A method for low-complexity MIMO in FBMC-OQAM* [Conference presentation]. IEEE 18th International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), Sapporo, Japan.
- Nissel, R., Schwarz, S., & Rupp, M. (2017b). Filter bank multicarrier modulation schemes for future mobile communications. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 34(10), 1768–1782.
- Seyman, M. N. (2022). Symbol detection based on back tracking search algorithm in MIMO-NOMA systems. *Computer Systems Science & Engineering*, 40(2), 795–804.

- Seyman, M. N., & Taşpınar, N. (2013). Symbol detection using the differential evolution algorithm in MIMO-OFDM systems. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 21(2), 373–380.
- Spencer, Q. H., Swindlehurst, A. L., & Haardt, M. (2004). Zero-forcing methods for downlink spatial multiplexing in multiuser MIMO channels. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 52(2), 461–471.
- Wang, C., Au, E. K. S., Murch, R. D., Mow, W. H., Cheng, R. S., & Lau, V. (2007). On the performance of the MIMO zero-forcing receiver in the presence of channel estimation error. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 6(3), 805–810.
- Wang, L., Yang, R., Ni, H., Ye, W., Fei, M., & Pardalos, P. M. (2015). A human learning optimization algorithm and its application to multi-dimensional knapsack problems. *Applied Soft Computing*, 34, 736–743.
- Zakaria, R., & Le Ruyet, D. (2010, September 26-30). *On maximum likelihood MIMO detection in QAM-FBMC systems* [Conference presentation]. 21st Annual IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, Istanbul, Turkey.
- Zhang, X., Chen, L., Qiu, J., & Abdoli, J. (2016). On the waveform for 5G. *IEEE Communications Magazine*, 54(11), 74–80.
- Zhu, X., & Murch, R. D. (2002). Performance analysis of maximum likelihood detection in a MIMO antenna system. *IEEE Transactions on Communications*, 50(2), 187–191.

RESEARCH ON INDIRECT CARBON EMISSIONS OF BATTERY ELECTRIC VEHICLES IN TURKEY**TÜRKİYE'DE TAM ELEKTRİKLİ ARAÇLARIN DOLAYLI KARBON EMİSYONLARININ ARAŞTIRILMASI****Sait Behlül BOZTEPE, Abdullah DEMİR****Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Makine Mühendisliği,****0009-0007-9304-6030****Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, Otomotiv Anabilim Dalı, 0000-0003-4042-7626****Özet**

Hem küresel hem de ulusal çapta etkilerini gün geçtikçe daha da ağır bir biçimde hissettiren iklim değişikliği, gezegenimizin karşı karşıya olduğu en büyük çevresel sorunlardan biridir. Küresel iklim değişikliğinin temel nedeni, sera gazlarından kaynaklanan sera etkisidir ve bu gazlar arasında karbon dioksit (CO₂) önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle elektrik üretiminde fosil yakıtların kullanımı, karbon dioksitin ana kaynaklarından biridir. Tam elektrikli araçlar kullanım esnasında doğrudan karbon emisyonu oluşturmamaktadır. Fakat ihtiyaç duydukları elektriği üretmek için kullanılan kaynaklar sebebiyle dolaylı emisyonlara sebep olmaktadır. Bu dolaylı emisyonların hesaplanması bölgelerin enerji üretim kaynaklarına göre farklılıklar göstermektedir. Kömür, içeriğinde bulunan yüksek karbondan dolayı fosil yakıtlar arasında en fazla karbon salınımına sebep olan yakıttır. Düşük karbon emisyonuna sahip olmalarıyla bilinen yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara kıyasla çok daha az emisyonla sebep olmaktadır. Bu sebeple, elektrikli araçların dolaylı karbon emisyonlarını azaltabilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin artırılması gerekmektedir. Tam elektrikli araçlarla konvansiyonel içten yanmalı araçların karbon emisyon miktarları kıyaslandığında, tam elektrikli araçlar emisyon azaltımında kayda değer katkılar sunmaktadır. Fakat geleneksel araçların plansız bir şekilde elektrikli araçlarla değiştirilmesi, karayolu ulaşım sektörü kaynaklı emisyonları enerji sektörüne kaydırmış olduğundan dolayı toplam emisyon değerlerinde etkili bir azalma görülemez. Bu çalışmada karayolu ulaşımında otomobil kaynaklı karbon emisyonları incelenmiş ve bu doğrultuda Türkiye'deki mevcut elektrik üretim altyapısı ve 2035 planlamalarına göre muhtemel enerji modelleme senaryoları gerçekleştirilmiştir. Bu senaryolar doğrultusunda, yerli ve milli tam elektrikli araç olan TOGG da dahil Türkiye'de en çok tercih edilen beş farklı marka ve modelde tam elektrikli aracın dolaylı karbon salınım miktarları belirlenerek ve muadili yaygın kullanılan beş konvansiyonel aracın karbon emisyonları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonunda elde edilen veriler doğrultusunda, Türkiye geneli için enerji politikaları ve araç tercihlerine yönelik tavsiyeler sunulmuştur. Ayrıca bu araştırmanın çıktıları Türkiye'nin enerji politikalarının şekillendirilmesinde ve ulaşım sektöründe yapılacak sürdürülebilirlik odaklı stratejik kararların alınmasında da etkili olacaktır.

Anahtar kelimeler: Tam elektrikli araçlar, karbon emisyonu, sürdürülebilirlik, Türkiye elektrik üretimi, TOGG

Abstract

Climate change, which is making its effects felt more and more severely both globally and nationally, is one of the biggest environmental problems facing our planet. The main cause of global climate change is the greenhouse effect caused by greenhouse gases and carbon dioxide (CO₂) has an important place among these gases. The use of fossil fuels, especially in electricity generation, is one of the main sources of carbon dioxide. Battery electric vehicles do not generate direct carbon emissions during use. However, they cause indirect emissions due to the resources used to generate the electricity they need. The calculation of these indirect emissions varies according to the energy production sources of the regions. Coal is the fuel that causes the highest carbon emissions among fossil fuels due to its high carbon content. Renewable energy sources, which are known to have low carbon emissions, cause much less emissions compared to fossil fuels. Therefore, it is necessary to increase energy production from renewable energy sources in order to reduce the indirect carbon emissions of electric vehicles. When the carbon emission amounts of battery electric vehicles and conventional internal combustion engine vehicles (conventional vehicles) are compared, battery electric vehicles make significant contributions to emission reductions. However, unplanned replacement of conventional vehicles with electric vehicles shifts the emissions from the road transportation sector to the energy sector and no effective reduction in total emission values can be seen. In this study, carbon emissions from automobiles in road transportation will be analysed. Possible energy models will be created according to the current electricity generation infrastructure in Turkey and according to the 2035 plans. Due to these scenarios, the indirect carbon emission amounts of five different brands and models of the most preferred battery electric vehicles in Turkey, including TOGG, the domestic and national battery electric vehicle, will be determined and compared with the carbon emissions of five equivalent widely used conventional vehicles. In line with the data obtained at the end of these comparisons, recommendations for energy policies and vehicle preferences for Turkey are presented. In addition, the outputs of this research will be effective in shaping Turkey's energy policies and making sustainability-oriented strategic decisions in the transportation sector.

Keywords: Battery electric vehicles, carbon emissions, sustainability, electricity generation in Turkey, TOGG

PERFORMANCE COMPARISON OF FLAT PLATE AND VACUUM TUBE SOLAR COLLECTORS UNDER ERZİNCAN'S CLIMATIC CONDITIONS
ERZİNCAN İKLİM KOŞULLARINDA DÜZLEMSEL VE VAKUM TÜPLÜ GÜNEŞ KOLLEKTÖRLERİNİN PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

Sinem UZUN¹, Aslıhan KURNUÇ SEYHAN²

¹Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Makine Mühendisliği,

ORCID numarası: 0000-0002-2814-1062

²Doç. Dr., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Makine Mühendisliği,

ORCID numarası:0000-0002-7614-7303

Özet

Bu çalışmada, Erzincan şehrinde yer alan bir konutun sıcak su ihtiyacını karşılamak amacıyla güneş enerjili su ısıtma sisteminin modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Modelleme sürecinde, iki farklı güneş kollektörü kullanılmıştır: düzlemsel güneş kollektörü ve vakum tüplü güneş kollektörü. Düzlemsel güneş kollektörleri, basit yapıları ve maliyet etkinliği nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir ve düşük ila orta sıcaklık gereksinimlerini karşılamak için idealdir. Vakum tüplü güneş kollektörleri ise yüksek verimlilikleri ile öne çıkar ve genellikle daha yüksek sıcaklık gereksinimleri olan uygulamalarda kullanılır. Bu çalışmada, her iki kollektör türünün performansı karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sistemin tasarımı için gerekli olan parametreler belirlenmiş ve analizler TRNSYS simülasyon programı kullanılarak yapılmıştır. Erzincan iline ait iklim verileri, uluslararası standartlarda meteorolojik veriler sunan Meteonorm yazılımından elde edilmiştir. Bu veriler, modellemenin doğruluğunu artırmak amacıyla dikkatlice işlenmiştir. Sistem performansı, yıllık enerji verimi, sıcak su üretim kapasitesi ve ekonomik geri ödeme süresi gibi teknik göstergeler üzerinden değerlendirilmiştir. Sistemin çalışması sırasında, kullanım suyu sıcaklığı 50 °C olarak belirlenmiş ve farklı kullanım yoğunluklarına göre gün içinde çeşitli debilerde su çekimi yapılmıştır. Bu koşullar altında, iki farklı kollektör türünün sistem performansına olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin optimizasyonu ve verimliliğini artırmaya yönelik tasarım iyileştirmeleri için önemli bulgular sunmaktadır. Bu çalışma, Erzincan gibi güneş enerjisi potansiyeli yüksek bölgelerde bu tür sistemlerin uygulanabilirliğine dair değerli bilgiler sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: TRNSYS simülasyonu, güneş kollektörleri performansı, Meteonorm yazılımı.

Abstract

In this study, modeling of the solar water heating system was carried out in order to meet the hot water needs of a residence in Erzincan province. In the modeling process, two different types of solar collectors were used: flat plate solar collector and vacuum tube solar collector. Flat plate solar collectors are widely preferred due to their simple structure and cost-effectiveness and are ideal for meeting low to medium temperature requirements. Vacuum tube solar collectors stand out with their high efficiency and are generally used in applications with higher temperature requirements. In this study, the performance of both collector types was

examined comparatively. The parameters required for the design of the system were determined and analyzes were carried out using the TRNSYS simulation program. Climate data for Erzincan province were obtained from Meteonorm software, which provides meteorological data at international standards. This data has been carefully processed to increase the accuracy of the modelling. System performance was evaluated through technical indicators such as annual energy efficiency, hot water production capacity and economic payback period. During the operation of the system, the domestic water temperature was determined as 50 °C and water was drawn at various flow rates during the day according to different usage intensities. Under these conditions, the effects of two different collector types on the system performance were examined. The results obtained provide important findings for design improvements to increase the optimization and efficiency of solar water heating systems. This study provides valuable information about the applicability of such systems in regions with high solar energy potential, such as Erzincan.

Keywords: TRNSYS simulation, solar collectors performance, Meteonorm software.

1. INTRODUCTION

Nowadays, energy demand has become an important global problem with the rapidly increasing population and industrialization. Limited reserves and environmental impacts of fossil fuels make turning to renewable energy sources inevitable [1-2]. In this context, solar energy stands out as a clean, sustainable and environmentally friendly energy source. The use of solar water heating systems, especially in meeting the hot water needs in residences, offers both economic and environmental advantages [3].

Türkiye is among the countries with high solar energy potential due to its geographical location, and it is of great importance to evaluate this potential [4-5]. Erzincan province is a suitable region to benefit from solar energy with its long annual sunshine period and suitable climatic conditions. In this study, the performance of two different solar water heating systems was comparatively examined in order to meet the hot water needs of a residence in Erzincan: flat plate solar collector and vacuum tube solar collector.

While flat solar collectors offer an ideal option to meet low to medium temperature requirements with their simple design, low cost and widespread use; Vacuum tube solar collectors are preferred for their high efficiency and applications requiring higher temperatures. The aim of this study is to evaluate the performance of both collector types, to determine the parameters required for system design and to determine which system is more suitable under the climatic conditions of Erzincan.

Modeling and simulations within the scope of the study were carried out using TRNSYS software. The climate data used in the simulations were obtained from Meteonorm software, which provides meteorological data at international standards. System performance was evaluated based on criteria such as annual energy efficiency, hot water production capacity and economic payback period. These findings provide important information for the design and optimization of solar water heating systems in regions with high solar energy potential, such as Erzincan.

1.1. Theoretical Framework

Solar energy is one of the renewable energy sources with the widest potential. The amount of solar energy reaching the Earth's atmosphere is many times greater than the annual global energy need. One of the systems developed to use this energy source efficiently is solar

collectors. Solar collectors are devices that convert solar energy into heat and are often used in thermal applications such as hot water production.

Basic Working Principle of Solar Collectors

Solar collectors collect sunlight and transfer it to a fluid (usually water) as heat energy [6]. The main purpose of this process is to absorb solar radiation at the highest level and transfer it to the fluid with minimum heat loss. The performance of collectors depends on many variables such as surface properties, thermophysical properties of the material used, insulation and environmental factors.

Flat Plate Solar Collectors

Flat plate solar collectors are widely used due to their simple structure and cost effectiveness. It usually consists of an absorbent surface, a transparent cover, insulation and piping components. The absorbing surface absorbs sunlight and transmits this energy as heat to the fluid passing underneath it [7]. These types of collectors are particularly suitable for low to medium temperature requirements and are widely preferred in residential hot water production.

Vacuum Tube Solar Collectors

Vacuum tube solar collectors were developed for applications with higher temperature requirements. In these systems, heat losses are minimized by creating a vacuum environment in each tube [8] and higher efficiency is achieved. Vacuum tube collectors show high performance even in conditions where solar radiation is low and therefore can be used effectively even in winter months.

Thermal Performance and Efficiency Criteria

The performance of solar collectors is generally evaluated through criteria such as efficiency, energy gain and economic payback period of the system. Efficiency indicates how efficiently the collector converts solar energy into heat energy. Energy gain is the total heat energy produced by the system per unit time. The economic payback period determines how long it takes to recover the installation costs of the system through energy savings.

The Role of Climate Data

The performance of solar water heating systems largely depends on local climatic conditions. Therefore, the accuracy of climate data used in system design is critical to the validity of simulations and analyses. Erzincan province stands out as a suitable region for solar water heating systems with its long annual sunshine duration and suitable climatic conditions. The climate data used in this study were obtained through Meteonorm software [9] and these data were taken as basis in the analysis.

2. METHOD

In this study, two different solar water heating systems (flat plate solar collector and vacuum tube solar collector) were compared in terms of performance in order to meet the hot water needs of a residence in Erzincan province.

2.1. System Design

The solar water heating systems used in the research include solar collector, hot water storage tank, piping system and auxiliary heater as primary components. Each of the flat plate and vacuum tube solar collectors was selected according to certain criteria and used in the system design. The main parameters taken into consideration during the design phase are: collector area, storage tank capacity, domestic water temperature.

2.2. Collecting Climate Data

The necessary climate data for Erzincan province was obtained using Meteonorm software. These data include important meteorological parameters such as annual sunshine duration, average temperatures and solar radiation. Climate data was integrated into TRNSYS simulation software to ensure accurate modeling of system performance. The monthly variation of global radiation and temperature for Erzincan is shown in Figure 1.

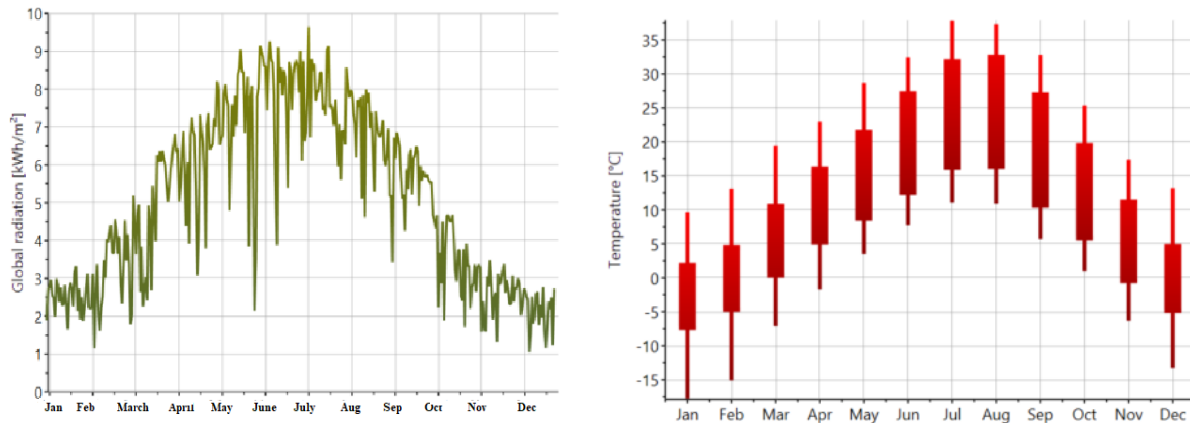


Figure 1. Global radiation and temperature change for Erzincan province

2.3. Modeling and Simulation

The performance of solar water heating systems was modeled using the TRNSYS (Transient System Simulation Tool) [10] simulation program. TRNSYS is a widely used software for modeling and simulating the dynamic behavior of thermal systems. The simulation process includes the following steps:

Creation of the simulation model: Separate models were created for flat plate and vacuum tube solar collectors.

Definition of parameters: Collector type, storage tank properties, water flow rate and climate data were determined for the simulation.

Determination of simulation conditions: Domestic water temperature was fixed at 50°C and water was drawn according to various usage intensities.

The TRNSYS design of the system modeled in the current study is shown in Figure 2 [11].

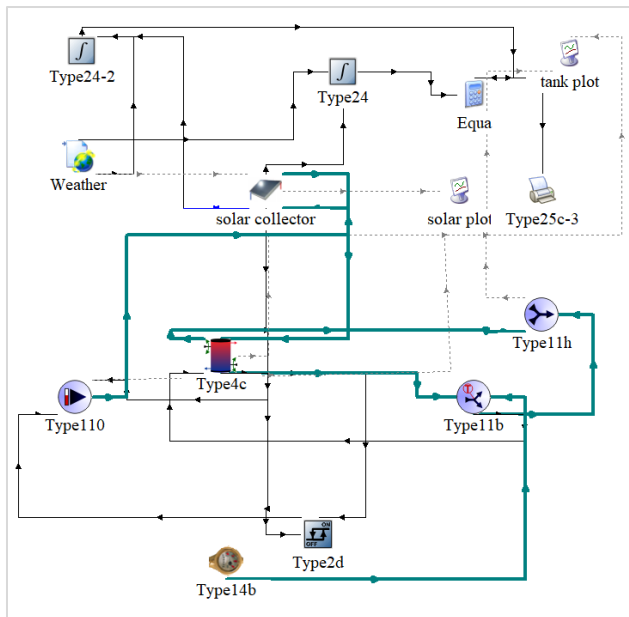
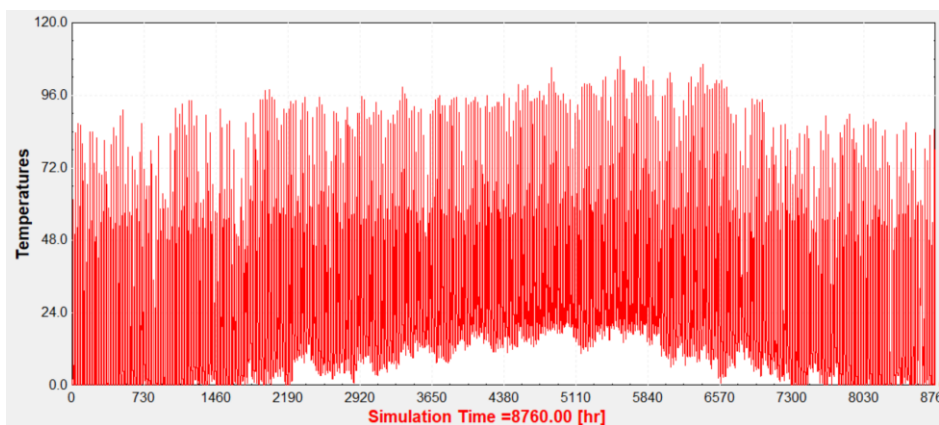


Figure 2. TRNSYS model discussed in the study

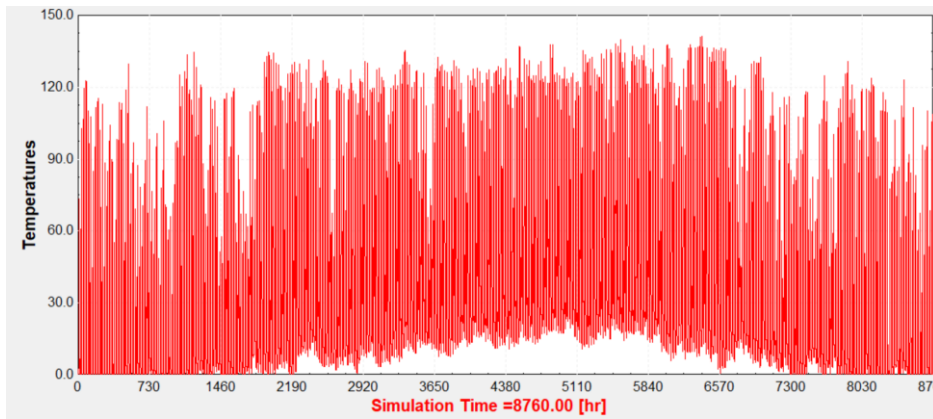
3. FINDINGS

In this study, the performances of two different solar water heating systems, the flat plate solar collector and the vacuum tube solar collector, were compared to meet the hot water needs of a residence in Erzincan. The simulation was run for 8760 hours to cover the entire year. Differential equations solved by modified Euler.

Figure 3 shows the output temperature graphs of flat plate and vacuum tube solar collectors. In the use of flat plate solar collector, the maximum output temperature of the collector in the modeled system is approximately 110 °C, while in the use of vacuum tube collector, the maximum output temperature reaches approximately 140 °C. The main reason why vacuum tube solar collectors reach higher exit temperatures than flat plate collectors is the superior thermal insulation provided by vacuum tubes. Vacuum tubes trap solar energy more efficiently and reach higher temperatures, minimizing heat loss to the environment. Additionally, vacuum tube collectors can operate effectively even in low light conditions and are efficient over a wide temperature range. In contrast, flat plate collectors are subject to greater heat loss and therefore their maximum temperature is limited to around 110°C. The high exit temperature of vacuum tube solar collectors has also been observed in studies in the literature [12].



(a)



(b)

Figure 3. Collector outlet temperature for two collector types (a) flat plate collector, (b) vacuum tube solar collector

Figure 4 shows the monthly efficiency change for two different collectors used in this study. Among the two collectors used, the average efficiency in summer is relatively higher than in other months. While the maximum efficiency of the flat plate collector was 38% in August, the highest efficiency of the vacuum tube solar collector was approximately 70% in September.

The reason why vacuum tube solar collectors reach higher efficiency in September is that these systems can work more efficiently in low light and cold weather conditions. Vacuum tubes provide high thermal insulation, minimizing heat loss even when the environmental temperature is low and converting solar energy more effectively. In flat plate collectors, heat loss is higher and efficiency is more dependent on temperature and insolation conditions, which may cause it to be limited to maximum efficiency in August.

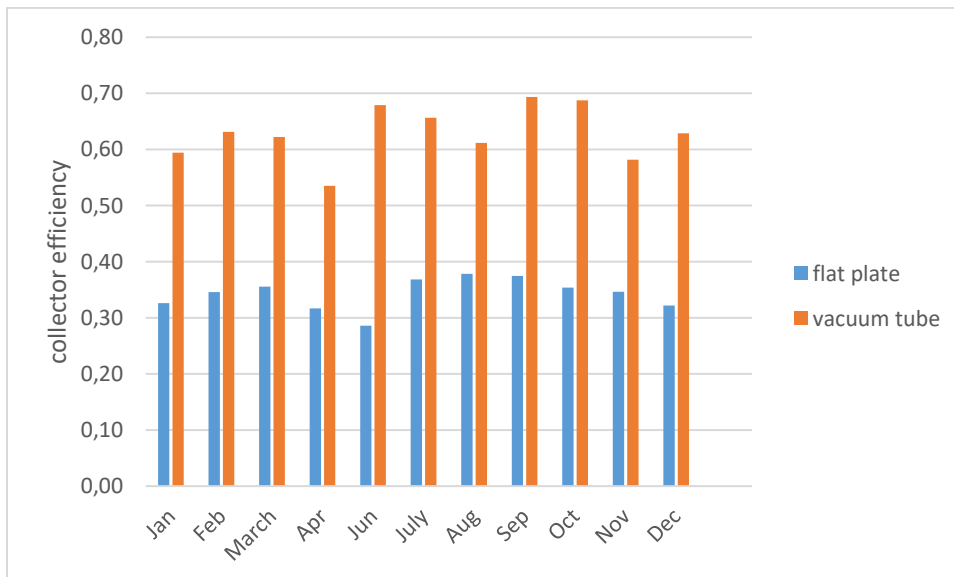


Figure 4. Variation of collector efficiencies according to months

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, the performances of a flat plate solar collector and a vacuum tube solar collector were compared to meet the hot water needs of a residence in Erzincan province. As a result of the simulations, it was determined that vacuum tube solar collectors reached higher outlet

temperatures (maximum 140°C) and efficiencies (up to 70%) compared to flat plate collectors. This difference stems from the superior thermal insulation provided by vacuum tubes and the ability to work effectively even in low light conditions. In flat plate collectors, heat loss is higher and maximum efficiency is limited to 38%.

The results show that vacuum tube collectors are more advantageous in regions with high solar energy potential but low temperatures in winter, such as Erzincan. While vacuum tube systems offer higher performance in terms of usability, especially in winter months and in low light conditions, flat plate collectors offer more cost-effective and simple design solutions.

Recommendations

Investment Planning: In regions with different climatic conditions, such as Erzincan, it may be more appropriate to choose vacuum tube collectors, especially for use in the winter months. However, flat plate collectors may be preferred for low-cost systems.

Economic Efficiency: Economic payback times for both collector types can be compared and long-term energy savings analysis can be performed.

Development Studies: It can be aimed to make flat collectors more efficient by conducting research on improvements that will reduce heat losses.

Funding

This work was supported by Erzincan Binali Yıldırım University, Scientific Research Projects Coordinating Office, Project Number: FBA-2024-1001.

5. REFERENCES

- [1] Yılmaz Denizbilen, S. (2023). Enerji Talebi ve Dünya Ekonomisi Açısından Önemi. İktisadi Araştırmalar Dergisi, 1(1), 18-23.
- [2] Yıldırım, K., & Akın, T. (2023). OECD Ülkelerinde Enerji Kaynakları ve CO2 Emisyonu arasındaki İlişkinin STIRPAT Modeli ile incelenmesi. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 18(71), 316-341.
- [3] Atakul, Ş., Kalender, M., Gezici, M., Eliçin, A. K. (2015). Güneş Tarlası Kurulumu. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 11(1), 55-60.
- [4] Taşova, M. (2018). Türkiye' nin Güneş Enerjisi Parametre Değerleri Ve Güneş enerjisinden Faydalanma Olanakları. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 7(3), 10-17.
- [5] Kan Kaynar, N. (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisinin Amasya İlindeki Potansiyeli. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 4(2), 48-54.
- [6] Kırar E., Güven C., Işıker Y. ve Aktacir M. A. (2018). Düzlemsel Tip Güneş Kollektörlerde Verim Artırıcı Uygulamalar. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 3(3): 38-42.
- [7] Külçü, R. (2020). Isparta Koşullarında Düzlemsel Su Isıtmalı Güneş Kollektörlerinde Farklı Tasarım ve Malzeme Kullanımının Enerji ve Verim Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi(20), 949-956.
- [8] Bozkurt, İ., Atız, A., Bozkurt, İ., Karakılçık, M., vd. (2014). Vakum Tüplü Kollektörlerin Güneş Havuzu Performansı Üzerine Etkisi. Adıyaman University Journal of Educational Sciences, 4(1), 1-10.
- [9] <https://meteonorm.com/en/>

[10] <https://www.trnsys.com/>

[11] Kurnu Seyhan, A., Uzun, S., & Cokun, S. (2022). Examination of flat plate collector solar hot water system for Ankara province in Türkiye with TRNSYS software. Politeknik Dergisi, 25(4), 1809-1816.

[12] Chuanhui Zhu, Xiaodong Dong, Junle Wang, Quanquan Luo, Shubin Yan, Chen Li, Zhenyu Zhu, Qian Liu, Yanrong Huang. (2024). Experimental thermal performance investigation of air-type solar collector with PCM-rod embedded in vacuum tube. Journal of Energy Storage, Volume 91, 112060.

DESIGN OF ROCKET ENGINE GEOMETRY AND ANSYS ANALYSIS FOR DIFFERENT LIQUID FUEL COMBINATIONS

Prof. Dr. İbrahim Uzun¹, Kadriye Elif Cantürk²

¹Professor, Kırıkkale University, Mechanical Engineering, 0000-0001-9725-2009

²Master Student, Kırıkkale University, Mechanical Engineering, 0000-0002-0094-7216

Özet

Roket motorları, momentum ve yüksek enerjili yakıtların kullanımı temelinde çalışır ve Newton'un Üçüncü Hareket Yasası ile uyumludur. Öncelikle üç türe ayrılırlar: sıvı yakıtlı, katı yakıtlı ve hibrit yakıtlı roketler. Ayrıca, bu motorlar itki enerji kaynaklarına göre de gruplandırılabilir: Kimyasal İtki, Nükleer Roketler, Güneş Termal İtki ve Elektrik İtki. Bu gruplar arasında, kimyasal itki motorları günümüz uzay keşifleri ve fırlatma sistemlerinde en yaygın olarak kullanılanlardır. Bu çalışmada, 20 MPa ve 100 kN çalışma koşullarında bir roket motoru yanma odası geometrisinin tasarımına odaklanılmış ve ardından ANSYS kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Üç farklı sıvı yakıt çifti seçilmiştir: Sıvı Hidrojen-Sıvı Oksijen, Rafine Petrol-1-Sıvı Oksijen ve Metan-Sıvı Oksijen. Düşük termal iletkenlik ve yüksek dayanıklılığa sahip zirkonyum (ZrO₂) iç kaplama malzemesi olarak seçilmiştir. Duvar kalınlığı 3-9 mm arasında hesaplanmasına rağmen, 10 mm olarak belirlenmiştir. Akış koşulları ve yanma odası geometrisi RPA programı kullanılarak analiz edilmiştir. Belirlenen geometrik değerler ve akış koşulları, duvar ısı akışı, sıcaklık dağılımı ve türbülans kinetik enerjisi değerlendirmesi için ANSYS'e entegre edilmiştir. Analizler, yanma odası geometrilerinin seçilen yakıt çiftleriyle uyumlu olduğunu göstermiş ve ANSYS'ten elde edilen sıcaklık değerlerinin RPA programından elde edilenlerle oldukça yakın olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Roket Motoru, ANSYS Analizi, Sıvı Yakıt Çifti

Abstract

Rocket engines function based on momentum and the use of high-energy fuels, aligning with Newton's Third Law of motion. They are primarily categorized into three types: liquid-fueled, solid-fueled, and hybrid-fueled rockets. Furthermore, these engines can be grouped according to their thrust energy sources, which include Chemical Propulsion, Nuclear Rockets, Solar Thermal Propulsion, and Electric Propulsion. Among these, chemical propulsion engines are the most prevalent in today's space exploration and launch systems. This study focused on the design of a rocket engine combustion chamber geometry under operating conditions of 20 MPa and 100 kN, followed by analyses using ANSYS. Three different liquid fuel pairs were selected: Liquid Hydrogen-Liquid Oxygen, Refined Petroleum-1-Liquid Oxygen, and Methane-Liquid Oxygen. Zirconium (ZrO₂), known for its low thermal conductivity and high strength, was chosen as the inner lining material. Although the wall thickness was calculated to be between 3-9 mm, it was set to 10 mm. The flow conditions and combustion chamber geometry were analyzed using the RPA program. The determined geometric values and flow conditions were integrated into ANSYS to evaluate wall heat flux, temperature distribution, and turbulence kinetic energy. The analyses revealed that the combustion chamber geometries were compatible with the selected fuel pairs, and the temperature values obtained from ANSYS were very close to those from the RPA program. Rocket engines function based on momentum and the use of

high-energy fuels, aligning with Newton's Third Law of motion. They are primarily categorized into three types: liquid-fueled, solid-fueled, and hybrid-fueled rockets. Furthermore, these engines can be grouped according to their thrust energy sources, which include Chemical Propulsion, Nuclear Rockets, Solar Thermal Propulsion, and Electric Propulsion. Among these, chemical propulsion engines are the most prevalent in today's space exploration and launch systems.

Keywords: Rocket Engine, ANSYS Analysis, Liquid Fuel Pair

1. INTRODUCTION

Human history is closely linked to the evolution of transportation. The domestication of horses and the invention of the wheel have played significant roles in the advancement of civilizations. In the twentieth century, motor vehicles and aircraft brought about a major transformation in transportation, while the early twenty-first century marks a new turning point with the advent of rockets. Although rockets have primarily been used for a limited number of human transport missions, they have played a critical role in launching numerous communication satellites into space (Korkmaz, S. 2019;p.5).

The historical development of rockets began in the first century AD with mathematicians like Hero of Alexandria, who conducted studies on fire engines and various machines. However, the true inventor of the rocket is considered to be Feng Jishen, who lived around 970 AD; the first rocket was created by igniting gunpowder placed in bamboo tubes. Rockets were also used for military purposes; they were employed by Kublai Khan in attacks on Japan in 1275 and spread as bombardment weapons to Spain by the Mongols in the 1300s. In the twentieth century, Sir William Congreve recognized the military potential of rockets and developed an innovative design (Kim, S.-K., et al,2014; p.70).

Among the key figures contributing to rocket technology in the twentieth century are Goddard, Oberth, Von Braun, Tsiolkovsky, and Korolev. Some of these individuals were experimental engineers, while others were mathematicians or visionaries. The rocket design process initially started with imagination and gradually transitioned to practical applications (Korkmaz, S. 2019;p.5).

The first serious technical work on liquid-fueled rockets was carried out by the Russian mathematician Konstantin Tsiolkovsky. Tsiolkovsky approached his work theoretically without engaging in experimental research. His 1903 paper titled "Investigation Space with Reaction Devices" presented the earliest examples of liquid-fueled rocket designs(Kim, S.-K., et al,2014; p.70).

Bussi and his team, analyzed the capabilities of an air-breathing turbo-rocket by examining the design of a LOX-LH2 fueled engine. They illustrated operation lines on an advanced compressor map, considering different flight conditions and typical trajectories for spacecraft. They focused on the characteristic behaviors of the rocket in both natural and controlled modes, calculating specific impulse and fuel consumption in both dry and loaded configurations under fully throttled conditions. Additionally, they demonstrated achievable performance using throat diameter variations and the maximum mass flow permitted by the compressor map.

Avampato and Saltiel, developed an analytical technique for adding initial heat to the fuel system of a liquid-fueled rocket engine and predicting mass flow rates. Their analyses revealed that heat exchange in the nozzle jacket significantly influenced flow characteristics and heat transfer. This analytical approach was applied to determine the minimum nozzle metal

temperature under various operational conditions in a 20,000 lb thrust engine. Initial metal temperatures were established for several conditions with fuel inlet pressures of 50 and 70 psi.

Guido and colleagues, employed optimal control theory to maximize the performance of a single-stage rocket using liquid oxygen (LOX)/kerosene (RP-1) and parallel liquid oxygen-liquid hydrogen engines. To simplify their study, they aimed to minimize the dry and maximum weight of the rocket necessary for the desired payload and velocity increase. Their analyses provided the optimal fixed mixture ratio for the engine and the best timing for shutting down the hydrocarbon engine. These findings confirmed that using the desired hydrocarbon engine under minimum maximum weight conditions resulted in the highest velocity increase.

Olds, stated that rocket-based combined cycle engines have the capability to operate in multiple modes. He proposed two test scenarios for the primitive version of the rocket-based combined cycle engine for scramjet applications. The first scenario involved flight tests of a small-scale rocket-based combined cycle engine module achieving speeds up to 6.4 Mach within the X-34 air-launch technology test environment. The second scenario included conducting flight tests of the rocket-based combined cycle engine while concurrently developing a new two-stage orbital vehicle with a payload capacity of 220 lb.

Ivancic and Mayer, conducted experimental and numerical research on the interaction of LOX/GH₂ mixtures in a rocket combustion chamber under high pressure. They performed hot combustion tests and numerical simulations to gain deeper insights into the mixture and combustion physics under transcritical conditions. They characterized the reactive boundary layer's time and length scales based on results from simulations and experiments. When comparing numerical and experimental outcomes, they observed that the distribution of length scales exhibited similar trends to that of the reactive boundary layer. Furthermore, they presented qualitative and quantitative data regarding various boundary conditions, including shape, velocity, and species distribution.

2. ROCKET ENGINES AND FUELS

Rocket engines can be categorized into two primary types based on their fuel: liquid and solid propellant engines. Liquid-fueled engines operate by using a specific fuel, such as kerosene, hydrogen, or methane, along with an oxidizer like liquid oxygen or nitric acid. On the other hand, solid propellant engines use a pre-mixed component that combines both fuel and oxidizer. Hybrid rocket engines aim to incorporate the strengths of both liquid and solid propellant systems. Additionally, research is being conducted into sustainable and eco-friendly fuel options. This variety of fuel types significantly influences rocket performance and their application fields. With the evolution of technology, advancements are also being made in other types of propulsion systems, including nuclear rockets, solar thermal engines, and electric rocket engines (Dönmez, S., 2016).

The operational principle of liquid-fueled rockets involves converting chemical energy into kinetic energy, which is crucial for their function. In these rockets, both fuel and oxidizer are maintained in liquid form. When the fuel combines with the oxidizer, it releases energy that heats the resulting gases to extremely high temperatures, typically between 2500 and 4000°C (Çengel, Y.A. and J.M., 2008). These gases are then accelerated through a nozzle, achieving impressive speeds ranging from 1800 to 4300 m/s. Liquid-fueled rockets can be classified into several categories based on the type of fuel used, including (Türk, S., 2016):

- Monopropellant Fuels
- Bipropellant Fuels

- Cryogenic Fuels

- Storable Fuels

3. METHOD

This thesis will focus on designing a rocket engine geometry that operates with various fuel combinations and pressure levels, while also conducting heat and flow analyses. The study will explore how changes in parameters such as combustion chamber pressure and fuel type affect the results of the heat and flow analyses. Additionally, both analytical and numerical results will be compared. The design will involve a rocket engine geometry capable of withstanding pressures ranging from 10 to 200 MPa, reaching temperatures between 2000 and 3500 K, and operating under 1 atm ambient pressure (Çengel, Y.A. and al,2008). This geometry will be determined using the RPA program. The thrust force of the rocket will vary based on the specified conditions. Once the design geometry is established, a solid (3D) model will be created using SOLIDWORKS. Subsequently, technical drawings will be generated using a designated technical drawing program, and the heat and flow analysis will be conducted using ANSYS software.

The study will begin with the design of a rocket engine nozzle, followed by heat and flow analyses under various fuel combinations and operating conditions. Material selection is crucial for rocket nozzles, which must resist high temperatures, mechanical stress, and corrosion. Preferred materials include (Manfletti,C. and al,2009):

Inconel Alloys: Known for high temperature and oxidation resistance, particularly the 600 and 625 series.

Titanium and Alloys: Lightweight yet strong, offering excellent temperature and corrosion resistance.

Hastelloy Alloys: Comprising nickel and molybdenum, suitable for high-temperature applications.

Ceramics: Such as zirconia and SiC/SiC composites, valued for their wear resistance in reusable engines.

These materials are chosen based on flight performance, cost, and durability to withstand extreme conditions while remaining lightweight.

Zirconia offers a lower density compared to many metals and certain ceramics, making it a lightweight option for rocket engine nozzles, which can improve overall performance. It also exhibits excellent chemical stability across a broad pH range, ensuring resistance to various environmental factors (Yılmaz,O.,2012; s.16).

Due to these advantages, zirconia is often chosen for high-performance rocket engine nozzle designs. However, its brittleness and challenging processing requirements necessitate careful design considerations. To address this, a layered structure is recommended, utilizing a more robust material for the outer layer while reserving zirconia for the inner layer to maximize durability (Halchak, J.A.,and al,2016).

Working Conditions and Fuel Pairs In the rocket motor combustion chambers, the working conditions have been set to a pressure of 20 MPa and a force of 100 kN. For the fuel pairs, three different types have been selected (Korkmaz, S. 2019;s.32):

1. Liquid Oxygen - Liquid Hydrogen (LOX-LH₂)
2. RP-1 - Liquid Oxygen (RP-1/LOX)

3. Methane - Liquid Oxygen (CH₄/LOX)

These combinations will be analyzed under the specified working conditions to evaluate their performance and efficiency in the combustion chamber.

3. USE OF THE RPA AND ANSYS PROGRAM

Nozzle Design for a Liquid-Fueled Rocket Motor a nozzle design has been developed for a liquid-fueled rocket motor with a combustion chamber pressure of 20 MPa and a thrust of 100 kN. The necessary design parameters were determined through analytical calculations. Subsequently, the dimensions were finalized using the RPA program.

Following the dimension determination process, flow analyses will be conducted using the ANSYS program to evaluate the performance and efficiency of the nozzle under the specified operating conditions.

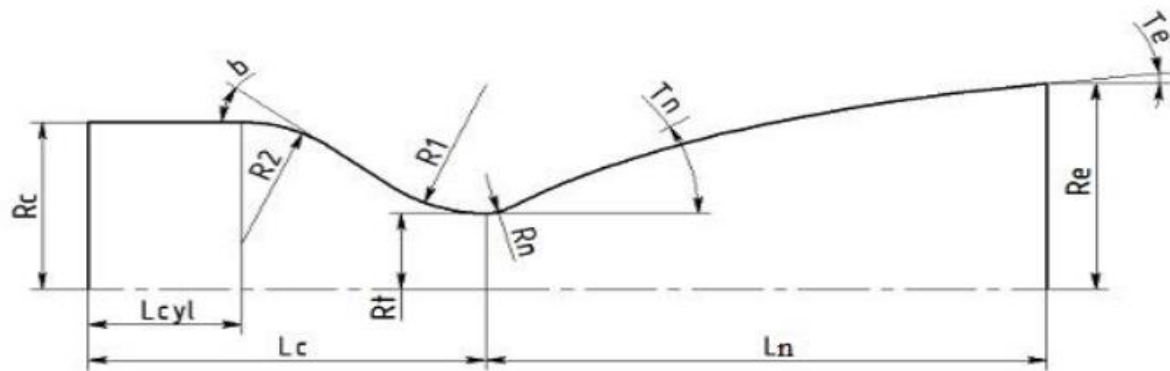


Figure 1: Nozzle Design Cylindrical-Laval %80 Parabolic Structure

3.1. Use Of The RPA Program

For the liquid hydrogen and liquid oxygen fuel pair, certain data must be entered into the RPA program. Following this, calculations for the rocket nozzle throat diameter (A_t) have been performed. It has been determined that the results from the analytical calculations align with the data obtained from the RPA program.

Table 1: Geometric Dimensions for Liquid Hydrogen and Liquid Oxygen Fuel Pair

$D_c = 133.18$ mm	$A_e/A_t = 18.61$
$D_t = 62.10$ mm	$R_1 = 124.19$ mm
$D_e = 267.90$ mm	$R_2 = 751.14$ mm
$L^* = 1018.26$ mm	$R_n = 11.86$ mm
$L_n = 353.44$ mm	$b = 12.00^\circ$
$L_c = 311.06$ mm	$T_n = 28.83^\circ$
$L_{cyl} = 51.84$ mm	$T_e = 8.00^\circ$

Analyses of the RP-1 and Liquid Oxygen propellant combination have been conducted using the RPA program, and a solid model has been created. The values obtained under the conditions

of 20 MPa pressure, 100 kN force, and an O/F ratio of 2.56 are presented in the tables below. Table 2 includes the thrust chamber geometry values obtained from the RPA program.

Table 2. Geometric Dimensions for RP-1 and Liquid Oxygen Fuel Pair

Dc= 130.23 mm	Ae/At= 21.77
Dt= 61.17 mm	R1= 45.88 mm
De= 285.40 mm	R2= 105.93 mm
L*= 1000.00 mm	Rn= 11.68 mm
Ln= 375.37 mm	b= 30°
Lc= 258.16	Tn= 29.77°
Lcly= 157.68	Te= 8.00 °

Analyses of the Methane and Liquid Oxygen propellant combination have been conducted using the RPA program, and solid models have been created based on the resulting data. The values obtained under the conditions of 20 MPa pressure, 100 kN force, and an O/F ratio of 2.2 are presented in the tables below. Table 3 includes the thrust chamber geometry values obtained from the RPA program.

Table 3. Geometric Dimensions for Methane and Liquid Oxygen Fuel Pair

Dc= 130.23 mm	Ae/At= 21.77
Dt= 61.17 mm	R1= 45.88 mm
De= 285.40 mm	R2= 105.93 mm
L*= 1000.00 mm	Rn= 11.68 mm
Ln= 375.37 mm	b= 30°
Lc= 258.16	Tn= 29.77°
Lcly= 157.68	Te= 8.00 °

3.2. Use Of The ANSYS Program

This section of the study presents the ANSYS analyses that have been conducted. Figure 2 shows the screen where the inlet flow conditions are specified. For three different propellant combinations, values for density, temperature, viscosity, specific heat, and heat transfer coefficient are listed separately.

Figure 3 displays the screen where the outlet flow conditions are entered. The ambient pressure and temperature values at the outlet have been determined for three different propellant combinations. The data has then been transferred to the relevant sections on the screen.

Figure 4 presents the screen containing the material properties of the raw material to be used. Values such as density, specific heat, and thermal conductivity of the raw material have been determined and transferred to the program.

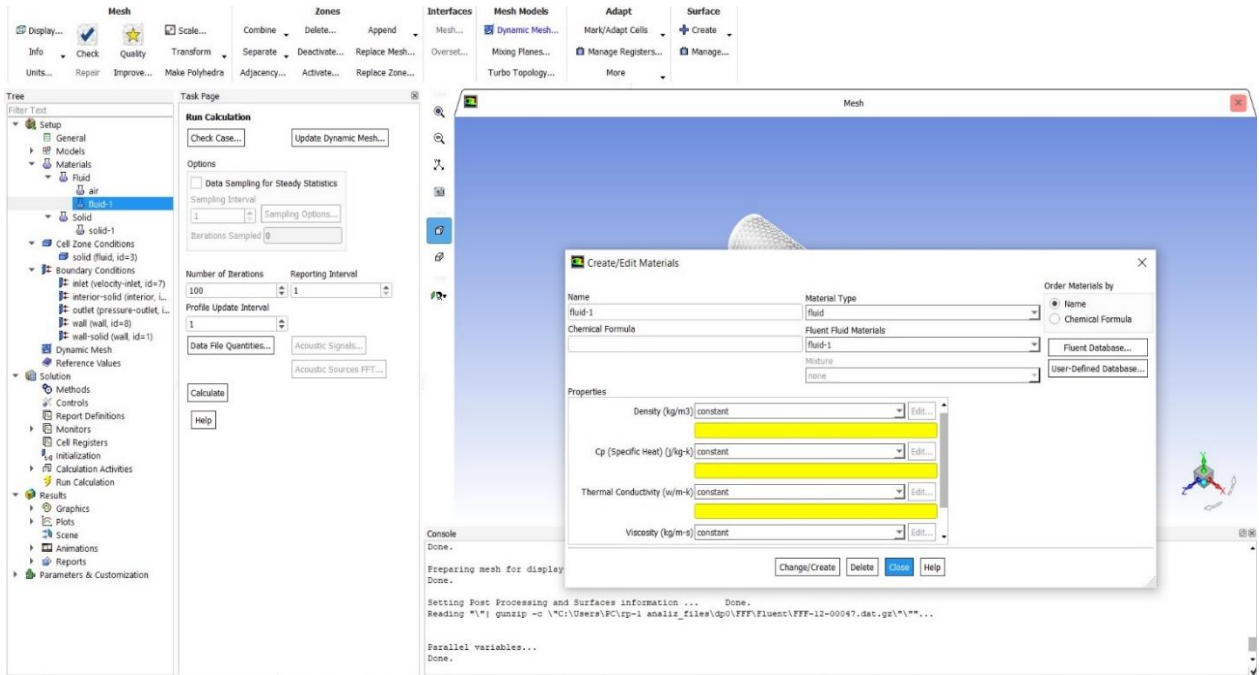


Figure 2. The screen displaying the inlet flow conditions

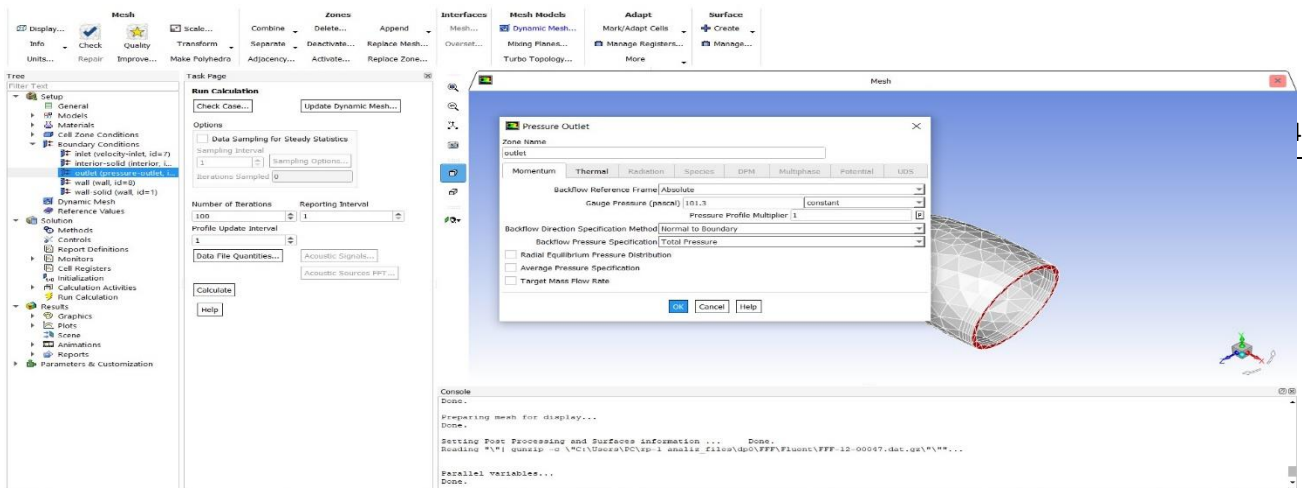


Figure 3. The screen containing the Raw Material Information

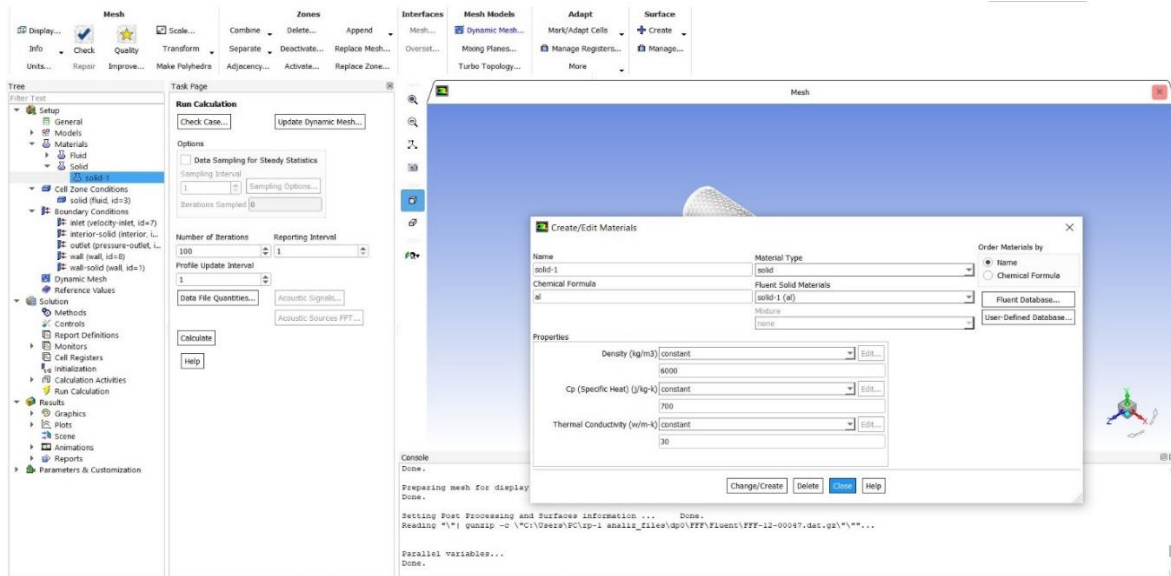


Figure 4. The screen displaying the outlet flow conditions

A three-dimensional combustion chamber model has been created for the liquid hydrogen and liquid oxygen fuel pair, and a heat transfer analysis has been performed. The solid structure and mesh configuration of the model have been optimized with homogeneous distribution and denser meshes in the inlet and outlet regions. According to the heat transfer analysis results, the inlet temperature is determined to be 3520 K, while the outlet temperature is 1315 K; these values are consistent with the results from the RPA program analysis. The turbulence kinetic energy analysis shows values ranging from 141.2 m^2/s^2 to 3434 m^2/s^2 . It is expected that the turbulence kinetic energy increases in the throat region due to the structure of the combustion chamber.

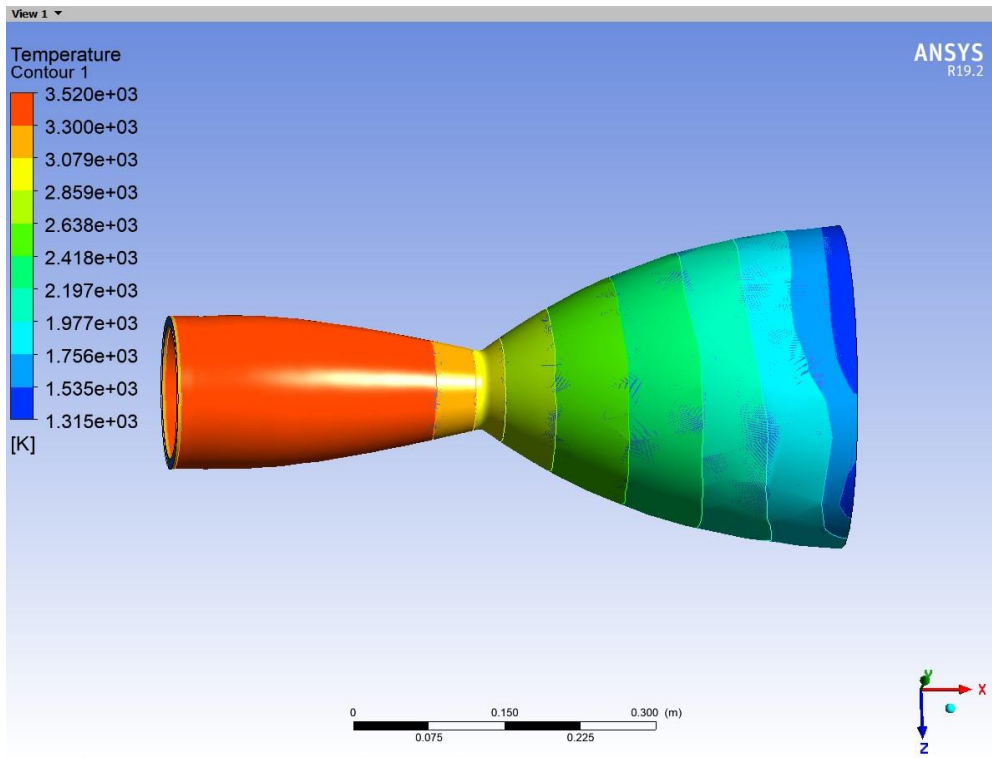


Figure 5. Combustion Chamber Temperature Analysis for Liquid Hydrogen-Liquid Oxygen Propellant Combination

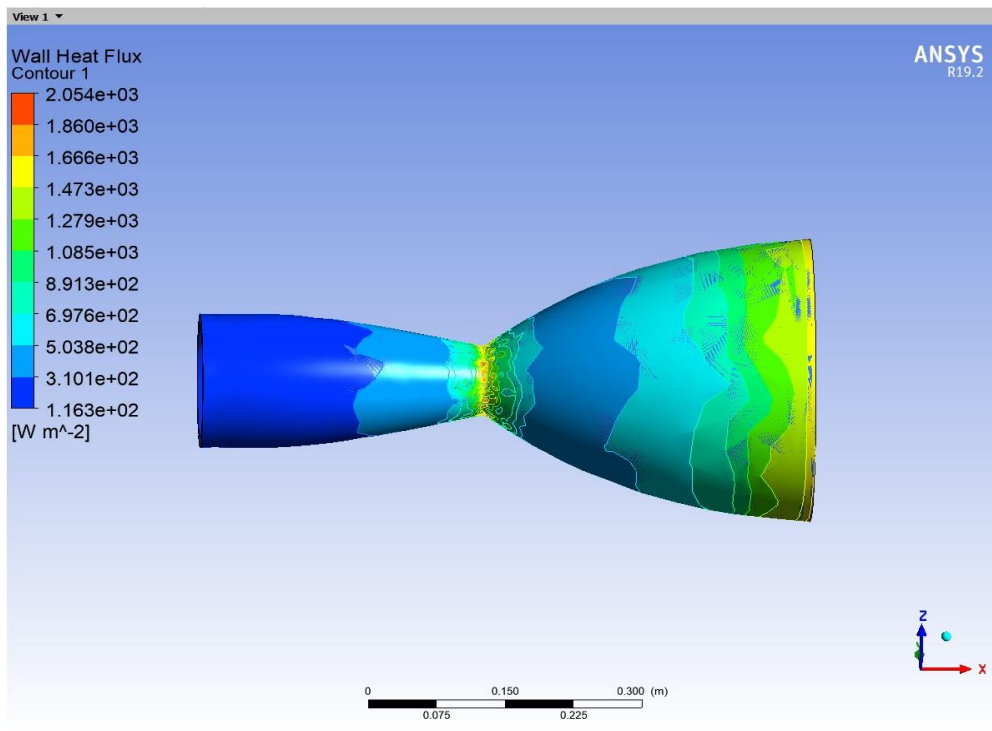


Figure 6. Temperature Variation Model for RP-1 and Liquid Oxygen Propellant Combination

A three-dimensional combustion chamber heat transfer analysis has been conducted for the fuel pair of Refined Petrol-1 and Liquid Oxygen. The temperature variation analysis of the three-dimensional model is illustrated in Figure 6.7, indicating compatibility with the data calculated by the RPA program. It has been determined that the temperature is highest at the inlet of the

combustion chamber and lowest at the nozzle exit. Additionally, Figure 8 contains the analysis of turbulence kinetic energy, revealing an increase in turbulence kinetic energy at the nozzle throat. These findings provide significant insights for evaluating the performance of the combustion chamber and for optimization studies.

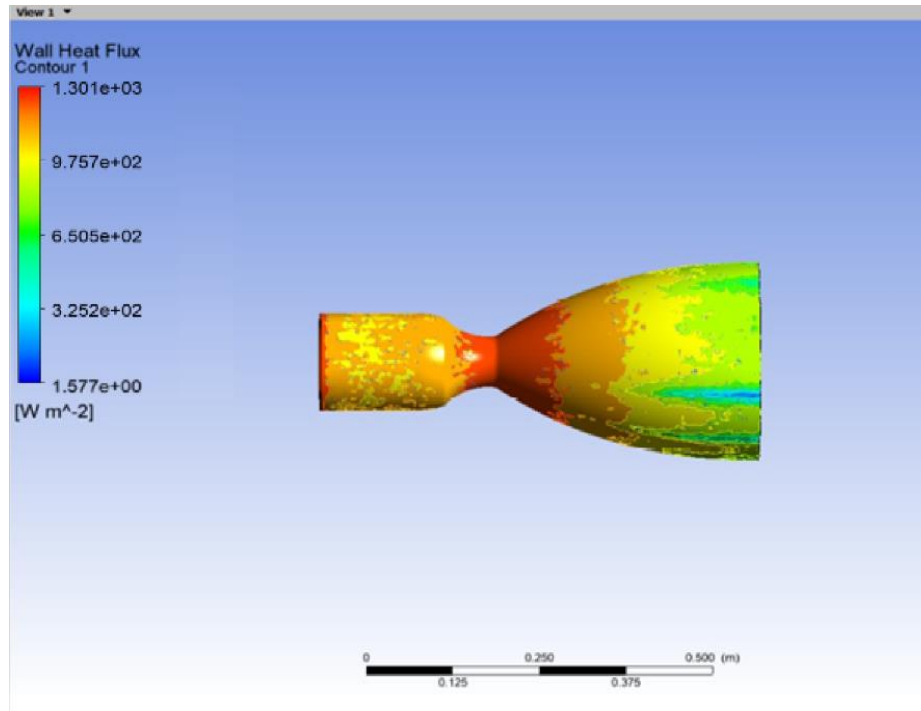


Figure 7. Wall Heat Transfer for RP-1-Liquid Oxygen Propellant Combination

A three-dimensional combustion chamber heat transfer analysis has been conducted for the fuel pair of Methane and Liquid Oxygen. Figure 9 illustrates the temperature analysis for the Methane and Liquid Oxygen fuel pair, revealing that the values align with the outputs from the RPA program. Figure 10 contains the turbulence kinetic energy analysis, showing an increase in turbulence kinetic energy in the throat region. These results provide valuable insights for understanding the combustion process and optimizing the combustion chamber design.

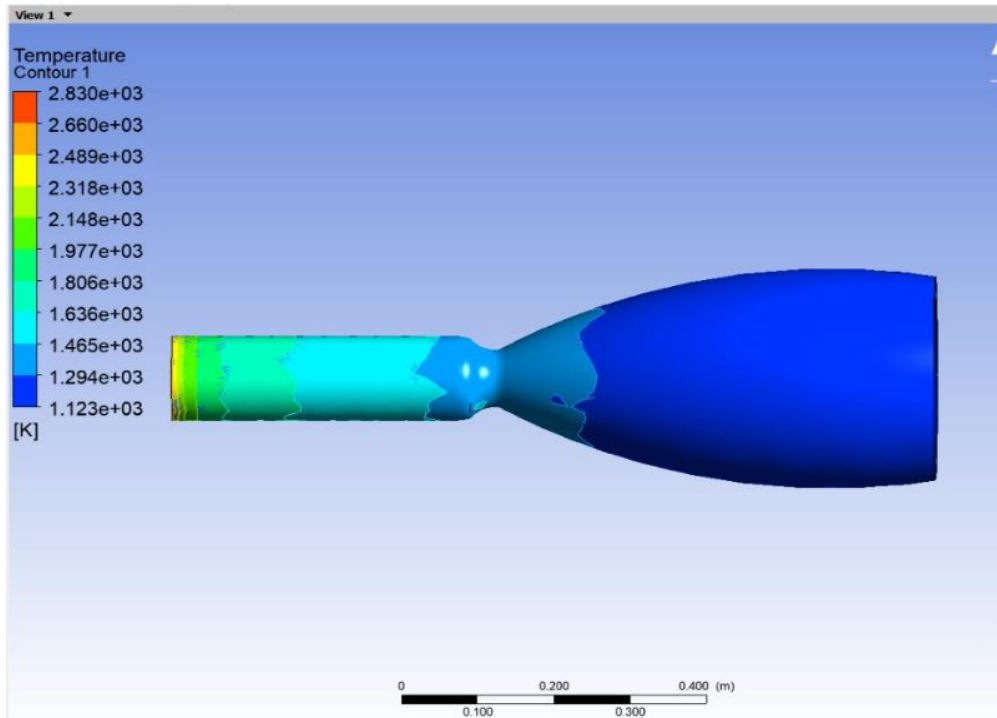


Figure 8. Temperature Analysis for Methane and Liquid Oxygen Propellant Combination

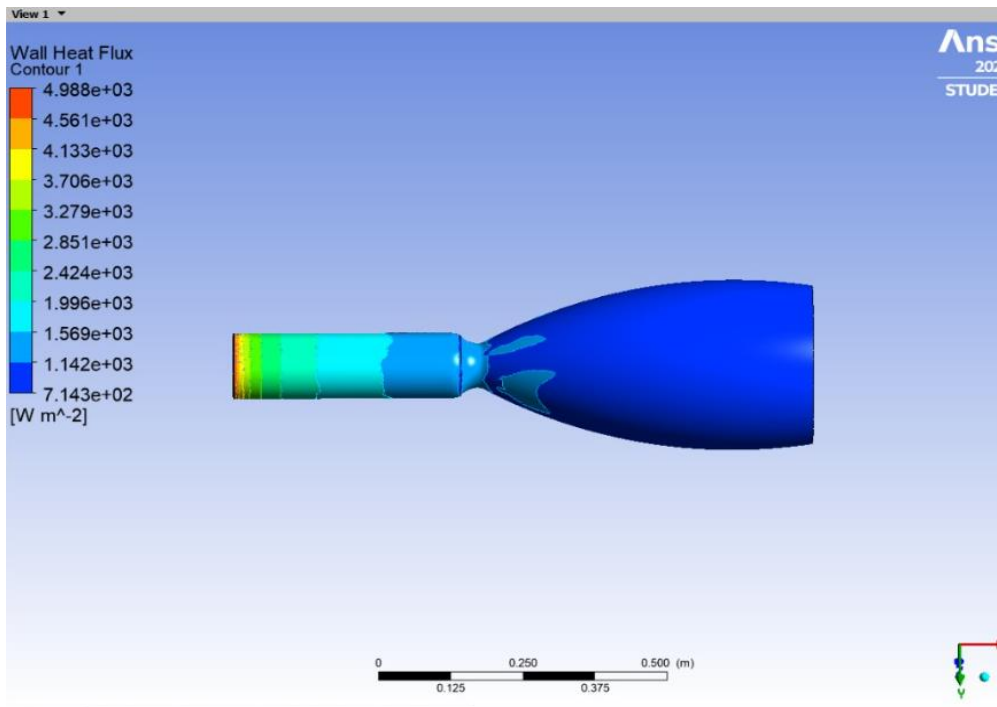


Figure 9. Wall Heat Transfer for Methane and Liquid Oxygen Propellant Combination

4- RESULTS

In the conducted RPA analyses, the highest temperature value was calculated as 3287.8789 K. This value was observed in the combustion chamber for the Liquid Hydrogen-Liquid Oxygen propellant combination. This temperature value puts significant stress on the strength properties of zirconia material. However, it is not possible to reach a definitive conclusion without conducting physical analyses. The lowest temperature value, on the other hand, was determined

to be 2849.9858 K in the combustion chamber for the Methane-Liquid Oxygen propellant combination.

According to the RPA data, the specific heat values (C_p) under constant pressure in the combustion chamber are as follows:

- The lowest value, 2.9191 kJ/kg·K, occurs with the Methane and Liquid Oxygen propellant combination.
- The highest value, 5.9548 kJ/kg·K, occurs with the Liquid Hydrogen-Liquid Oxygen propellant combination.

Under constant volume, the specific heat values (C_v) in the combustion chambers are:

- The lowest value, 2.1374 kJ/kg·K, occurs with the Methane and Liquid Oxygen propellant combination.
- The highest value, 5.0470 kJ/kg·K, occurs with the Liquid Hydrogen-Liquid Oxygen propellant combination.

When examining the RPA program data, it was found that the Mach number is highest at the throat and exit for all three propellant types. The Mach numbers are 1 at the throats, reaching different values at the nozzle exits. It was determined that supersonic conditions are achieved in the expanding body and nozzle exits. The ANSYS analyses showed that results were obtained that are close to those from the RPA program.

5. SOURCES

Avampato, T. J., & Saltiel, C. (1995). Dynamic modeling of starting capabilities of liquid propellant rocket engines. *Journal of Propulsion and Power*, 11(2), 292-300.

Bussi, G., Colasurdo, G., & Pastrone, D. (1995). Analysis of air-turbo-rocket performance. *Journal of Propulsion and Power*, 11(5), 950-954.

Çengel, Y.A. and J.M. Cimbala, Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. 2008: Güven Kitabevi, ISBN 9756240180.

Çengel, Y. and M. Boles, Termodinamik, Mühendislik Yaklaşımıyla. Beşinci ed. 2011: Güven Bilimsel. 764.A. Pınarbaşı ISBN 978-975-6240-26-7.

Dönmez, S., Experimental Investigation of the Characteristic Properties of Composite-Based Solid Rocket Fuel Samples, in Institute of Science. 2018, Kırıkkale University.

DRAIN, B., & SOLE, N. N. S. Guido Vanden Berghe.

Halchak, J.A., J.L. Cannon, and C. Brown, Materials for Liquid Propulsion Systems, in Aerospace Materials and Applications. 2016.

Ivancic, B., & Mayer, W. (2002). Time-and length scales of combustion in liquid rocket thrust chambers. *Journal of propulsion and power*, 18(2), 247-253.

Korkmaz, S. (2019). Theoretical Investigation of Liquid Fuel Rocket Engine Design and Performance Characteristics. Master's Thesis, Kırıkkale University.

Manfletti, C., M. Oswald, and J. Sender, Theoretical And Experimental Discourse On Laser Ignition In Liquid Rocket Engines. Institute of Space Propulsion, German Aerospace Center (DLR), Lampoldshausen, Germany, 2009.

Olds, J. R. (1994). Results of a rocket-based combined-cycle SSTO design using parametric MDO methods. *SAE transactions*, 154-173.

Türk, S., Conceptual Combustion Chamber Design for Upper Stage Liquid Fuel Rocket Engine, in Institute of Science. June 2016, Anadolu University: Eskişehir.

Yılmaz, O., 2012, Service Life Assessment of Solid Rocket Propellants Considering Random Thermal and Vibratory Loads, M.Sc. Thesis, Mechanical Engineering Dept., Middle East Technical University, Ankara.

ESTIMATION OF VISCOSITY OF BIOFUEL OBTAINED FROM MIXTURE OF ANIMAL AND VEGETABLE OIL WITH JET FUEL JP-5**HAYVANSAL VE BİTKİSEL YAĞ İLE JET YAKITI JP-5 KARIŞIMINDAN ELDE EDİLEN BİYOYAKIT VİSKOZİTESİNİN TAHMİN EDİLMESİ****Bülent KURT****Dr. Öğr. Üyesi, Balıkesir Üniversitesi Edremit Sivil Havacılık Yüksekokulu, Havacılık Yönetimi, ORCID 0000-0002-1741-5427****Özet**

Havacılık sektörünün büyümesi nedeniyle, enerji kaynaklarının etkili kullanılması, maliyeti ve temiz enerji kaynaklarından elde edilmesi önemli hale gelmiştir. Havacılık sektörünün en yüksek giderlerinden birisi uçaklarda kullanılan yakıtlardır. Petrol türevli yakıt kullanan uçaklar ve jetler atmosferdeki kirletici emisyonların artmasına neden olmaktadır. Havacılık sektörünün neden olduğu olumsuzlukları azaltmak için biyoyakıtların üzerine yapılan çalışmalar önemli hale gelmiştir. Bu çalışmada 13 farklı bitkisel ve hayvansal yağ ile jet yakıtı JP-5'in karıştırılması sonucunda 67 tane biyoyakıt çeşidi içeren veri seti oluşturulmuştur. Yapay sinir ağları, karmaşık veri setlerini analiz etme ve bu verilerden anlamlı sonuçlar çıkarma konusunda son derece etkili bir makine öğrenimi yöntemidir. Bu yöntemin kullanılması, biyoyakıtların viskozite değerlerinin yüksek doğrulukla tahmin edilmesine olanak tanımıştır. Elde edilen biyoyakıt veri seti ile yapay sinir ağı eğitilmiştir. Çalışmanın sonucunda 67 tane biyoyakıt viskozitesinin 97 % üzerinde doğrulukla tahmin edebileceği gösterilmiştir. Bu sonuç, biyoyakıtların performans özelliklerinin önceden tahmin edilebilmesi sayesinde, havacılık sektöründe biyoyakıtların daha yaygın ve güvenli bir şekilde kullanılmasına olanak tanıyabilir. Ayrıca, bu tür çalışmalar, sektörde biyoyakıtların benimsenmesi için önemli bir adım olup, havacılığın daha sürdürülebilir bir geleceğe doğru evrilmesine katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak jet yakıtı JP-5 ile zeytinyağı, palmye yağı, fıstık yağı, avokado yağı, pastırma yağı, kanola yağı, hindistan cevizi yağı, mısır yağı, ördek yağı, üzüm çekirdeği yağı, keten tohumu yağı, soya fasulyesi yağı ve ceviz yağı karışımları ile oluşturulan biyoyakıt viskozitesinin tahmin edilebileceği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyoyakıt, Yapay sinir ağı, Yakıt viskozite.

Abstract

Due to the growth of the aviation sector, the effective use of energy resources, their cost, and their derivation from clean energy sources have become increasingly important. One of the highest expenses in the aviation industry is the fuel used in aircraft. Aircraft and jets that use petroleum-derived fuels contribute to the increase in pollutant emissions in the atmosphere. To mitigate the negative impacts caused by the aviation sector, research on biofuels has gained significance. In this study, a dataset containing 67 types of biofuels was created by blending jet fuel JP-5 with 13 different vegetable and animal oils. Artificial neural networks are an extremely effective machine learning method for analyzing complex datasets and deriving meaningful results from them. The use of this method has allowed for the highly accurate prediction of the viscosity values of biofuels. The biofuel dataset obtained was used to train the artificial neural network. As a result of the study, it was demonstrated that the viscosity of 67

types of biofuels could be predicted with over 97% accuracy. This outcome suggests that the performance characteristics of biofuels can be predicted in advance, enabling their wider and safer use in the aviation sector. Additionally, such studies represent an important step towards the adoption of biofuels in the industry, contributing to the evolution of aviation towards a more sustainable future.

In conclusion, it has been demonstrated that the viscosity of biofuels created by mixing jet fuel JP-5 with olive oil, palm oil, peanut oil, avocado oil, bacon fat, canola oil, coconut oil, corn oil, duck fat, grape seed oil, flaxseed oil, soybean oil, and walnut oil can be accurately predicted.

Keywords: Biofuel, Artificial Neural Network, Fuel Viscosity.

1. GİRİŞ

Hava araçları askeri faaliyetler, yolcu ve lojistik taşıma için önemli bir yere sahiptir. Uçaklar ve jetler uçabilmek için enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Bu enerjiye ulaşmak için sıvı yakıt kullanılır. Jet yakıtı olarak bilinen bu sıvı yakıt petrol türevidir. Petrolün rafinerilerde ayrıştırılmasıyla çeşitli jet yakıtları, motorin, gaz yağı, petrol eterleri, benzinler, makine yağları, asfalt, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ve vazelin gibi ürünler elde edilir (Avcı, 2022). 1981 yılında 678 milyar varil olarak hesaplanan petrol rezervleri 2020 yılında 1779 milyar varil olarak hesaplanmıştır (Özel, 2003). Geçmişten günümüze, insan popülasyonunun yıllar içerisinde artması petrol ürünlerine olan talebi de arttırmıştır (Koşaroğlu ve Erik, 2016). Gelecekte petrol türevli yakıtlar dünya ihtiyacını karşılayamayacağı beklenmektedir.

Jetlerin güvenli bir şekilde uçabilmesi için anlık olarak yüksek miktarda yakıt harcamaları gerekir. Jetlerde, kerosen olan yakıtlar kullanılmaktadır. Kerosen petrolün 150 °C ile 270 °C arasında damıtılması sonucu açığa çıkar. Jet yakıtlarında Kerosen ihtiva eden ve en yaygın olarak kullanılan yakıt cinsleri şunlardır: JP-4, JP-5, JP-8, JET-A, JET-A1 ve JET-B. Harcanan yakıt nedeniyle zararlı emisyonlar ve küresel ısınma artmaktadır (Luque, vd. 2008). Bu nedenle jet yakıtlarının alternatifi olabilecek veya jet yakıtlarına çeşitli oranlarda karıştırılabilecek alternatif sıvı yakıt arayışı ortaya çıkmıştır. Bu problemi çözmek için, biyolojik kaynaklardan (bitkisel veya hayvansal) elde edilen biyoyakıtlar üzerine yapılan çalışmalar artmıştır (Sidibe, vd. 2010). Biyoyakıtların sağladığı avantajlardan bazıları aşağıdadır (Avcı, 2022);

- Biyoyakıtlar az maliyetle temin edilebilir.
- Biyoyakıtlar bitkisel ve hayvansal atıklar gibi biyolojik olarak yenilenebilir kaynaklardan elde edilir.
- Biyoyakıtlar dışa bağımlılığı azaltabilir.
- Biyoyakıtlar tarımsal gelişmeye katkı sunarlar.
- Biyoyakıtların yanması sonucunda petrol türevli yakıtlara kıyasla daha az karbon dioksit ve zararlı emisyonların salınmasına neden olur.

Havacılık sektöründe alternatif yakıt kullanımı üzerine yapılan farklı çalışmalar bulunmaktadır. Yılmaz ve Atmanlı hava taşıtlarının kullanımı için en büyük potansiyelin biyoyakıt olduğunu öne sürmüşlerdir (Yılmaz ve Atmanlı, 2016). Reşitoğlu ve Keskin yaptıkları çalışmada, içten yanmalı motorlarda alkol kullanımında ortaya çıkan egzoz emisyon karakteristiklerini incelemişlerdir (Reşitoğlu ve Keskin, 2018). Yamık ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, JP-8 havacılık yakıtı ve dizel karışımlarının tek silindirli bir dizel motorda yanması sonucunda ortaya çıkan emisyonları incelemişlerdir (Yamık, vd. 2013). Çoban ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, küçük bir tubojet motoru için geleneksel yakıt ile biyoyakıt arasında performans analizleri yapmışlardır (Çoban, vd. 2017). Bülent, yaptığı çalışmada, JP-5 ile bitkisel ve

hayvansal yağın karıştırılması sonucunda ortaya çıkan biyoyakıtın yakıt yoğunluğunu yapay sinir ağı ile tahmin etmiştir.

Havacılık sektöründe yakıt verimliliğinin artırılması, maliyetlerin azaltılması ve zararlı emisyonların azaltılması için alternatif yakıtların kullanılması hedeflenmektedir. Bu hedefi gerçekleştirmek için yapılan ve yapılacak çalışmaların önemi büyüktür. Park ve arkadaşları tarafından, jet yakıtı JP-5 ile 13 farklı biyoyakıt çeşidi farklı oranlarda karıştırılarak önemli parametreleri kaydedilmiştir (Prak, vd. 2022). Bu önemli parametrelerden biri, viskozitenin büyüdükçe akışkanlığın azalması sonucu yakıt aktarımının zorlaşmasıdır. Ayrıca, viskozitenin çok düşük olması da sorunlara neden olmaktadır. Bu çalışmada biyoyakıtlar için önemli bir parametre olan viskozite tahmini yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda biyoyakıt karışımının viskozite değeri yüksek bir doğruluk oranıyla tahmin edilebildiği gösterilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Zeytinyağı, palmiye yağı, fıstık yağı, avokado yağı, pastırma yağı, kanola yağı, hindistan cevizi yağı, mısır yağı, ördek yağı, üzüm çekirdeği yağı, keten tohumu yağı, soya fasulyesi yağı ve ceviz yağı biyoyakıt olarak Park ve arkadaşları tarafından araştırılmıştır. 13 farklı yağ ile JP-5 jet yakıtını farklı oranlarda karıştırılarak elde edilen biyoyakıtın yoğunluk, viskozite, ses hızı, parlama noktası ve yüzey gerilimi değerleri ölçülmüştür. Tablo 1 de, örnek olarak zeytinyağı ile JP-5 yakıt karışımının ölçüm değerleri verilmiştir (Prak, vd. 2022). Çalışmamızda kullanacağımız tüm veri setine ait istatistiksel değerler Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 1

Biyoyakıt karışım oranlarını gösteren örnek bir veri seti değerleri

Tür	JP-5 biyodizelin oranı	İçindeki kütle	Yüzey gerilimi 21.0 °C	Dinamik viskozite 21.0 °C
JP-5 jet yakıt	0		26,0	1,53553333
Zeytinyağı	1		28,9	6,63215
80% Zeytinyağı + 20% JP-5	0,79629749		27,9	4,7445
60% Zeytinyağı + 40% JP-5	0,60098738		27,5	3,50255
40% Zeytinyağı + 60% JP-5	0,4013024		26,8	2,6934
20% Zeytinyağı + 80% JP-5	0,20036135		26,2	1,97485

73

Tablo 2

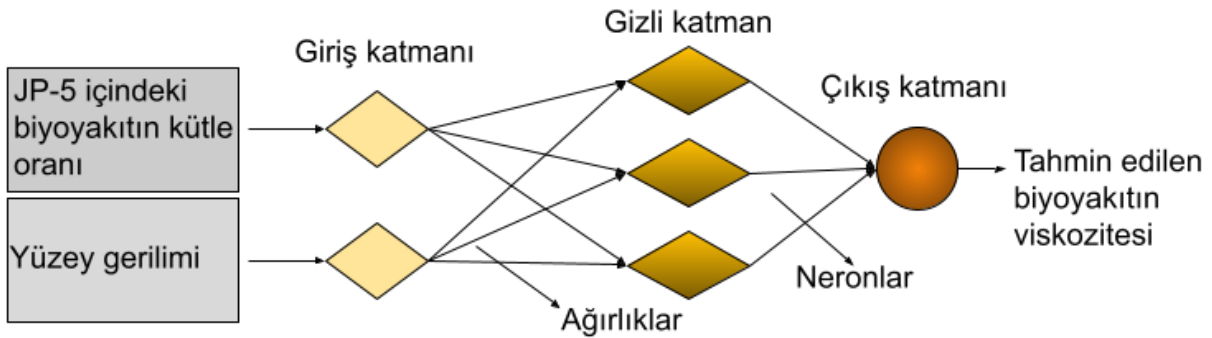
Modeli geliştirmek için kullanılan veri setine ait istatistiksel bilgiler

Tür	N	Min.	Max.	Mean	Std. Deviation
JP-5 içindeki biyodizelin kütle oranı	67	0,00	1,00	0,5831	0,29690
Yüzey gerilimi	67	0,00	36,30	27,8475	3,92633
Viskozite	67	1,54	6,72	3,5654	2,52151

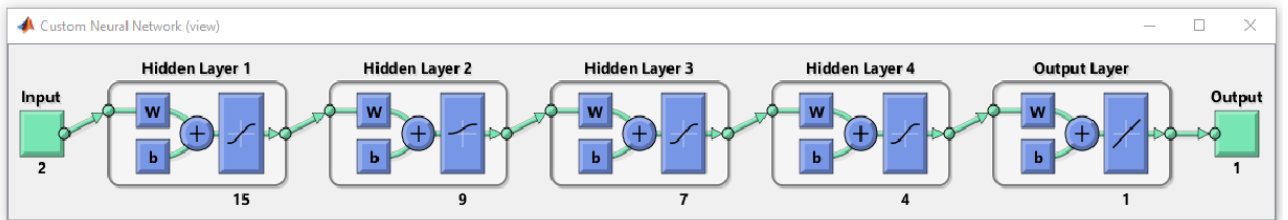
Günümüzde bitkisel yağlar fosil yakıtlarına alternatif olabileceği araştırmalar tarafından ifade edilmektedir (Meher, vd. 2006; Dmytryshyn, vd. 2004). Bitkisel yağların viskozitelerini, örnek olarak dizel yakıtın viskozitesi ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak 10 katı fazla olduğu ifade edilmektedir (Güner ve Ceviz, 2020). Viskozite değerinin yüksek yakıtların motorlarda uzun süre kullanımı problemlere sebep olduğu araştırmacılar tarafından görülmüştür (Cıgızoğlu, vd. 1997). Araştırmacılar kimyasal yöntemlerle yağların viskozitelerini azaltarak biyoyakıt olarak kullanılmasını sağlamışlardır. Tüm yakıtlar için viskozite değeri önemli bir parametredir. Bu çalışmada zeytinyağı, palmiye yağı, fıstık yağı, avokado yağı, pastırma yağı, kanola yağı, hindistan cevizi yağı, mısır yağı, ördek yağı, üzüm çekirdeği yağı, keten tohumu yağı, soya fasulyesi yağı, ceviz yağı ve jet yakıtı ile karışımları sonucunda elde edilen biyoyakıtın viskozite değerini tahmin eden bir yapay sinir ağı modeli geliştirilmiştir.

3. GELİŞTİRİLEN MODEL VE SONUÇLAR

Günümüzde her alanda yapay sinir ağı modelleri problemlerin çözümü için kullanılmaktadır. Yapay sinir ağları sistemden elde edilen veriler ile çözüm üretebilmektedir. Bu çalışmada biyoyakıt viskozitesini tahmin etmek için JP-5 içindeki biyoyakıtın kütle oranı ve yüzey gerilimi olmak üzere iki farklı giriş değişkeni kullanılmıştır. Yapay sinir ağı modelinde çok katmanlı ağ modeli seçilmiştir. Bu ağ modelinde Şekil 1 de gösterildiği gibi giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanından oluşmaktadır.



Şekil 1. Biyoyakıt viskozitesini tahmin eden yapay sinir ağı modeli. Biyoyakıt viskozitesini tahmin eden yapay sinir ağı modelini geliştirmek için kullanılan veri setinin gerçek değerleri kullanılmıştır. Normalizasyon işlemi yapılmamıştır. Matlab ortamında veri seti rasgele olarak 47 örnek eğitim, 10 örnek test ve 10 örnek doğrulama için 3 guruba ayrılmıştır. Yapılan farklı yapay sinir ağı modelleri ile en yüksek doğrulukla biyoyakıt viskozitesini tahmin eden modele ulaşılmıştır. Geliştirilen modelde eğitim için Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması kullanılmıştır. MATLAB® ortamında geliştirilen modelin ayrıntıları Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Matlab ortamında geliştirilen modelin ekran alıntısı.

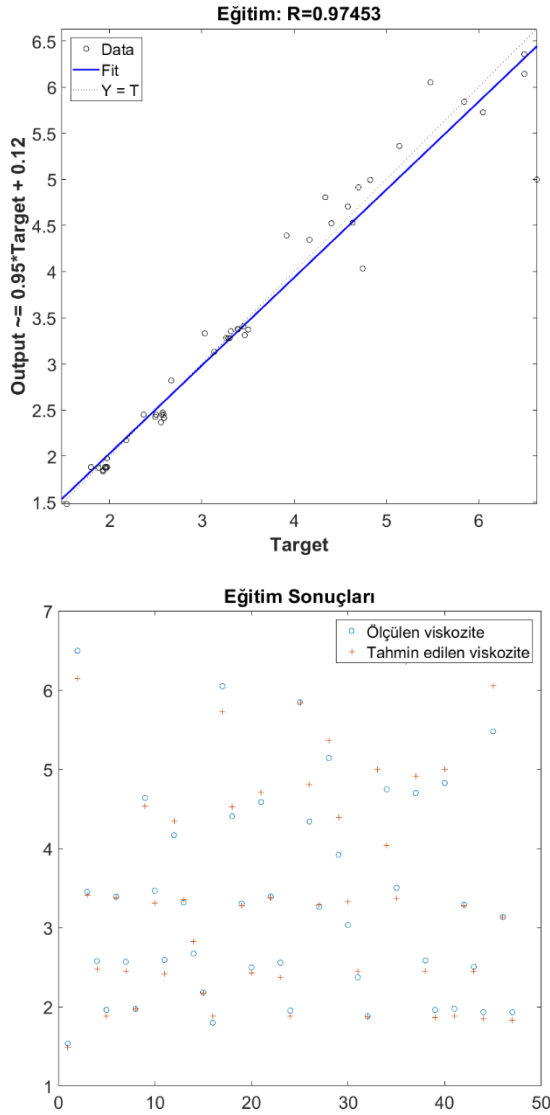
Geliştirilen Yapay sinir ağının performansı hata performans kriterleri ile değerlendirilmiştir. Literatürde kullanılan bu kriterlerden; ortalama kare hatası (MSE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) ve mutlak hata (MAE) kullanılmıştır. Denklem 1, 2 ve 3 'de; YV biyoyakıt viskozitesi, Tyv tahmin edilen biyoyakıt viskozitesi ve n ise örnek sayısını göstermektedir.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (YV - tyv)^2 \quad (1)$$

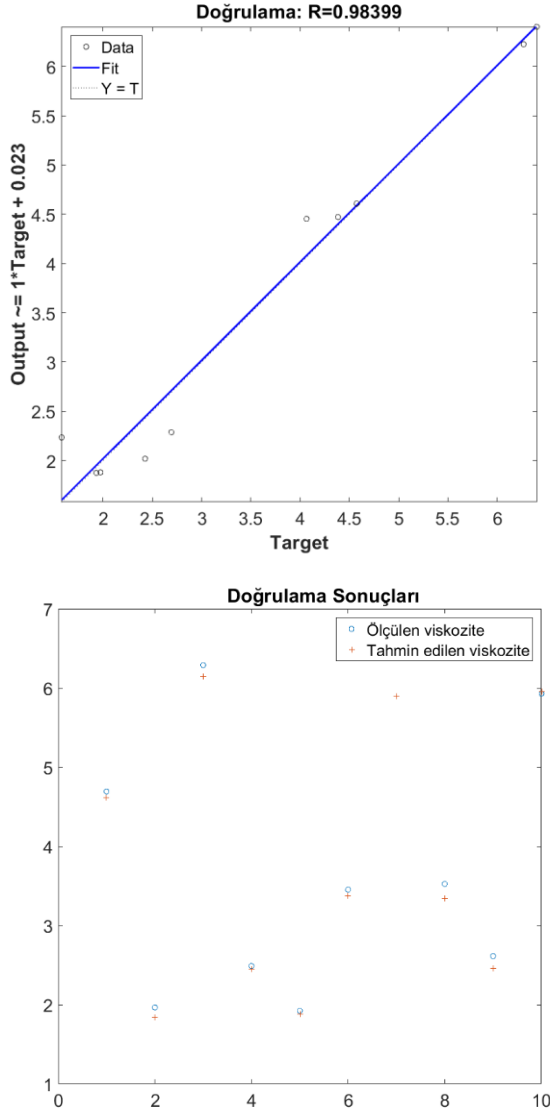
$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |YV - tyv| \quad (2)$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{YV - tyv}{YV} \right| \quad (3)$$

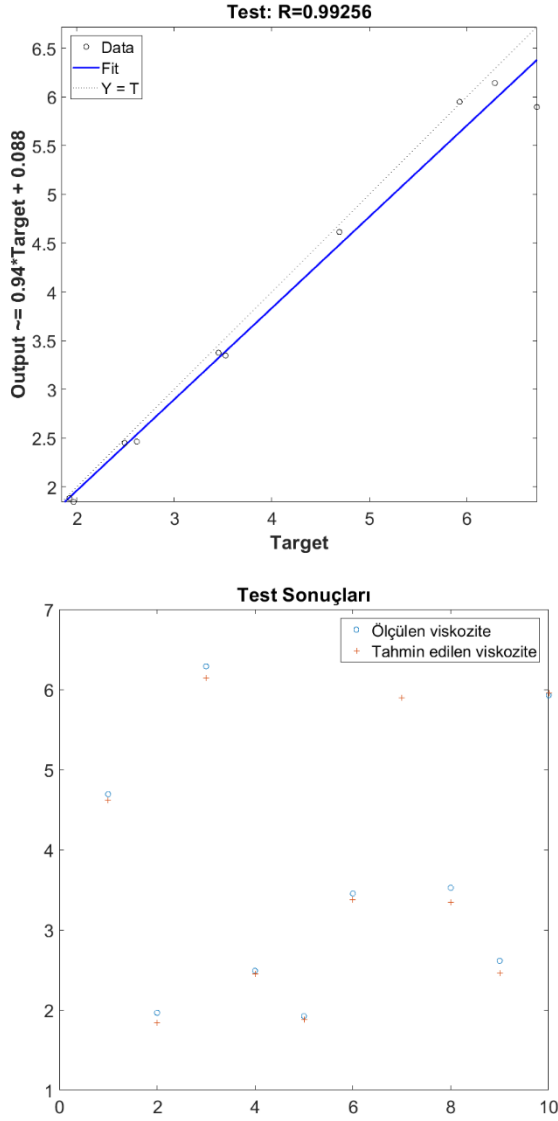
Tablo 3 de geliştirilen model için ölçülen biyoyakıt viskozitesi ile tahmin edilen biyoyakıt değerleri arasındaki hata sonuçlarını göstermektedir. Şekil 3-5 de grafiksel olarak hata performans sonuçları gösterilmiştir. Regresyon katsayısı(R) 1'e ne kadar yakın olursa tahmin modeli o kadar iyi sonuç vermiş kabul edilmektedir. Grafikler incelendiğinde biyoyakıt viskozitesi yüksek bir doğrulukla tahmin edilebileceği görülmüştür (R>0,97).



Şekil 3. Geliştirilen en iyi YSA modelinin eğitim aşamasındaki sonuçları



Şekil 4. Geliştirilen en iyi YSA modelinin doğrulama aşamasındaki sonuçları



Şekil 5. Geliştirilen en iyi YSA modelinin test aşamasındaki sonuçları

Tablo 3

Geliştirilen modelin hata performans sonuçları

YSA	R	MSE	MAE	MAPE
Eğitim	0,9745	0,1005	0,1769	0,0449
Doğrulama	0,9840	0,0932	0,2174	0,0940
Test	0,9926	0,0787	0,1689	0,0400

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, jet yakıtı JP-5 içindeki biyoyakıt kütle oranı ve yüzey gerilimi değerleri geliştirilen yapay sinir ağının girişine uygulandığında çıkış katmanından biyoyakıt viskozitesi tahmin eden bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen model kullanılarak 97% doğrulukla biyoyakıt viskozitesi tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmanın sonucunda; bilgisayar ortamında istenilen

oranlarda 13 farklı yağ ile jet yakıtı JP-5 karışımında elde edilecek biyoyakıtın viskozitesi bulunabilecektir.

5. KAYNAKLAR

Avcı, M., (2022). Alkol ve anti icing katkı maddelerinin jet yakıtı özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Cıgızoğlu, K. B., Özaktaş, T., and Karaosmanoğlu, F. (1997). Used sunflower oil as an alternative fuel for diesel engines. *Energy Sources*, 19(6), 559-566.

Çoban, K., Şöhret, Y., Çolpan, C. Ö., ve Karakoç, T. H. (2017). Küçük bir turbojet motorun farklı yakıt kullanımlarında ekserjetik ve eksergoekonomik performansının karşılaştırılması. *SÜHAD 2017*; 2: 55–65.

Dmytryshyn, S. L., Dalai, A. K., Chaudhari, S. T., Mishra, H. K., and Reaney, M. J. (2004). Synthesis and characterization of vegetable oil derived esters: evaluation for their diesel additive properties. *Bioresource Technology*, 92(1), 55-64.

Güner, E., ve Ceviz, A. (2020). Dizel ve biyodizel yakıtlı bir motorda yakıt sıcaklığının motor performansı ve egzoz emisyonlarına etkisinin incelenmesi. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 110-116.

Koşaroğlu, Ş. M., ve Erik, N. Y. (2016). Tarihsel süreç boyunca değişen petrol fiyatları; kaya gazı etkisi ve bazı öngörüler. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17(2), 119-143.

Kurt, B., (2024). Jet yakıtı jp-5 ile farklı biyodizel karışımlarından elde edilen yakıt yoğunluğunun yapay sinir ağı ile tahmin edilmesi. *Ases II. International Bandırma Scientific Studies Conference*, 2024/4/15, 367-374.

Luque, R., Herrero-Davila, L., Campelo, J. M., Clark, J. H., Hidalgo, J. M., Luna, D., ve Romero, A. A. (2008). Biofuels: a technological perspective. *Energy and Environmental Science*, 1(5), 542-564.

Meher, L. C., Sagar, D. V., ve Naik, S. N. (2006). Technical aspects of biodiesel production by transesterification—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10(3), 248-268.

Özel, P. (2003). Petrol sanayiinde dikey bütünleşme ve Türkiye'de uygulanabilirliği. *DPT*.

Prak, D. L., Hamilton, M., Banados, R., and Cowart, J. (2022). Density, viscosity, speed of sound, flash point, bulk modulus, and surface tension of mixtures of military jet fuel JP-5 and biodiesels dataset. *Data in Brief*, 41, 107849.

Reşitoğlu, İ. A., ve Keskin, A. (2018). Propanol-Metanol kullanılan benzinli motora ait egzoz emisyon karakteristikleri. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2), 505-509.

Yamık, H., Calam, A., Solmaz, H., ve İçingür, Y. (2013). Havacılık yakıtı Jp-8 ve dizel karışımlarının tek silindirli bir dizel motorunda performans ve egzoz emisyonlarına etkisi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 28(4).

Yılmaz, N. ve Atmanlı, A.(2016) Havacılıkta alternatif yakıt kullanılmasının incelenmesi. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 3-10.

Sidibé, S. S., Blin, J., Vaitilingom, G., ve Azoumah, Y. (2010). Use of crude filtered vegetable oil as a fuel in diesel engines state of the art: Literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2748-2759.

**THE PRODUCTION OF QUINCE JUICE FORTIFIED WITH LEMON PEEL
CAROTENOID EXTRACT****LİMON KABUĞU KAROTENOİD EKSTRAKTI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ AYVA
SUYU ÜRETİMİ****Hilal Meral^{1*}&Aslıhan Demirdöven²****¹ Araştırma Görevlisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi,****ORCID: [0000-0001-6238-7958](https://orcid.org/0000-0001-6238-7958)****² Profesör, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi,****ORCID: [0000-0003-1246-9132](https://orcid.org/0000-0003-1246-9132)****Özet**

Bu çalışmada, ultrason destekli enzimatik ekstraksiyon (UAEE) yöntemi kullanılarak limon kabuğundan elde edilen karotenoid ekstraktlarıyla ayva suyunun zenginleştirilmesi araştırılmıştır. Araştırmada, ayva suyunun besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin biyoaktif bileşikler eklenerek artırılması amaçlanmakta olup özellikle karotenoid ekstraktlarının fizikokimyasal özellikler, antioksidan kapasite ve renk stabilitesi üzerindeki etkilerine odaklanılmaktadır. Ayva suları, %1, %2 ve %3 oranlarında karotenoid ekstraktı ile zenginleştirilerek +4°C'de 7 gün muhafaza edilmiştir. Sonuçlar, tüm örneklerde pH, titrasyon asitliği ve toplam suda çözünür kuru madde (SÇKM) değerlerinde önemli değişiklikler olduğunu, en belirgin etkilerin %3 ekstrakt grubunda gözlendiğini göstermiştir. Karotenoid ekstraktlarının eklenmesi ile toplam fenolik içerik (TPC) ve antioksidan aktivite değerlerinde belirgin bir artış sağlanmıştır. Depolama süresince bu özellikler daha yüksek ekstrakt konsantrasyonlarında daha iyi korunmuştur. Renk analizi, CIELAB parametrelerinde (L*, a*, b*) önemli değişiklikler olduğunu ortaya koymuş; parlaklığı ifade eden L* değerindeki azalma ve kırmızı ve sarı renk tonundaki artış özellikle %3 ekstrakt grubunda belirginleşmiştir. Kroma değerleri ve esmerleşme indeksi değerleri, zenginleştirilmiş ayva suyu örneklerinde renk stabilitesini destekleyerek, karotenoidlerin meyve suyu kalitesini korumadaki etkinliğini vurgulamıştır. Çalışmada, UAEE'nin limon kabuğundan karotenoid ekstraksiyonu için potansiyel bir yöntem olduğu ve bu ekstraktların ayva suyuna dahil edilmesinin ürünün besin değeri ve duyusal özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiği sonucuna varılmıştır. Bu araştırma, doğal biyoaktif bileşiklerle zenginleştirilmiş sağlık odaklı ürünlere yönelik artan tüketici taleplerini karşılayan fonksiyonel içeceklerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ayva suyu, karotenoid ekstraktı, antioksidan, fonksiyonel içecekler.**Abstract**

This study investigates the fortification of quince juice with carotenoid extracts obtained from lemon peel using ultrasound-assisted enzymatic extraction (UAEE). The research aims to enhance the nutritional and functional properties of quince juice by incorporating bioactive compounds, specifically focusing on the impact of carotenoid extracts on physicochemical properties, antioxidant capacity, and color stability. Quince juices were fortified with 1%, 2%, and 3% carotenoid extracts and stored at +4°C for 7 days. The results indicated significant changes in the pH, titratable acidity, and total soluble solids (TSS) across all samples, with the

3% extract group showing the most pronounced effects. A significant increase in total phenolic content (TPC) and antioxidant activity values was achieved with the addition of carotenoid extracts. During storage, these properties were better preserved at higher extract concentrations. Color analysis revealed significant changes in CIELAB parameters (L^* , a^* , b^*); the decrease in the L^* value expressing lightness and the increase in red and yellow color tones were particularly evident in the 3% extract group. The chroma values and browning index further supported the stability of color in fortified quince juice samples, highlighting the effectiveness of carotenoids in preserving juice quality. The study concludes that UAE is a potential method for extracting carotenoids from lemon peel, and their incorporation into quince juice significantly enhances both the nutritional value and sensory attributes of the final product. This research contributes to the development of functional beverages that meet growing consumer demands for health-oriented products enriched with natural bioactive compounds.

Key words: Quince juice, carotenoid extract, antioxidant, functional beverages.

1. INTRODUCTION

The occurrence of numerous circulatory and nervous system disorders, along with cancer, is often linked to the impact of free radicals and reactive oxygen species. Preventing and treating these health issues can be achieved by incorporating foods high in antioxidants, including polyphenols and vitamins with antioxidative effects, into one's diet (Arfaoui, 2021). In this sense, health professionals and nutrition experts advocate for more frequent consumption of fruits and vegetables, emphasizing the importance of including flavorful and easily accessible juices, which serve as an excellent source of vitamins and polyphenols in the diet (Cory et al., 2018). At this point, quince juice, recognized for its unique flavor and rich nutritional content, including vitamins, minerals, and antioxidants, has become increasingly popular among consumers.

Quince (*Cydonia oblonga*), a fruit belonging to the *Rosaceae* family and native to the Mediterranean region, has an important place in the fields of food and medicine and has therefore been the subject of research for many years (Al-Zughbi and Krayem, 2022; Hanan et al., 2020;). The quince fruits serve as an outstanding raw material for making preserves, including jams, marmalades, pastes, purees, and juices, whether in home kitchens or on an industrial scale. Beyond preserves, the quince is commonly added to teas, yogurts, lemonades, ice creams, jellies, and various confectioneries, utilized either fresh or in processed forms such as juices, pulp, or dried fruit. Turkey stands as the leading global producer and distributor of quince, accounting for 25% of the world's production. This is followed by China, Iran, Argentina, and Morocco, which together contribute 10% of the global supply. Notably, Turkey's quince production saw a significant increase of approximately 66% between 2006 and 2020 (Najman et al., 2023; Radovic et al., 2016;)

The quince fruit is gaining growing attention from both scientists and consumers, thanks to its extensive health benefits (Gao et al., 2023). These benefits are linked to its hypoglycemic, anti-inflammatory, anticancer, antibacterial, anti-allergic, and anti-ulcer properties. The therapeutic potential of the quince is largely credited to its potent antioxidant capacity, which is derived from the presence of various plant secondary metabolites. These include primarily polyphenols, such as flavonoids, quercetin, rutin, and kaempferol, as well as carotenoids, vitamin C, and organic acids like citric, malic, and quinic acids (Komiljonovna et al., 2022; Wojdyło et al., 2021). These beneficial compounds, which have functional properties in the product, are found both in the peel and the flesh of the quince. However, there is a growing interest in enhancing

the functional properties of the quince juice through fortification with bioactive compounds. One of these bioactive compounds is carotenoids.

Carotenoids play a crucial role in reducing the risk of chronic diseases, such as cardiovascular diseases and certain types of cancer, by neutralizing free radicals and reactive oxygen species (Han et al., 2024). Carotenoids, present in fruits, flowers, and vegetables such as tomatoes, carrots, lemons, pineapples, papayas, sunflowers, saffron, and green leaves, are pigments responsible for the yellow, orange, and red coloration in plants. Lemon peel is a rich source of carotenoids, which are potent antioxidants known for their health-promoting properties. Recently, research on plant pigments has gained significant attention due to their provitamin A activity, leading to their classification as natural antioxidants and bioactive compounds (Ashokkumar et al., 2023). Evidence from studies indicates that these pigments play a role in preventing chronic degenerative diseases, cardiovascular disorders, cancer, macular degeneration, and cataract formation. The extraction of these valuable compounds from lemon peel can be optimized through advanced methods such as ultrasound-assisted enzymatic extraction (UAEE), which offers higher efficiency and yields compared to conventional extraction techniques (Xu et al., 2023). The extraction of carotenoids from natural sources has conventionally relied on solvent-based methods, with Soxhlet extraction and maceration being the most common techniques. These processes often require high temperatures, extended periods, and significant amounts of solvents, which can result in lower yields (Cheng et al., 2024). In recent years, enzymatic extraction has gained recognition as a more efficient, energy-saving, and environmentally sustainable method for extracting plant-derived bioactive compounds (Jiao et al., 2024). To further extraction efficiency, this approach is often combined with ultrasound-assisted extraction. UAEE has shown to be highly effective for carotenoid extraction, thanks to its ability to enhance mass transfer and leverage capillary effects.

In this study, carotenoid extract obtained from lemon peel through UAEE was incorporated into quince juice at concentrations of 1%, 2%, and 3% to create a fortified beverage. The use of UAEE not only maximizes the recovery of carotenoids but also preserves their bioactivity, making it an ideal method for producing enriched food products. This study aims to provide insights into the potential of using natural sources of bioactive compounds to develop functional beverages with added health benefits. By exploring this fortification strategy, the research contributes to the growing body of knowledge on the application of bioactive compounds in food products, highlighting the importance of natural ingredients in the development of health-oriented consumer goods.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Plant Material

The lemon fruits used for carotenoid extraction were provided by a local supermarket (Tokat, Turkey). The lemons were washed with plenty of water to remove possible impurities on the surface. The skins were then peeled by hand, cut into smaller pieces, and then dried in a drying oven (Memmert 100-800, Germany) at 70°C for 8 hours. After being dried and ground into a powder using a laboratory grinder (Sinbo, SCM 2934, Turkey), the samples were stored at room temperature (20±5 °C) until the extraction step.

The quince fruits used for juice production were obtained from a local supermarket (Tokat, Turkey). The quince fruits were first washed to remove the wax layer. These fruits were then sliced and held in water containing 200 mg/kg of ascorbic acid solution to prevent enzymatic browning. The sliced quinces were subsequently processed through a juice extractor (Le Hachoir 1700, Tefal, France) and the obtained quince pulp was passed through a manual

hydraulic press to remove all the water in its structure. Ascorbic acid was added to the extracted quince juice at a concentration of 200 mg/L to prevent enzymatic browning, after this treatment fruit juice was pasteurized at 90°C for 1 minute. After cooling process (room temperature) the quince juices were stored at -18°C for further physicochemical analyses.

2.2. Carotenoid Extraction from Lemon Peel

The extraction process was conducted based on the methodology outlined in the study by Meral and Demirdoven (2024). UAEE was carried out with a laboratory scale ultrasonic equipment (365x278x264 mm, WxDxH, Elmasonic S100H, 37 kHz, Singen, Germany). The sample (1 gram) was mixed with 7 mL of enzyme (pectinase solution, 10% v/v) and stirred with ultraturrax (IKA T18, Staufen, Germany) at third level speed for 3 minutes. It was immersed in the ultrasonic bath and sonicated at a constant temperature of 40°C with frequency of 37 kHz for 60 min at constant power (550 W). At the end of extraction, all samples were kept in a water bath at 90°C for 3 min for enzyme inactivation, and then cooled approximately at 25°C. Finally, the samples were centrifuged (Universal 320 R, Tuttlingen, Germany) at 6000 rpm for 10 minutes. The carotenoid extract was obtained as explained for UAEE following the centrifugation and stored at -18°C until further analysis.

2.3. Fortification of Quince Juice with Carotenoid Extract

The frozen quince juice samples were carefully thawed under controlled conditions in a refrigerator at 4°C to preserve the integrity of the juice and prevent any degradation. The carotenoid extract, obtained from lemon peel through ultrasound-assisted enzymatic extraction, was dissolved under refrigerated conditions (4°C) to maintain its stability and bioactivity. The dissolved extract was then added to the quince juice at concentrations of 1%, 2%, and 3% (v/v). The fortified juices were mixed thoroughly to ensure uniform distribution of the extract. After preparation, the samples were stored at 4°C in airtight containers to protect against oxidation and microbial contamination. The stability of the physicochemical properties, phenolic content, and antioxidant capacity of the samples was assessed at regular intervals over a 7-day storage period.

2.4. Analytical Determinations

2.4.1. Physicochemical Analyses

The pH, titratable acidity (TA) and total soluble solids (TSS) of quince juices were determined according to the AOAC methods (AOAC, 1995). The carotenoid extracts' pH values were measured with a pH meter (WTW Inolab, Germany). To calculate the TA, the titrimetric method was employed, and the obtained TA values were expressed as a percentage of citric acid (%). The TSS of extracts were recorded with a digital refractometer (Hanna HI 96801, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, USA) at 20 °C, and the results were expressed in °Brix.

2.4.2. Antioxidant Properties

Total Phenolic Compounds

The total phenolic compounds (TPC) of the samples were measured by the Folin–Ciocalteu method (Singleton and Rossi, 1965). Approximately 500 µL of sample was mixed with 2 mL of Folin–Ciocalteu reagent (10% v/v). The mixture was stirred with 1 mL of Na₂CO₃ solution (7% v/v) and stored in a light-free environment at 25°C for 30 minutes. Following this incubation period, the mixture was analyzed at a wavelength of 760 nm using a T80+ spectrophotometer (PG Instruments, Leicestershire, United Kingdom). Standard curves were generated based on the concentrations of gallic acid by correlating absorbance values measured

at 760 nm. The concentration of samples was determined based on the absorbance values obtained from the standard curve created with different dilutions of gallic acid solutions and expressed as milligrams of gallic acid equivalent (GAE) per liter of sample.

Antioxidant Activity

The antioxidant activity of the fortified quince juices was conducted in accordance with 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) methods. For ABTS method, ABTS radical stock solution was first prepared. Equal volumes of 2.45 mM K₂S₂O₈ solution and 7 mM ABTS stock solution were combined, and the mixture was then incubated for 16 hours at 25°C in darkness to prepare radical stock solution. Subsequently, the solution was adjusted to an absorbance of 0.700 at a wavelength of 734 nm by mixing 1 mL of this solution with 50 mL of sodium acetate buffer (20 mM sodium acetate, pH 4.5). Then, 100 µL of the extract was added to 2900 µL of the adjusted solution and allowed to stand at room temperature in darkness for 30 minutes. Following incubation, the absorbance of the extracts was measured at 734 nm. The obtained data were then calculated as milligrams of Trolox equivalents (TE) per liter using a standard curve (Pajak et al., 2019).

The DPPH radical is among the commonly used stable radical sources, widely employed for assessing the ability of antioxidants to donate electrons and scavenge free radicals. DPPH is commonly recognized as a method for assessing the free radical scavenging activities of natural compounds. The DPPH radical scavenging assay was evaluated using a previously employed methodology (Brand-Williams et al., 1995). In summary, 100 µL of carotenoid extract was mixed with 3900 µL DPPH solution (0.1 mM) and vortexed. The absorbance of the mixture was measured using a spectrophotometer at 517 nm after it was left at room temperature and in the dark for 30 minutes. The samples were analyzed for free radical scavenging activity (mg TE/L) using the calibration curves created for various concentrations of standard Trolox solutions.

The analysis of the FRAP was conducted according to Benzie and Strain (1996). In brief, TPTZ (10 mM), Iron (III) chloride (20 mM), and buffer solution (0.3 M sodium acetate; pH 3.6) were mixed in a 10:1:1 ratio to prepare the FRAP reagent. Afterward, 2900 µL of FRAP reagent was blended with 100 µL of the extract and incubated at room temperature for 30 minutes in a dark environment. The absorbance was measured at 593 nm, and the results were calculated based on a standard curve as µmol TE/L.

2.4.3. Color Analyses

CIELAB color co-ordinates were used to determine the color parameters L* (darkness, brightness), a* (redness, greenness), and b* (blueness, yellowness) in the study. The color measurements were conducted using a Minolta colorimeter (CR-300, Osaka, Japan). The chroma (ΔC) values were determined using lemon peel as reference material for comparison. The ΔC and hue angle values of extracts were calculated according to Eq. (1) and Eq. (2). Total color differences (ΔE) values were determined according to control group with Eq. (3).

$$\Delta C = [(a - a_{ref})^2 + (b - b_{ref})^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\text{Hue angle} = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

$$\Delta E = [(L - L_{\text{ref}})^2 + (a - a_{\text{ref}})^2 + (b - b_{\text{ref}})^2]^{1/2} \quad (3)$$

Determination of browning index

The absorbance was determined on an UV-VIS (UV 2) spectrophotometer (PG Instruments, Leicestershire, United Kingdom) in 10 mm cells against water at 420 nm (Ashoor and Zent, 1984; Burdurlu and Karadeniz, 2001).

2.4.4. Statistical Analysis

Statistical analysis was performed to assess the significance of differences among the obtained analysis results using ANOVA variance analysis followed by Duncan Tests and paired samples T-test. The mean \pm standard deviation of three separate experiments was used to express all results. The statistical software package SPSS 17.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, USA) was employed for result evaluation. The coefficient of determination (R^2) indicated the fit of the polynomial model equation, and an F-test was used to determine its statistical significance.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. Physicochemical Analyses

The analysis results of physicochemical properties (pH, titratable acidity, total soluble solids) are shown in Table 1. The initial pH values of the untreated sample at 1 and 7 d were 3.60 and 3.56, respectively. The pH value of the quince juice samples decreased because of the increased concentration of the acidic extract added. Furthermore, the change in pH values across all sample groups after 7 days of storage at $+4^\circ\text{C}$ was found to be statistically significant ($p < 0.05$). As storage time progressed, pH values decreased, while titratable acidity values increased. These findings are consistent with studies on lemonade samples, where a significant decrease in pH was observed following the addition of carotenoid extract from peach pomace, and in pineapple juice supplemented with phenolic extracts derived from three different plant sources (*Moringa oleifera*, *Morus indica*, and *Mentha spicata*) (Arabshahi-Delouee and Urooj, 2007; Meral et al., 2022). The significant changes in the total soluble solids (TSS) of quince juices were observed in samples treated with 1% and 3% carotenoid extracts derived from lemon peel. The addition of 3% carotenoid extract resulted in TSS values that were significantly higher than those of the 1% extract-treated samples throughout all storage periods. There was a statistically significant increase in TSS values during storage. The results are consistent with those reported by Altunkaya et al. (2013), who investigated the effect of pomegranate peel extract on the total soluble solids of apple juice. Similarly, another study by Phaiphon et al. (2019) reported an increase in TSS when shallot extract was added to apple juice at concentrations ranging from 0.5% to 2%.

Table 1. Physicochemical properties of Fortified Quince Juices

	Extract Ratio	1 st day	7 th day	Sig.
pH	Control	3.60 \pm 0.01 ^a	3.56 \pm 0.01 ^a	*
	1%	3.59 \pm 0.00 ^b	3.55 \pm 0.01 ^b	*
	2%	3.58 \pm 0.01 ^b	3.54 \pm 0.00 ^c	*
	3%	3.57 \pm 0.01 ^c	3.53 \pm 0.01 ^c	*

Titrateable Acidity (TA)	Control	0.59±0.01 ^d	0.61±0.01 ^d	n.s.
	1%	0.62±0.01 ^c	0.65±0.01 ^c	*
	2%	0.70±0.01 ^b	0.71±0.01 ^b	n.s.
	3%	0.74±0.01 ^a	0.75±0.01 ^a	n.s.
Total Soluble Solids (TSS)	Control	11.10±0.00 ^d	11.17±0.00 ^c	*
	1%	11.20±0.01 ^c	11.24±0.03 ^c	*
	2%	11.70±0.01 ^b	11.84±0.03 ^b	*
	3%	11.80±0.00 ^a	11.97±0.00 ^a	*

Control: No extract added; TA, citric acid%; TSS, Brix. *: statistically significant difference at $p < 0.05$; n.s.: non-significant difference ($p > 0.05$). Results are given as mean \pm standard deviation. ^{a-d}: different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$)

3.2. Antioxidant Properties

The total phenolic content (TPC) in the quince juices was significantly influenced by the different extract ratios applied, as presented in Table 2. The higher concentrations of the extract resulted in significantly greater TPC compared to the lower concentrations. At the end of the 7-day storage period, the TPC values in quince juices with 3% extract added (395.82 ± 4.97 mg GAE/L) were higher compared to other samples, attributed to the increased ratio of carotenoid extract rich in antioxidant phenolic compounds (Viñas-Ospino et al., 2023). The TPC in quince juices exhibited a significant reduction over the 7-day storage period across all sample groups. The percentage decrease in TPC was most pronounced in the control group, with a reduction of approximately 44.29%. In samples with 2% extract, the TPC decreased by about 40.68%, while the 1% extract-treated juices showed a smaller reduction of 29.02%. Notably, the juices with the highest concentration of extract (3%) experienced the least reduction, with only a 22.73% decrease in TPC over the storage period. These results suggest that higher concentrations of carotenoid extract may contribute to greater retention of phenolic compounds during storage. The antioxidant capacity of quince juices measured using the ABTS, DPPH, and FRAP assays, demonstrated significant differences across various extract ratios and storage periods. In the ABTS assay, all sample groups showed a significant decrease in antioxidant capacity after 7 days of storage, with the 3% extract group maintaining the highest antioxidant capacity (1197.18 ± 4.94 mg TE/L) compared to the control group (920.26 ± 4.65 mg TE/L). Similarly, the DPPH assay revealed significant reductions in antioxidant capacity for the control and 1% extract groups over the storage period, while the 2% and 3% extract groups exhibited no statistically significant differences between the 1st and 7th day, indicating better stability. In the FRAP assay, the control and 1% extract groups showed significant decreases in antioxidant capacity after storage, whereas the 2% and 3% extract groups maintained their antioxidant capacity without significant changes, suggesting that higher concentrations of the carotenoid extract help preserve the antioxidant properties of the juice during storage.

Table 2. Antioxidant Properties of Fortified Quince Juices

Extract Ratio	1 st day	7 th day	Sig.
Control	368.70±9.82 ^b	205.42±3.88 ^d	*

Total Phenolic Content (TPC)	1%	357.12±8.85 ^c	253.45±5.18 ^c	*
	2%	499.77±2.98 ^a	296.40±5.64 ^b	*
	3%	512.20±6.11 ^a	395.82±4.97 ^a	*
	Control	1299.74±5.20 ^{bc}	920.26±4.65 ^c	*
Antioxidant Capacity (ABTS)	1%	1238.21±5.55 ^c	1033.08±4.79 ^b	*
	2%	1386.92±5.71 ^{ab}	1061.28±4.25 ^b	*
	3%	1427.95±5.95 ^a	1197.18±4.94 ^a	*
	Control	408.12±7.89 ^c	323.19±2.66 ^d	*
Antioxidant Capacity (DPPH)	1%	426.38±9.22 ^b	379.71±5.31 ^c	*
	2%	419.13±7.73 ^{bc}	395.65±4.60 ^b	n.s.
	3%	503.77±3.29 ^a	427.54±3.51 ^a	n.s.
	Control	64.59±2.80 ^d	41.00±1.58 ^d	*
Antioxidant Capacity (FRAP)	1%	130.26±3.75 ^b	108.90±1.23 ^b	*
	2%	104.17±3.94 ^c	98.04±0.61 ^c	n.s.
	3%	147.60±2.63 ^a	122.03±1.46 ^a	n.s.

Control: No extract added; TPC, mg gallic acid/L; ABTS, mg Trolox/L; DPPH, mg Trolox/L; FRAP, μ mol Trolox/L.

*: statistically significant difference at $p < 0.05$; n.s.: non-significant difference ($p > 0.05$). Results are given as mean \pm standard deviation. ^{a-d}: different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$)

3.3. Color Analyses

The CIELAB color parameters (L^* , a^* , b^*) of quince juice samples demonstrated significant changes over the 7-day storage period, influenced by the varying concentrations of carotenoid extracts (Table 3). The L^* value, representing lightness, decreased significantly across all sample groups ($p < 0.05$), with the most substantial reduction observed in samples treated with 3% extract. This decline in lightness indicates a darkening effect, likely due to the accumulation of carotenoids, which absorb light and contribute to the darker appearance of the extracts. The a^* values, initially negative, shifted towards positive across the storage period, reflecting an increase in redness. This change was most pronounced in the 3% extract group, suggesting that the higher concentration of carotenoids may enhance the formation of red pigments, potentially through oxidation processes (Kumar et al., 2023). The b^* values, which indicate yellowness, also decreased significantly over time ($p < 0.05$), yet the highest b^* values were consistently found in the 3% extract-treated samples, highlighting the dominant yellow tones associated with higher carotenoid content. The chroma values, which measure color intensity, decreased across all groups during storage but remained highest in the 3% extract group, underscoring the role of carotenoids in maintaining color vibrancy. The hue angle remained relatively stable across the storage period, indicating that the overall color tone of the samples did not change dramatically. However, the ΔE values, representing the total color difference, showed significant reductions ($p < 0.05$) in all samples, indicating notable color changes over time.

Lastly, the browning index increased significantly, particularly in the 3% extract group, suggesting that higher carotenoid concentrations might be more prone to oxidative browning during storage. These findings collectively suggest that higher concentrations of carotenoid extracts can preserve the vibrancy of the color while also influencing the degree of browning and overall color stability during storage (Dallagi et al., 2023; Sebdani and Abbasi, 2023).

Table 3. Color Analysis Results of Fortified Quince Juices

	Extract Ratio	1 st day	7 th day	Sig.
<i>L</i>*	Control	65.27±0.04 ^a	54.27±0.25 ^a	*
	1%	63.45±0.24 ^b	52.40±0.86 ^b	*
	2%	61.90±0.25 ^c	51.62±0.39 ^b	*
	3%	60.51±0.83 ^d	48.89±0.08 ^c	*
<i>a</i>*	Control	-1.90±0.06 ^b	-1.20±0.06 ^c	*
	1%	-1.71±0.04 ^b	-0.96±0.11 ^b	*
	2%	-1.35±0.09 ^a	-0.94±0.02 ^b	*
	3%	-0.86±0.04 ^a	-0.27±0.04 ^a	*
<i>b</i>*	Control	19.09±0.14 ^d	9.97±0.03 ^d	*
	1%	23.25±0.38 ^c	11.64±0.60 ^c	*
	2%	26.17±0.06 ^b	13.70±0.24 ^b	*
	3%	28.47±0.43 ^a	16.34±0.01 ^a	*
Croma Value	Control	19.18±0.13 ^d	10.04±0.03 ^d	*
	1%	23.32±0.38 ^c	11.68±0.61 ^c	*
	2%	26.21±0.05 ^b	13.73±0.24 ^b	*
	3%	28.48±0.43 ^a	16.34±0.01 ^a	*
Hue	Control	-84.32±0.20 ^a	-83.12±0.33 ^a	n.s.
	1%	-85.79±0.07 ^a	-85.28±0.29 ^b	n.s.
	2%	-87.04±0.19 ^b	-86.09±0.16 ^c	n.s.
	3%	-88.27±0.06 ^c	-89.04±0.15 ^d	n.s.
ΔE	Control	68.03±0.07 ^a	55.19±0.25 ^a	*
	1%	67.60±0.35 ^{ab}	53.69±0.97 ^b	*
	2%	67.21±0.21 ^{bc}	53.42±0.43 ^b	*

	3%	66.88±0.57 ^c	51.55±0.07 ^c	*
Browning Index	Control	0.197±0.005 ^d	0.009±0.001 ^c	*
	1%	0.319±0.006 ^c	0.011±0.001 ^c	*
	2%	0.432±0.003 ^b	0.016±0.001 ^b	*
	3%	0.648±0.003 ^a	0.021±0.003 ^a	*

Control: No extract added; ΔE, total color change; *: statistically significant difference at $p < 0.05$; n.s.: non-significant difference ($p > 0.05$). Results are given as mean ± standard deviation. ^{a-d}: different letters in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

4. CONCLUSION

This study demonstrates the significant impact of carotenoid extract fortification on the physicochemical, antioxidant, and color properties of quince juice. The addition of carotenoid extracts at varying concentrations not only enhanced the nutritional profile of the juice by increasing total phenolic content and antioxidant capacity but also influenced its physicochemical attributes such as pH, titratable acidity, and total soluble solids. The results reveal that higher concentrations of the carotenoid extracts led to greater retention of phenolic compounds and antioxidant properties during storage, particularly in the 3% extract group, which consistently showed the highest levels of TPC and antioxidant activity. Moreover, the color analysis indicated that the fortification with carotenoid extracts resulted in significant changes in color parameters, with a noticeable darkening effect (decrease in L* value), an increase in redness (a* value), and the maintenance of yellowness (b* value), especially in samples with higher extract concentrations. The chroma values and browning index further supported the role of carotenoid content in preserving color vibrancy and stability over time. These findings suggest that the use of ultrasound-assisted enzymatic extraction of carotenoids from lemon peel is an effective strategy for enhancing the functional and sensory properties of quince juice, thereby contributing to the development of functional beverages with added health benefits. This study underscores the potential of natural bioactive compounds in food fortification, highlighting their importance in meeting consumer demand for health-promoting products.

5. REFERENCES

- Altunkaya, A., Hedegaard, R. V., Harholt, J., Brimer, L., Gökmen, V., & Skibsted, L. H. (2013). Palatability and chemical safety of apple juice fortified with pomegranate peel extract. *Food & Function*, 4(10), 1468-1473. <https://doi.org/10.1039/C3FO60150A>.
- Al-Zughbi, I., & Krayem, M. (2022). Quince fruit *Cydonia oblonga* Mill nutritional composition, antioxidative properties, health benefits and consumers preferences towards some industrial quince products: A review. *Food Chemistry*, 393, 133362. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133362>.
- Arabshahi-Delouee, S., & Urooj, A. (2007). Application of phenolic extracts from selected plants in fruit juice. *International journal of food properties*, 10(3), 479-488. <https://doi.org/10.1080/10942910600891279>.
- Arfaoui, L. (2021). Dietary plant polyphenols: Effects of food processing on their content and bioavailability. *Molecules*, 26(10), 2959. <https://doi.org/10.3390/molecules26102959>.

- Ashoor, S. H., & Zent, J. B. (1984). Maillard browning of common amino acids and sugars. *Journal of Food Science*, 49(4), 1206-1207. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1984.tb10432.x>.
- Burdurlu, H. S., & Karadeniz, F. (2003). Effect of storage on nonenzymatic browning of apple juice concentrates. *Food chemistry*, 80(1), 91-97. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00245-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00245-5).
- Cheng, G., Zhu, J., Si, J., Wu, T., Chen, J., Xu, X., ... & Zhou, L. (2024). Optimization of Ultrasound-assisted Enzymatic Extraction, Chemical Constituents, Biological activities, and Stability of *Camellia oleifera* Fruit Shell Brown Pigments. *LWT*, 116625. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116625>.
- Cory, H., Passarelli, S., Szeto, J., Tamez, M., & Mattei, J. (2018). The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review. *Frontiers in nutrition*, 5, 370438. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00087>.
- Dallagi, W., Rguez, S., Hammami, M., Bettaieb Rebey, I., Bourgou, S., & Hamrouni Sellami, I. (2023). Optimization of processing conditions to enhance antioxidant and carotenoid contents of carrot juice. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17(5), 4384-4393. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-01950-4>.
- Gao, H. H., Lv, T. T., Gao, X., Zhang, Y. W., Yuan, J. Y., Qin, Z., ... & Wang, X. D. (2023). Interaction between Chinese quince fruit proanthocyanidins and soy protein isolate: Effects on physical and oxidative stability of oil-in-water emulsions. *LWT*, 189, 115484.
- Han, K. N., Meral, H., & Demirdöven, A. (2024). Recovery of carotenoids as bioactive compounds from peach pomace by an eco-friendly ultrasound-assisted enzymatic extraction. *Journal of Food Science and Technology*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s13197-024-06001-4>.
- Hanan, E., Sharma, V., & Ahmad, F. J. (2020). Nutritional composition, phytochemistry and medicinal use of quince (*Cydonia oblonga* Miller) with emphasis on its processed and fortified food products. *J. Food Process. Technol*, 11(6), 1-13.
- Jiao, X., Zhang, M., Zhang, M., Hao, L., & Wu, C. (2024). Ultrasound-assisted enzymatic extraction, structural characterization, and anticancer activity of polysaccharides from *Rosa roxburghii* Tratt fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, 259, 127926. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127926>.
- Komiljonovna, K. H., Kyzy, K. D. M., & Kyzy, B. G. R. (2022). Quince fruit and its useful properties. *Academica: An International Multidisciplinary Research Journal*, 12(3), 254-259. <https://doi.org/10.5958/2249-7137.2022.00209.9>.
- Kumar, G., Upadhyay, S., Yadav, D. K., Malakar, S., Dhurve, P., & Suri, S. (2023). Application of ultrasound technology for extraction of color pigments from plant sources and their potential bio-functional properties: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 46(6), e14238. <https://doi.org/10.1111/jfpe.14238>.
- Meral, H., & Demirdöven, A. (2024). Green extraction of carotenoids from lemon peels. *Gıda*, 49(3), 580-593. <https://doi.org/10.15237/gida.GD24039>.
- Meral, H., Han, K. N., & Demirdöven, A. (2022). Şeftali posasından elde edilen karotenoid ekstraktının limonata kalitesine etkisi.

Najman, K., Adrian, S., Sadowska, A., Świąder, K., Hallmann, E., Buczak, K., ... & Szterk, A. (2023). Changes in physicochemical and bioactive properties of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) and its products. *Molecules*, 28(7), 3066. <https://doi.org/10.3390/molecules28073066>.

Radovic, A., Nikolic, D., Milatovic, D., Djurovic, D., & Trajkovic, J. (2016). Investigation of pollen morphological characteristics in some quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(3), 441-449. <https://doi.org/10.3906/tar-1511-76>.

Sebdani, M. M., & Abbasi, H. (2023). Green extraction of carotenoids from pumpkin with ultrasound-assisted method; optimization using response surface methodology. *Microchemical Journal*, 193, 109092. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.109092>.

Viñas-Ospino, A., Panić, M., Radojčić-Redovniković, I., Blesa, J., & Esteve, M. J. (2023). Using novel hydrophobic deep eutectic solvents to improve a sustainable carotenoid extraction from orange peels. *Food bioscience*, 53, 102570.

Wojdyło, A., Nowicka, P., Turkiewicz, I. P., Tkacz, K., & Hernandez, F. (2021). Comparison of bioactive compounds and health promoting properties of fruits and leaves of apple, pear and quince. *Scientific reports*, 11(1), 20253. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99293-x>.

Xu, L., Guo, S., Li, Y., Guo, W., Guo, X., & Hong, S. (2023). Ultrasound-Assisted Enzymatic Extraction and Bioactivity Analysis of Polypeptides from *Cordyceps militaris*. *Journal of Chemistry*, 2023(1), 1233867. <https://doi.org/10.1155/2023/1233867>.

ORTADOĞU'DA İSRAİL – FİLİSTİN SAVAŞININ DÜNYA DENİZCİLİĞİNE ETKİSİ VE SÜVEYŞ KANALI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Dr. Ali Umut ÜNAL

Öğr.Gör.Dr., Kocaeli Üniversitesi, Deniz İşletmeciliği, Orcid: 0000-0002-2575-6379

ÖZET

Deniz taşımacılığı, küresel ticaret kapsamında yük taşımalarının en çok yapıldığı taşıma türü olarak liderliğini korumaktadır. Denize sınırı olan tüm ülkelerin sınır olmayan ülkelere göre ekonomik anlamda öne geçmelerini sağlamaktadır. Deniz taşımacılığının gerçekleşmesini sağlayan gemiler güvenli seyir yapmaları sayesinde deniz ticareti sürdürülebilmektedir. Gemiler uluslararası sularda ağırlıklı meteoroloji olaylarından kaynaklı problemler yaşamaktadırlar. Ağır hava koşullarından kaynaklı olası rotadan sapmalar, varış zamanında gecikmeler, deniz ve hava olaylarından kaynaklı gemi kaynaklı hasar alma hatta gemi batma olayları yaşanmaktadır. Bu sayılan sebeplerden dolayı deniz taşımacılığında gemiler uluslararası sulara göre ülkelerin karasularında, boğaz, kanal ve dar su yollarında daha güvenli seyirler gerçekleştirmektedirler. Fakat ülkelerin kara sularında güvenli seyir kavramı özellikle son dönemlerde Kızıldeniz ve Aden Körfezi bölgesinde gemilere yönelik gerçekleştirilen saldırılar bu görüşün ortadan kalkmasına sebep olmuştur. Dünya denizciliği, Kızıldeniz ve Aden körfezinde gemilere yapılan saldırılardan kaynaklı çevresinde ticaret rotası açısından çok önemli olan Süveyş kanalını kullanmaktan kaçınmaya başlamıştır. Süveyş kanalı dünya deniz ticareti açısından alternatifsiz önemli bir geçiş noktası olan bu kanalın kullanılamaması sonucunda yeni ticari rotalar belirlenmektedir.

Bu çalışmada dünya üzerinde alternatif olmayan geçişlerden birisi olan Süveyş kanalının önemi ve Ortadoğu'da devam etmekte olan İsrail – Filistin savaşında Süveyş kanalının genel durumu ve gemi geçişleri incelenmeye çalışılmıştır. Süveyş kanalında meydana gelen gemi saldırıları sonucunda oluşturulan yeni ticari rotaların deniz taşımacılığına maliyetleri incelenmeye çalışılarak dünya denizciliğine yüklenen maliyet artışları da araştırılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deniz Ulaştırma ve İşletmeciliği, Deniz İşletmeciliği, Süveyş Kanalı, Deniz Ulaşımı.

ABSTRACT

Maritime transport maintains its leadership as the most common type of freight transport within the scope of global trade. It enables all countries bordering the sea to get ahead economically compared to countries without borders. Maritime trade can be maintained thanks to the safe navigation of the ships that ensure the realisation of maritime transport. Ships experience problems in international waters mainly due to meteorological events. Possible deviations from the route due to severe weather conditions, delays in arrival time, damage to the ship caused by sea and weather events, and even ship sinking events are experienced. Due to these reasons, ships in maritime transport carry out safer navigation in the territorial waters of countries, straits, canals and narrow waterways compared to international waters. However, the concept of safe navigation in the territorial waters of the countries, especially the recent attacks on ships

in the Red Sea and the Gulf of Aden region have caused this view to disappear. World shipping has started to avoid using the Suez Canal, which is very important in terms of trade routes around the Red Sea and the Gulf of Aden due to the attacks on ships in the Red Sea and the Gulf of Aden. As a result of the inability to use the Suez Canal, which is an important transit point with no alternative in terms of world maritime trade, new commercial routes are determined.

In this study, the importance of the Suez Canal, which is one of the non-alternative transits in the world, and the general situation of the Suez Canal and ship transits during the ongoing Israeli-Palestinian war in the Middle East were tried to be examined. The costs of the new commercial routes created as a result of the ship attacks in the Suez Canal to maritime transport have been tried to be analysed and the cost increases imposed on the world shipping have also been tried to be investigated.

Key Words: Maritime Transport and Management, Maritime Management, Suez Canal, Maritime Transport.

1. GİRİŞ

Dünya çapında belki de en kalıcı ve karmaşık jeopolitik anlaşmazlıklardan biri olarak nitelendirilen İsrail-Filistin çatışması, kimlik, toprak talepleri ve dini yönden iç içe geçmiş derin tarihi köklere dayanmaktadır. İki ülke arasındaki çatışmalar kökenleri, hem Yahudiler hem de Araplar arasındaki milliyetçi hareketlerin gerileyen Osmanlı İmparatorluğu bağlamında şekillenmeye başladığı 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından 1948'de İsrail devletinin kurulması önemli bir dönüm noktası olmuştur.

Çatışma, savaşlar, ayaklanmalar ve barış süreçleri de dahil olmak üzere, her biri her iki tarafta da önemli şiddet ve acılara sahne olan çeşitli evrelerden geçerek gelişmiştir. Örneğin 1967'deki Altı Gün Savaşı, İsrail'in Batı Şeria ve Gazze Şeridi'ni işgal etmesiyle sonuçlanarak toprak anlaşmazlıklarını daha da karmaşık hale getirmiş ve bu bölgelerde İsrail yerleşimlerinin kurulmasına yol açmıştır (Ashraf, 2023).

Bölgesel güçler ve uluslararası örgütler de dahil olmak üzere dış aktörlerin rolü, çatışmanın dinamiklerini şekillendirmede önemli olmuştur. Örneğin İslam ülkelerinin katılımı, Filistin davasını desteklemede çok önemli bir rol oynamış ve bunu genellikle sömürge karşıtı mücadele ve insan hakları gibi daha geniş bir bağlamda çerçevelemiştir (Ashraf, 2023). Birleşmiş Milletler'de, Filistin'in ayrı Yahudi ve Arap devletlerine bölünmesini öneren tartışmalı 181 sayılı karar da dahil olmak üzere, çatışmayı ele almayı amaçlayan çeşitli kararlarla bir rol oynamıştır (Ashraf, 2023). Ancak bu müdahalelerin etkinliği, her iki tarafın yerleşik pozisyonları ve yerel siyasetin karmaşıklığı nedeniyle çoğu zaman baltalanmıştır.

Çatışmanın çözümüne yönelik çabalar, her iki tarafın da uzlaşma ve barış süreçlerine bağlılık eksikliği sergilemesi nedeniyle çoğu zaman zorluklarla karşılaşmıştır. 1990'larda imzalanan Oslo Anlaşmaları önemli bir müzakere girişimini temsil etse de İkinci İntifada ve Hamas'ın yükselişi gibi sonraki gelişmeler barış ortamını karmaşık hale getirmiştir (Pratiwi vd., 2022). Birleşik bir Filistin liderliğinin yokluğu ve Filistin toplumunun bölünmüşlüğü, tutarlı bir barış stratejisi beklentilerini daha da karmaşık hale getirmektedir (Pratiwi vd., 2022).

Yukarıda bahsedildiği gibi İsrail – Filistin savaşı artık çözümlenmesi zor görünen bir süreçtedir bu savaş artık dünya denizciliğini tehdit eden bir durum haline gelmiştir. İki ülke arasındaki çatışmaların 7 Ekim 2023 tarihinde Hamas örgütünün silahlı kanadı İzzettin El-Kassam Tugayları tarafından başlatılan saldırıyla uluslararası bir krizde haline gelmiştir. İsrail

devletinin havadan ve karadan saldırıya cevap vermesiyle başlayan İsrail saldırıları dünya kamuoyunda büyük yankı uyandırmış ve diğer devletlerinde dolaylı yönden bu savaşa karışmalarına neden olmuştur.

Arap kökenli devletlerin İsrail'e karşı dolaylı veya doğrudan savaş ilan etmeleri ve çeşitli cephelerden saldırılar düzenlemeleri sonucunda dünya denizciliğinin önemli bir geçiş noktası olan Süveyş kanalından gemi geçişleri ciddi anlamda tehlikeye girmiş hatta bazı gemilere önemli saldırılar gerçekleştirilmiştir. Bu saldırılar sonucunda gemilerin güvenli geçiş hakları ellerinden alınarak yeni rotalar seçmeleri ve bu rotalar üzerinden seyir yapmaları nedeniyle taşıma maliyetlerinde ciddi artışlar ve yüklerin taşınma sürelerinde ciddi gecikmeler yaşanmıştır.

Süveyş Kanalı, açıldığı 1869 yılından bu yana Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayarak küresel deniz taşımacılığı için kritik bir arter görevi görmektedir. Bu stratejik su yolu, gemilerin Ümit Burnu çevresindeki alternatif rotaya kıyasla 3.000 deniz mili ve 5 ila 7 günlük seyahat süresiyle önemli ölçüde zaman ve mesafe tasarrufu yapmasını sağlamaktadır (Harun-Al-Rashid vd., 2022). Kanalın 200 ila 210 metre genişliğe ve 20 metreye kadar su çekimine sahip gemileri barındıran derinliğe sahip tasarımı, konteyner ve tanker gemileri de dahil olmak üzere çok çeşitli gemilerin geçişini kolaylaştırmaktadır (Desouky & Elhenawy, 2022). Kanalın önemi, dünya deniz ticaretinin önemli bir bölümünü gerçekleştirmesi ve tahminlere göre küresel ticaretin %12'sinden fazlasının bu rotadan geçmesi ile vurgulanmaktadır (Elsayed, 2023). Son dönemlerde yaşanan İsrail – Filistin savaşından dolayı diğer ülkelerinde taraf olması sonucunda Kızıldeniz'de gemilere karşı terör saldırıları gerçekleşmeye başlamıştır. Bu saldırılar sonucunda gemiler ciddi kayıplar alıp gemi batma ve yük kayıpları meydana gelmiştir. Denizcilik şirketleri son dönemlerde rotalarını Ümit Burnu üzerinden gemilerin seyir rotalarını değiştirmişlerdir. Bu değişimlerin maliyet ve zaman açısından ciddi kayıpları oluşmaktadır.

Çalışmada diğer devletlerinde İsrail – Filistin savaşına taraf olmaları sonucunda Süveyş kanalında ve Aden Körfezinde meydana gelen gemi saldırılarının etkisi ve dünya ticaretinin bu saldırılar sonucu meydana gelen kayıplar ve meydana gelen değişimler incelenmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR

İsrail – Filistin savaşı ve Süveyş kanalı ile ilgili literatürde geçen çalışmalar aşağıda verilmiştir. Özkoç (2009), Savaş ve barış: doksanlı yıllarda Filistin-İsrail sorunu adlı çalışmasında savaşan iki devletin ekonomik anlamda birbirlerine olan bağımlılıklarından bahsedilmiştir.

Kutsal (2009), İsrail-Filistin İhtilafı Özelinde Politik Bir Araç Olarak Su adlı çalışmasında İsrail devletinin suya olan bağımlılığı ve Filistin devletinde yaşanan su ile sıkıntılara yer verilmiştir.

Kemiksiz (2018), Arap-İsrail sorunu ve bölgesel yansımaları adlı çalışmasında Arap devletleri ile İsrail devletinin savaşları ve İsrail devletinin kuruluşundan itibaren meydana gelen olaylar incelenmiştir.

Yıldırım (2021), İsrail-Filistin sorununda iki devletli çözüm arayışları adlı çalışmasında iki devletin çözüm yolundaki engeller ve fırsatlara değinilmiştir.

Özer (2023), Uluslararası politika açısından Filistin sorunu adlı çalışmasında Türkiye, Avrupa Birliği, ABD ve Çin'in yaklaşım politikaları uluslararası hukuk açısından incelenmiştir.

Alp, E. (2023). İsrail-Filistin çatışmasına yönelik Çin dış politikası adlı çalışmasında Çin devletinin zamanla değişimi ve ikili politikalarına değinilmiştir.

Canbey, (2024), İsrail–Filistin savaşında uluslararası kuruluşların göstermiş olduğu diplomasi performansının incelenmesi: BM örneği adlı çalışmasında doküman inceleme yöntemiyle BM kararları incelenmiş betimsel analizle çözümlenerek BM göstermiş olduğu performans incelenmiştir.

Topuz ve Arafat (2023), Birleşmiş Milletler güvenlik konseyi kararlarının Filistin–İsrail barış sürecine etkisi adlı çalışmalarında Birleşmiş Milletlerin 1946 – 2022 yılları arasında almış oldukları kararlar incelenmiş ve barışa engel olan sorunlar dört başlık altında incelenmiştir.

Topuz (2023), Çatışma çarkı çözümlenmesi ekseninde Filistin–İsrail sorunu adlı çalışmada yazar konu sorunu altı farklı boyutta çatışma çarkı yöntemiyle tarafsız şekilde incelemiştir.

3. BULGULAR

3.1. İsrail – Filistin Savaşının Dünya Denizciliğine Etkisi

Önemli bir denizcilik geçiş noktası olan Süveyş Kanalı, Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayarak küresel deniz taşımacılığı için kritik bir kanal görevi görmektedir. Kanalın stratejik önemi, küresel ticaretin yaklaşık %12'sini oluşturması ve her yıl binlerce geminin geçişini kolaylaştırması ile vurgulanmaktadır. Kanalın coğrafi konumu sadece uluslararası ticaretteki rolünü arttırmakla kalmıyor, aynı zamanda onu çevresel etkiler, nakliye sıkışıklığı ve jeopolitik gerilimler de dahil olmak üzere çeşitli zorluklara karşı hassas hale getiriyor. Kanalın operasyonel dinamikleri ve küresel deniz taşımacılığı üzerindeki etkileri çok yönlüdür ve günümüz deniz lojistiğindeki rolü kapsamlı ve büyüktür.

Süveyş Kanalı, küresel kargo taşımacılığının yaklaşık %12'sini ve konteyner ticaretinin %30'unu kolaylaştıran ve böylece uluslararası tedarik zincirlerini önemli ölçüde etkileyen çok önemli bir deniz yolu olarak hizmet vermektedir (Ranzan, 2024).

Süveyş Kanalı'nın en önemli özelliklerinden biri küresel nakliye rotaları üzerindeki etkisidir. Kanal, gemilerin Afrika'nın güney ucundaki uzun yolculuğu atlamasına olanak tanıyarak seyahat süresini ve maliyetleri önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu verimlilik, zamana duyarlı teslimatların çok önemli olduğu konteyner taşımacılığı için özellikle çok önemlidir. Süveyş Kanalı'nın tasarımı, 20 metreye kadar su çekimi olan büyük gemileri barındırarak önemli miktarda deniz trafiğini idare etmesini sağlamakta ve böylece dünyanın en işlek nakliye rotalarından biri olma statüsünü pekiştirmektedir (Li, 2023; Elsayed, 2023).

Deniz taşımacılığındaki gecikmeler maliyetlerin artmasına ve tedarik zinciri verimsizliklerine yol açabileceğinden, bu tür tıkanıklıkların ekonomik sonuçları çok derindir. Araştırmalar, kısa vadeli aksaklıkların bile, özellikle tam zamanında envanter sistemlerine dayanan sektörlerde, küresel piyasalar üzerinde basamaklı etkileri olabileceğini göstermiştir (Li, 2023; Yang, 2024).

Süveyş Kanalı'nın stratejik önemi, başlangıcından bu yana onu jeopolitik ilgi ve gerilimlerin odak noktası haline getirmiştir. Mısır'ın kanalı millileştirmesinin Birleşik Krallık, Fransa ve İsrail'in askeri müdahalesine yol açtığı 1956 Süveyş Krizinde en iyi örnektir. Krizde kanalın uluslararası çatışmalara karşı kırılganlığının ve küresel ekonomik istikrar açısından önemi anlaşılmıştır. Kanal operasyonlarında önemli aksamalara yol açmış ve jeopolitik gerilimlerin küresel ticaret yollarını doğrudan etkileme potansiyeli ortaya çıkmıştır.

Süveyş Kanalı, İsrail'in Sina Yarımadası'nı işgal ettiği Altı Gün Savaşı'nın başlamasının ardından 1967 ve 1975 yılları arasında da kapatılmıştır. Süveyş Kanalı, Mısır 1975 yılında Sina Yarımadası'nın tamamını yeniden ele geçirene kadar Mısır ve İsrail arasındaki çatışmanın ön cephesi haline gelmiştir. Mısır, askeri üslerin inşası da dahil olmak üzere kanalın güvenliğini

sağlamak için önemli adımlar atmıştır kesinti potansiyeli küresel nakliye çıkarları için bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir.

Tarihsel olarak, İsrail-Filistin çatışması on yıllar boyunca gelişen şiddet döngülerine sahne olmuş, her savaş bölgesel dinamikler ve hem İsraililerin hem de Filistinlilerin algıları üzerinde kalıcı bir etki bırakmıştır. Bu tarihsel arka plan, İsrail tarafından kullanılan mevcut denizcilik ve askeri stratejileri anlamak için çok önemlidir, çünkü bunlar genellikle varoluşsal tehdit ve ulusal güvenlik anlatısı içinde çerçevelenmektedir.

Bir dizi savaş ve askeri angajmanla karakterize edilen İsrail-Filistin çatışması, sadece ilgili taraflar için değil, aynı zamanda uluslararası deniz hukuku ve daha geniş jeopolitik manzara için de derin etkilere sahiptir. Düşmanlıkların son dönemde tırmanması, özellikle de 7 Ekim 2023'te Hamas'ın İsrail'e yönelik saldırısı, özellikle denizde uluslararası olmayan silahlı çatışmalar (NIAC) bağlamında, deniz savaşını yöneten yasal çerçeveleri çevreleyen tartışmaları yeniden alevlendirdi. Bu durum, İsrail'in Hamas ve Hizbullah gibi gruplara karşı uyguladığı deniz ablukalarının tarihsel bağlamı ile birleşerek, bu tür eylemlerin yasallığı ve insani sonuçları hakkında kritik soruları gündeme getirmektedir (Fink, 2023; Fink, 2011).

İsrail-Filistin çatışması bağlamında deniz savaşını çevreleyen hukuki söylem özellikle karmaşıktır. Savaş sırasında deniz savaşı hukukunun uygulanması, denizde gerçekleştirilen eylemlere rehberlik edecek çok az açık yasal emsal ile belirsizliğini korumaktadır (Fink, 2023). Farklı devletler ve örgütler silahlı çatışma hukukunu farklı şekillerde yorumladığından, bu tür ablukaların yasallığı konusunda uluslararası toplumda fikir birliği olmaması durumu daha da karmaşık hale getirmektedir (Fink, 2011).

Deniz operasyonları ve ablukalar İsrail'in askeri stratejisinin ayrılmaz bir parçası olduğu için çatışmanın deniz boyutu da kritik önem taşıyor. Bu operasyonların etkinliği ve yasallığı sıklıkla tartışılmakta, bazıları ulusal güvenlik için gerekli olduğunu savunurken, diğerleri uluslararası hukuku ihlal ettiklerini ve insani krizleri şiddetlendirdiklerini iddia etmektedir (Fink, 2023; Fink, 2011). Bölgede devam eden deniz ihtilafları, özellikle devlet dışı aktörler söz konusu olduğunda, silahlı çatışma bağlamında deniz hukukunu uygulamanın karmaşıklığını vurgulamaktadır.

Çatışma gelişmeye devam ettikçe, uluslararası toplum bir yandan deniz savaşının hukuki ve siyasi karmaşıklıklarını aşmaya çalışırken diğer yandan da etkilenen nüfusun insani ihtiyaçlarını karşılama konusunda önemli zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Hem silahlı çatışmayı yöneten yasal çerçeveleri hem de askeri eylemlerin insani sonuçlarını dikkate alan kapsamlı bir yaklaşıma duyulan ihtiyaç son derece önemlidir. Bu, mevcut yasal standartların etkinliğinin yeniden değerlendirilmesini ve insan hakları ve insani hususlara öncelik veren çatışma çözümü için yeni yolların araştırılması gerekmektedir.

İsrail-Filistin çatışması, özellikle de deniz boyutuyla, hukuki, psikolojik, ekonomik ve insani boyutları kapsayan çok yönlü bir sorun teşkil etmektedir. Bu faktörlerin karşılıklı etkileşimi, çatışmanın, tarihsel mağduriyetleri, uluslararası hukukun karmaşıklığının ele alınması gerekmektedir.

Süveyş Kanalı her yıl milyarlarca ton yük taşıyan binlerce geminin geçişini kolaylaştırmaktadır. Özellikle petrol, sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG), tahıl ve diğer çeşitli yüklerin taşınması için çok önemlidir. Akdeniz ve Kızıldeniz arasında doğrudan bir rota sağlayan kanal, Avrupa ve Asya arasındaki nakliye rotaları için seyahat süresini önemli ölçüde azaltarak nakliye maliyetlerini düşürmekte ve malları dünya çapında daha uygun fiyatlı hale getirmektedir.

Kanal, dünya petrol talebinin yaklaşık %9'u için bir kanal görevi görerek küresel petrol piyasası için özellikle kritik bir öneme sahiptir. Kanalın önemi, 1956'da ve daha yakın zamanda 2021'de olduğu gibi, petrol fiyatlarında ani artışlara yol açan ve nakliyecileri Ümit Burnu gibi daha uzun ve daha maliyetli alternatif rotalar aramaya sevk eden kapanışlar sırasında vurgulanmıştır.

Kanalın küresel ticaretteki rolü, Mart 2021'de Ever Given'in neden olduğu tıkanıklık sırasında çarpıcı bir şekilde vurgulanmıştır; bu durum deniz trafiğinde önemli gecikmelere ve aksamalara yol açmış, 400'den fazla gemiyi etkilemiş ve küresel tedarik zincirlerinde dalgalanma etkisine neden olmuştur (Man-yin & Yin-cheung, 2021; Khan & Rahman, 2021).

Bu kapanışlar aynı zamanda dünyanın kanala olan bağımlılığının altını çizdi ve boru hatları ve genişletilmiş nakliye yolları da dahil olmak üzere alternatif nakliye yöntemlerine olan ilgiyi artırdı.

Bu alternatiflere rağmen Süveyş Kanalı'nın petrol endüstrisi ve küresel ticaret için stratejik önemi eşsizliğini korumakta ve uluslararası ticaret zincirinin önemli bir halkası olduğunun altını çizmektedir.

Artan deniz trafiği hacmi, denizcilik uygulamalarının sürdürülebilirliği ve çevresel etkilerin azaltılması için düzenleyici tedbirlere duyulan ihtiyaç hakkında soruları gündeme getirmektedir. Küresel deniz taşımacılığı genişlemeye devam ettikçe, Süveyş Kanalı'nın bu büyümeyi kolaylaştırmadaki rolü, deniz ortamlarını koruma ve deniz taşımacılığıyla ilişkili karbon emisyonlarını azaltma çabalarıyla dengelenmelidir (Tawfiq vd., 2017).

Dünya denizciliği İsrail -Filistin savaşının etkilerinden dolayı ciddi saldırı riski altındadır. Bölgeye sefer yapan gemilerin saldırı riskinin çok yüksek olmasının yanından bölgeden geçmekte olan gemilerin saldırı riskleri her geçen gün artmaktadır. Son dönemde Süveyş Kanalı'nı kullanan gemilerin Kızıldeniz'de ve Aden Körfezinde uğradıkları saldırılar endişeleri dahada arttırmaktadır.

Özellikle petrol ürünleri taşıyan gemilere yapılan saldırılar sadece ticari kayıplara değil aynı zamanda çevresel ve denizsel kirliliklere yol açmaktadır. Denizcilik firmaları son dönemlerde artan saldırılardan dolayı yeni rotalar belirlemeye ve gemilerini güvende tutmaya çalışmaktadırlar. Meydana gelen bu rota değişiklikleri sefer maliyetlerinde artmalara, ürünlerin tedarik sürelerinde gecikmelere, taşıma fiyatlarında yükselmelere ve ürünlerin piyasada fiyatlarını artmasına sebep olmaktadır.

3.2. İsrail – Filistin Savaşının Süveyş Kanalına Etkisi

1869'da açılan Süveyş Kanalı, Akdeniz'i Kızıldeniz'e bağlayan kritik bir deniz geçidi görevi görerek küresel ticareti ve deniz biyoçeşitliliğini önemli ölçüde etkilemiştir. Kanalın kuruluşu nakliye rotalarında devrim yaratmıştır. Ayrıca Süveyş Kanalı'nın küresel ticaretteki rolü de göz ardı edilemez. Deniz taşımacılığı için hayati bir geçiştir ve küresel ticaretin önemli bir yüzdesi buradan geçmektedir. Küresel ticaretin yaklaşık %12'sini kolaylaştırarak tarihteki en önemli mühendislik başarılarından biridir. Avrupa'ya giden Çin mallarının yaklaşık %60'ının bu rota üzerinden taşınması, kanalın uluslararası ticaretteki önemi büyüktür.

Avrupa ve Asya'yı birbirine bağlayan önemli bir deniz yolu olan Süveyş Kanalı, uzun zamandır uluslararası ticaretin ve jeopolitik gerilimlerin odak noktası olmuştur. Stratejik önemi onu terörizm de dâhil olmak üzere çeşitli güvenlik tehditlerine açık hale getirmektedir. Kanal, küresel ticaretin yaklaşık %12'sini kolaylaştırarak küresel tedarik zincirindeki öneminin altını çizmektedir (Elsayed, 2023). Bu bölgedeki terör saldırıları potansiyeli, kanalın yoğun trafiği ve deniz ticareti için kritik bir tıkanma noktası olması nedeniyle artmaktadır. Süveyş Kanalı'nın korsanlık ve terörizm de dahil olmak üzere güvenlik risklerine karşı savunmasızlığı çeşitli

çalışmalarda kabul edilmiş ve sağlam deniz güvenliği önlemlerine duyulan ihtiyaç vurgulanmıştır (Elsayed, 2023; Lakhal & H'Mida, 2017).



şekil 1. Süveyş Kanalı'nın Uydu Görüntüsü, (Mappr, 2024).

Süveyş Kanalı'nı çevreleyen jeopolitik ortam, terörist faaliyet riskini artıracabilecek gerilimlerle doludur. Bölge, özellikle terör örgütlerinin yoğun olarak faaliyet gösterdiği Orta Doğu'da tarihsel bir çatışma bağlamına sahiptir. Orta Doğu ve Kuzey Afrika bölgesi, deniz güvenliğini önemli ölçüde etkileyebilecek terörist faaliyetlerin yuvası olarak nitelendirilmektedir (Tin vd., 2022). Süveyş Kanalı'nın çatışma bölgelerine yakınlığı, küresel ticareti sekteye uğratmak ve korku salmak isteyen terörist gruplar tarafından hedef alınma olasılığını artırmaktadır (Tin vd., 2022). Bu tehdit, kanalın gemilerin manevra kabiliyetini sınırlayan ve onları saldırılara karşı daha savunmasız hale getiren dar genişliği ve sığ derinliği ile daha da artmaktadır (Hossain, 2018).

Son yıllarda Süveyş Kanalı, özellikle 2015 yılında yeni bir şeridin inşasını da içeren genişletme çabalarının ardından deniz trafiğinde bir artışa tanık olmuştur. Trafikteki bu artış ticaret için faydalı olmakla birlikte, kanaldan geçen daha fazla gemi güvenlik ihlalleri için daha fazla fırsat sunduğundan, terörist saldırı potansiyeli konusunda endişeleri de artırmaktadır (Hossain, 2018). Kanalın stratejik önemi, onu korsanlık ve terörist saldırılar da dahil olmak üzere çeşitli sabotaj türlerinin hedefi haline getirmiştir; bu da yalnızca kanalın operasyonlarını değil, aynı zamanda daha geniş küresel tedarik zincirini de aksatabilir (zkanlısoy & Akkartal, 2022; Khan & Rahman, 2021). Süveyş Kanalı'nın 2021 yılında Ever Given konteyner gemisi tarafından kapatılması, bu kritik su yolundaki aksaklıkların nasıl geniş kapsamlı ekonomik sonuçlar doğurabileceğini rneklemiş ve deniz yollarının potansiyel terör eylemleri de dahil olmak üzere öngörülemeyen olaylara karşı savunmasızlığını vurgulamıştır (Man-yin & Yin-cheung, 2021).

Dahası, Süveyş Kanalı bölgesindeki terör tehdidi sadece gemilere yönelik doğrudan saldırılarla sınırlı olmayıp, deniz güvenliği ve uluslararası ticaret üzerindeki daha geniş etkileri de kapsamaktadır. Terör olayları potansiyeli, nakliye şirketleri için sigorta maliyetlerinin artmasına, limanlarda güvenlik önlemlerinin artırılmasına ve hatta gemilerin kanaldan tamamen kaçınmak için yeniden yönlendirilmesine yol açabilir (Lakhal & H'Mida, 2017; zkanlısoy & Akkartal, 2022). Alternatif rotalar daha uzun ve daha maliyetli olabileceğinden ve nihayetinde

küresel ticaret dinamiklerini etkileyebileceğinden, bu değişimin önemli ekonomik sonuçları olabilir (Yang, 2024; Özkanlısoy & Akkartal, 2022). Deniz güvenliği ve ekonomik çıkarlar arasındaki etkileşim, Süveyş Kanalı'nda terörizmle ilişkili risklerin ele alınmasının önemini vurgulamaktadır.

Süveyş Kanalı'ndaki terörist saldırı potansiyeli, deniz güvenliğinde uluslararası iş birliğinin etkinliği konusunda da soru işaretleri yaratmaktadır. Kanalın küresel ticaret için önemi göz önüne alındığında, güvenlik protokollerini geliştirmek ve istihbarat paylaşmak için ülkeler arasında iş birliği çabaları şarttır (Elsayed, 2023; Tin vd., 2022). Bununla birlikte, bölgedeki jeopolitik gerilimler bu çabaları zorlaştırabilir, çünkü ülkeler ulusal çıkarlarını kolektif güvenlik girişimlerine göre önceliklendirebilir. Ulusal güvenlik ile uluslararası iş birliğini dengeleme zorluğu, Süveyş Kanalı'nı potansiyel terör tehditlerinden korumak için ele alınması gereken kritik bir konudur.

Süveyş Kanalı'nın jeopolitik önemi göz ardı edilemez. Küresel ticarete kritik bir tıkanma noktası olan kanal, çoğu zaman jeopolitik gerilimlerin merkezinde yer almaktadır. Bu hayati su yolunun kontrolü, özellikle bölgesel çatışmalar ve ticari anlaşmazlıklar bağlamında uluslararası ilişkiler üzerinde etkilere sahiptir. Kanalın stratejik önemi, denizcilik operasyonları için risk oluşturan korsanlık ve terörizm potansiyeli de dahil olmak üzere güvenlik endişelerinin artmasına neden olmuştur (Elsayed, 2023; Imamkulieva & Kondakova, 2022). Bu nedenle Süveyş Kanalı'nın güvenliği, küresel ticaret ağlarının istikrarının korunması açısından son derece önemlidir.

Süveyş Kanalı'nın bir deniz yolu olarak stratejik önemi, onu terörist saldırılar için potansiyel bir hedef haline getirmekte, sağlam güvenlik önlemleri ve uluslararası iş birliği gerektirmektedir. Kanalın tarihi bağlamı ve günümüzdeki jeopolitik gerilimler, bu hayati su yolundaki güvenlik tehditlerini ele almanın karmaşıklığının altını çizmektedir. Küresel ticaret büyük ölçüde Süveyş Kanalı'na dayanmaya devam ettikçe, terörizmle ilişkili risklerin anlaşılması ve azaltılması, uluslararası deniz ticaretinin istikrar ve güvenliğinin sağlanması için çok önemli olacaktır.



Şekil 2. Süveyş Kanalı Stratejik Önemi (Mappr, 2024).

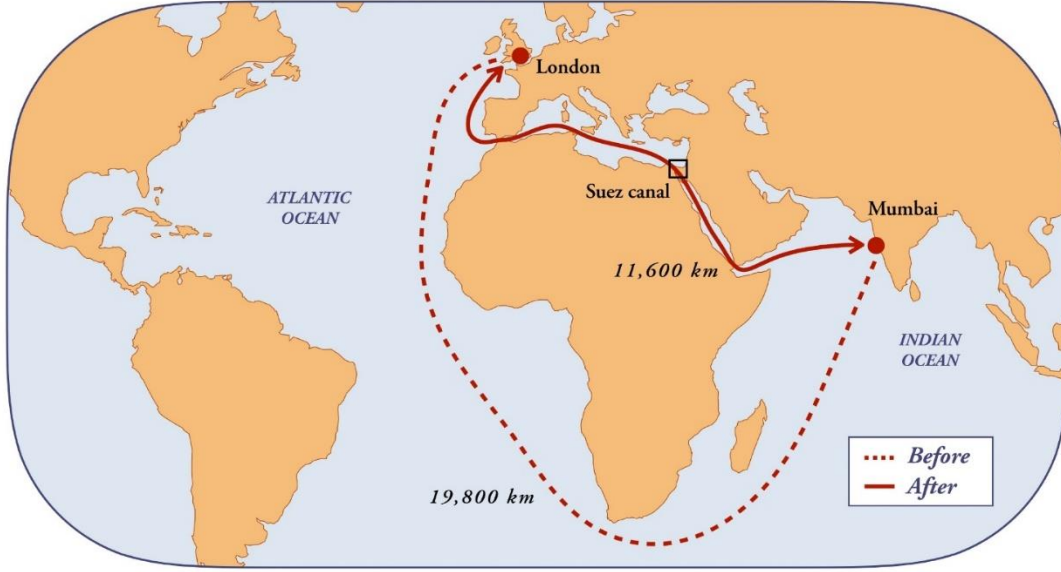
Yemen'in coğrafi önemi, başlıca deniz yollarının kavşağındaki konumuyla vurgulanmaktadır. Bab al-Mandab Boğazı, Hint Okyanusu'nu Kızıldeniz üzerinden Akdeniz'e bağlayan kritik bir geçit görevi görerek Yemen'i uluslararası deniz taşımacılığı ve ticaret için odak noktası haline getirmektedir (Koshaimah, 2023). Bu stratejik konum, başta Suudi Arabistan ve İran olmak üzere bölgede nüfuz mücadelesi veren bölgesel güçlerin dikkatini çekmiştir. Bölgesel hegemonya rekabeti, Yemen'i vekâlet çatışmalarının yaşandığı bir savaş alanına dönüştürdü ve her iki ülke de bu hayati deniz koridoru üzerinde hâkimiyet kurmaya çalışıyor (Koshaimah, 2023; Chaziza, 2021). Jeopolitik manzara, Yemen'i Asya ve Afrika arasındaki bağlantıyı geliştirmeyi amaçlayan Kuşak ve Yol Girişimi'nin kritik bir bileşeni olarak gören Çin gibi küresel güçlerin katılımıyla daha da karmaşık hale geliyor (Chaziza, 2021).

Yemen de devam eden çatışmalar ve iklim değişikliği nedeniyle daha da kötüleşen önemli çevresel zorluklarla karşı karşıyadır. Ülkenin kötüleşen altyapısı ve etkili yönetim eksikliği, bu sorunları ele alma çabalarını engellemekte, kıt kaynaklar için rekabetin artmasına ve çeşitli gruplar arasında gerilimin yükselmesine yol açmaktadır (Poornima, 2023).



Şekil 3. Süveyş Kanalı'nın İsrail – Filistin Savaşındaki Önemi (Mappr, 2024).

Yemen'de devam eden çatışmaların bölgesel istikrar ve uluslararası güvenlik üzerinde derin etkileri bulunmaktadır. 2014'te patlak veren iç savaş, milyonlarca Yemenlinin gıda güvensizliği ve temel hizmetlere erişim eksikliği ile karşı karşıya kalmasıyla insani bir krize yol açmıştır (Ahmed, 2019). Çatışma bölgesel güçleri de içine çekerek durumu daha da karmaşık hale getirmiş ve Kızıldeniz ile Aden Körfezi'nde deniz güvenliğini tehdit eden istikrarsız bir ortam yaratmıştır. Yemen'in önemli bir bölümünün kontrolünü ele geçiren Husiler, Süveyş Kanalı'na gidenler de dahil olmak üzere nakliye rotalarını tehdit ederek bölgedeki deniz seyrüseferinin güvenliği konusunda endişeleri artırmıştır (Bhattarai, 2024; Juneau, 2016).



Şekil 4. Süveyş Kanalı ve Alternatif Gemi Seyir Rotası (Mappr, 2024).

Süveyş Kanalı'nın faaliyetlerinin ekonomik sonuçları Yemen'in jeopolitik manzarasıyla yakından bağlantılıdır. Kanalın petrol ve mallar için önemli bir geçiş yolu olması, onu bölgesel çatışmaların neden olduğu kesintilerin hedefi haline getirmektedir. Kanalın ablukaya alınması sadece küresel tedarik zincirlerini etkilemekle kalmamış, aynı zamanda Yemen de dâhil olmak üzere deniz ticaretine bağımlı ülkeler üzerinde yerel ekonomik etkiler yaratmıştır (Yang, 2024). Yemen'de devam eden çatışmalarla daha da kötüleşen ekonomik istikrarsızlık, ülkenin stratejik konumundan faydalanma kabiliyetini engellemiş, bir ticaret merkezi olarak potansiyelini sınırlamış ve insani krizi daha da kötüleştirmiştir (Ahmed, 2019).

Yukarıda bahsedilen olaylar ışığında, alternatif nakliye rotaları araştırılmaktadır. Örneğin Kuzey Denizi Rotası, özellikle iklim değişikliği Kuzey Kutbu'nda yeni seyrüsefer geçitleri açtığından, Süveyş Kanalı'na potansiyel bir alternatif sunmaktadır (Tsai & Lin, 2023; Way vd., 2015). Ancak, bu tür rotaların fizibilitesi, mevsimsel buz koşulları ve daha uzun transit sürelerinin ekonomik uygulanabilirliği gibi çeşitli faktörlere bağlı olmaya devam etmektedir. Alternatif rotaların araştırılması, denizcilik şirketlerinin gelişen denizcilik dinamikleri karşısında uyum sağlama ihtiyacının altını çizmektedir (Imamkulieva & Kondakova, 2022; Tsai & Lin, 2023).

Süveyş Kanalı ve Yemen karmaşık bir jeopolitik, ekonomik ve çevresel faktörler ağı ile birbirine bağlıdır. Yemen'in Kızıldeniz'in güney girişindeki stratejik konumu onu bölgesel dinamiklerde kritik bir oyuncu haline getirirken, Süveyş Kanalı da küresel ticaret için hayati bir arter görevi görmektedir. Yemen'de devam eden çatışmalar ve her iki bölgenin karşı karşıya olduğu ekonomik ve çevresel zorluklar, birbiriyle bağlantılı bu meseleleri ele alan kapsamlı stratejilere duyulan ihtiyacın altını çizmektedir. Küresel ticaret gelişmeye devam ettikçe, Süveyş Kanalı'nın önemi ve Yemen'in bu kanaldaki rolü önemini koruyacak ve hem politika yapımcıların hem de paydaşların sürekli dikkatini gerektirecektir.

4. SONUÇ

Günümüz jeopolitiğinde Süveyş Kanalı, önemli ekonomik ve askeri öneme sahip stratejik bir varlığı temsil etmektedir. Küresel ticaret akışlarını etkileme kabiliyeti onu uluslararası diplomasi ve güvenlik için bir odak noktası haline getirmektedir. Kanalın verimliliği ve güvenilirliği, özellikle Avrupa ve Asya pazarları için enerji tedariki açısından büyük önem

taşımakta ve böylece jeopolitik etkisini güçlendirmektedir. Küresel ticaret dinamiklerinin sürekli değiştiği bir çağda, kanalın stratejik konumu, hiçbir teknolojik gelişmenin geçersiz kılamayacağı bir kestirme yol sunarak geçerliliğini sürdürmesini sağlamaktadır.

İleriye bakıldığında Süveyş Kanalı, alternatif rotaların yükselişi de dahil olmak üzere potansiyel zorluklarla karşı karşıya. Örneğin Kuzey Kutbu'ndaki buzların erimesi, kanaldan geçen geleneksel rotalarla rekabet edebilecek yeni deniz yollarını yavaş yavaş açıyor. Bu alternatifler henüz ortaya çıkmakta ve kendi lojistik ve çevresel zorluklarını beraberinde getirmekte olsa da, deniz ticareti modellerinde kanalın hakimiyetini etkileyebilecek potansiyel bir değişimi temsil etmektedir. Daha büyük ve daha verimli gemilerin geliştirilmesi gibi deniz taşımacılığındaki teknolojik değişiklikler, kanalın altyapısında sürekli uyarlamalar yapılmasını gerektirmektedir. Kanal idaresi, bu gelişmeleri karşılamak için genişletme ve modernizasyon yatırımlarına devam etmeli, su yolunun rekabetçi kalmasını ve deniz trafiğinin gelecekteki taleplerini karşılayabilmesini sağlamalıdır.

Süveyş Kanalı'nın geleceği muhtemelen teknolojik gelişmeler, mevzuat değişiklikleri ve küresel ticaret modellerindeki değişimlerin bir araya gelmesiyle şekillenecektir. Otonom gemiler ve gelişmiş seyir sistemleri gibi denizcilik teknolojisindeki yenilikler kanal operasyonlarının verimliliğini ve güvenliğini artırabilir (Elsayed, 2023; Harun-Al-Rashid vd., 2022). Ayrıca, daha katı çevresel düzenlemelerin uygulanması, deniz taşımacılığına yönelik daha sürdürülebilir yaklaşımları teşvik ederek gemicilik uygulamalarında değişikliklere yol açabilir (Tawfiq vd., 2017). Küresel ekonomi gelişmeye devam ettikçe Süveyş Kanalı, deniz taşımacılığı ve ticaretin geleceğine ilişkin tartışmaların odak noktası olmaya devam edecektir.

Sonuç olarak, Süveyş Kanalı küresel deniz taşımacılığı için hayati bir geçiştir ve ticaret, çevre ve jeopolitik üzerinde önemli etkileri vardır. Stratejik önemi, tıkanıklık, çevresel etkiler ve güvenlik endişeleri gibi karşı karşıya olduğu zorluklarla eşleşmektedir. Denizcilik ortamı değişmeye devam ettikçe, Süveyş Kanalı uluslararası ticaretin geleceğini şekillendirmede çok önemli bir rol oynayacak ve bu kritik su yolunun karmaşıklıklarını ele almak için sürekli araştırma ve politika geliştirme gerektirecektir.

KAYNAKLAR

Ahmed, N. (2019). Yemeni civil war: causes, consequences and prospects. JDP (Jurnal Dinamika Pemerintahan), 2(2), 82-91. <https://doi.org/10.36341/jdp.v2i2.943>

Ashraf, M. (2023). Analyzing the israel-palestine conflicts: assessing the impact and effectiveness of the involvement of islamic countries. RL, 2(1), 40-49. <https://doi.org/10.62997/rl.2023a.25513>

Bhattarai, D. (2024). History of yemen's crisis and its global implications. NCWA Ann. J., 55(01), 17-27. <https://doi.org/10.3126/ncwaj.v55i01.62960>

Canbey, M. (2024). İsrail-Filistin Savaşı'nda Uluslararası Kuruluşların Göstermiş Olduğu Diplomasi Performansının İncelenmesi: BM Örneği. Ombudsman Akademik, (Özel Sayı 2 (Gazze)), 132-162.

Carminati, L. (2021). Suez: a hollow canal in need of peopling. currents and stoppages in the historiography, 1859–1956. History Compass, 19(5), 1-14. <https://doi.org/10.1111/hic3.12650>

Chaziza, M. (2021). The belt and road initiative: new driving force for sino-yemen relationship. China Report, 57(2), 229-246. <https://doi.org/10.1177/00094455211004231>

- Desouky, O. E. and Elhenawy, y. (2022). Prediction of a container ship squat in Suez canal using cfd. Port-Said Engineering Research Journal, 26(4), 32-41. <https://doi.org/10.21608/pserj.2022.135043.1183>
- Elsayed, A. M. (2023). A review on simulation based training on autonomous ships and protection of egyptian maritime security. Maritime Research and Technology, 2(2), 140. <https://doi.org/10.21622/mrt.2023.02.2.140>
- Fahlevi, M. (2023). Economic diplomacy and conflict resolution: harnessing the economic peace leverage theory in the palestine-israel context. Journal of Economics and Business Letters, 3(5), 7-10. <https://doi.org/10.55942/jebll.v3i5.249>
- Fink, M. (2023). Challenges of applying the law of naval warfare in non-international armed conflict at sea. The Military Law and the Law of War Review, 61(1), 39-58. <https://doi.org/10.4337/mlwr.2023.01.02>
- Forman, G. and Kedar, A. (2004). From arab land to 'israel lands': the legal dispossession of the palestinians displaced by israel in the wake of 1948. Environment and Planning D Society and Space, 22(6), 809-830. <https://doi.org/10.1068/d402>
- Harun-Al-Rashid, A., Yang, C., & Shin, D. (2022). Detection of maritime traffic anomalies using satellite-ais and multisensory satellite imageries: application to the 2021 Suez canal obstruction. Journal of Navigation, 75(5), 1082-1099. <https://doi.org/10.1017/s0373463322000364>
- Hossain, K. (2018). Suez canal: the modern maritime wonder. International Journal of Scientific Research in Environmental Science and Toxicology, 3(3), 1-10. <https://doi.org/10.15226/2572-3162/3/3/00123>
- Imamkulieva, E. and Kondakova, K. (2022). International cargo transportation through the Suez canal and alternative routes (by the example of china-eu). SHS Web of Conferences, 134, 00135. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202213400135>
- Kemiksiz, N. N. (2018). ARAP-İSRAİL SORUNU ve BÖLGESEL YANSIMALARI. *Journal of Awareness (JoA)*, 3(Special), 127-144.
- Koshaimah, Y. (2023). An analysis of Yemen's geostrategic significance and saudi-iranian competition for regional hegemony. Contemporary Review of the Middle East, 10(3), 251-269. <https://doi.org/10.1177/23477989231176141>
- Kutsal, E. (2009). İsrail-Filistin ihtilafı özelinde politik bir araç olarak su. Bilge Strateji, 1(1).
- Li, R. (2023). The impact of transportation delays on the supply chain — using the Suez canal as an example. Proceedings of the 2022 2nd International Conference on Business Administration and Data Science (BADs 2022), 899-905. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-102-9_93
- Man-yin, L. and Yin-cheung, W. (2021). Suez canal blockage: an analysis of legal impact, risks and liabilities to the global supply chain. Matec Web of Conferences, 339, 01019. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202133901019>
- Mappr (2024). Suez Channel. <https://www.mappr.co/>
- Özer, Ç. (2023). Uluslararası politika açısından Filistin sorunu. Külliye, (Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılı Özel Sayısı), 582-605.

- Özkanlısoy, Ö. and Akkartal, E. (2022). The effect of Suez canal blockage on supply chains. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 14(1), 51-79. <https://doi.org/10.18613/deudfd.933816>
- Özkoç, Ö. (2009). savaş ve barış: doksanlı yıllarda Filistin-İsrail sorunu. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 64(03), 167-195.
- Pratiwi, F., Syarafi, M., & Nauvarian, D. (2022). Israeli-palestinian conflict beyond resolution: a critical assessment. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik*, 26(2), 168. <https://doi.org/10.22146/jsp.66935>
- Poornima, B. (2023). Yemen's survival quandary: the compounding effects of conflict and climate obstruction. *Journal of Peacebuilding & Development*, 18(3), 264-279. <https://doi.org/10.1177/15423166231197807>
- Ranzan, P. A., Cislighi, T. P., & Fernandes, E. B. (2024). Suez canal: an exploratory study on alternative trade routes. *Internext*, 19(1). <https://doi.org/10.18568/internext.v19i1.758>
- Tawfiq, A., Mansour, M., & El-Taybany, A. (2017). Assessment of the emissions from seagoing ships in Suez canal. *Port-Said Engineering Research Journal*, 21(2), 128-137. <https://doi.org/10.21608/pserj.2017.33301>
- Topuz, Z. Ç. (2023). Çatışma çarkı çözümlemesi ekseninde filistin-israil sorunu. *Uluslararası Kriz ve Siyaset Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 291-320.
- Topuz, Z. Ç., & Arafat, M. (2023). Birleşmiş Milletler güvenlik konseyi kararlarının Filistin-İsrail barış sürecine etkisi. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 78(2), 357-380.
- Tsai, Y. and Lin, C. (2023). Effects of the carbon intensity index rating system on the development of the northeast passage. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(7), 1341. <https://doi.org/10.3390/jmse11071341>
- Tin, D., Fares, S., Mulhim, M., & Ciottono, G. (2022). Terrorist attacks in the middle east: a counter-terrorism medicine analysis. *Prehospital and Disaster Medicine*, 37(2), 212-216. <https://doi.org/10.1017/s1049023x22000358>
- Yang, Z. (2024). The Suez canal blockage in march 2021: the causation of the incident and its economic and social influences. *Advances in Economics Management and Political Sciences*, 60(1), 185-192. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/60/20231217>
- Yıldırım, Y. (2021). İsrail-Filistin sorununda iki devletli çözüm arayışları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 18(41), 3840-3884.

AN INVESTIGATION INTO THE IMPACT OF BOYCOTT CALLS ON UNIVERSTY STUDENTS BEVERAGE CONSUMPTION HABITS**BOYKOT ÇAĞRILARININ ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİN İÇECEK TÜKETİM ALIŞKANLIKLARINA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI****İsmail AKSU¹, Ferid AYDIN²****¹Mühendis, Atatürk Üni., Gıda Müh., 0009-0007-8690-7584****²Dr. Öğretim Üyesi, Atatürk Üni., Gıda Müh., 0000-0002-9931-6202****Özet**

Öğrencilerin içecek tüketim alışkanlığını etkileyen günümüzde çok fazla gündemde yer alan önemli etkenlerden biri boykot çağrılarıdır. Toplumsal hareketlilikler, siyasi olaylar, sivil toplum örgütlerinin söylemleri ile bir firmaya, bir ürüne ya da topyekûn bir ülkenin ürünlerine toplum tarafından gösterilen tepkiye boykot denmektedir. Çalışma kapsamında Rize ilinde eğitim gören 471 üniversite öğrencine 3 bölümden oluşan anket uygulaması yapılmıştır. 1. Bölümde demografik özelliklere ait sorular sorulmuştur, 2. Bölümde “Toplumun geneline yayılan boykot çağrıları içecek tercihi belirlemede etkilidir” ifadesine ne derece katıldıkları sorulmuştur, 3. Bölümde ise içecek çeşitlerinin tüketim sıklıkları ile ilgili sorular sorulmuştur. Katılımcıların %30,6'sı boykot çağrılarının içecek tercihlerinde etkili olduğunu belirtirken, %36,3'ü bu duruma kesinlikle katıldığını ifade etmiştir. Bu iki grup birlikte değerlendirildiğinde, katılımcıların %66,9'u (315 kişi) boykot çağrılarının içecek tercihlerini etkilediğini belirtmiştir. Buna karşılık, %10,8'i kesinlikle katılmadığını, %11,3'ü katılmadığını ve %11'i ise bu konuda fikir belirtmemiştir. Boykot çağrılarının içecek tercihlerini etkileme durumunun çeşitli demografik faktörlere göre nasıl farklılaştığı incelenmiştir. Yapılan analizde cinsiyet, yaş aralığı, eğitim durumu, büyüdükleri coğrafi bölge ve aylık gelir durumları dikkate alınarak Fisher testi (F) ve Ki-kare bağımsızlık testi (K) uygulanmıştır. Kadınlar arasında boykot çağrılarının içecek tercihlerinde etkili olduğunu belirtenlerin oranı (%43,1) erkeklerden (%30,4) daha yüksektir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (K=15,646, p=0,004). Yaş Aralığı: Boykot çağrılarının içecek tercihlerinde etkili olduğunu belirtenler, özellikle 22-26 yaş (%46,2) ve 26-30 yaş (%44,8) gruplarında daha yüksektir. Yaş grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (K=21,653, p=0,042). Coğrafi Bölge olarak boykot çağrılarını en fazla dikkate alan öğrenci grubunun Güneydoğu Anadolu'da büyüyen öğrenciler olduğu belirlenmiştir. Aylık gelir durumu ve eğitim durumunun açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Boykot çağrılarının içecek tercihlerini etkileme durumunun çeşitli içecek türlerine göre nasıl farklılaştığı Kruskal Wallis H Testi ile analiz edilmiştir. Alkollü içecekler, enerji içeceklerinin boykot çağrılarında istatistiksel anlamda en çok etkilenen içecekler olduğu tespit edilmiş olup, kola, portakal aromalı gazlı içecek, çözülebilir hazır kahve tüketimi üzerinde anlamlı etkisi olduğu belirlenmiştir. Boykot çağrılarının bu içeceklerin tüketiminde anlamı etkisinin olmasının nedeni bu ürünlerin yabancı marka menşeli olmaları gerekçe olarak gösterilebilir. Ayran, Kefir, Boza, Salep vb. gibi içeceklerin boykot çağrılarında etkilenmemelerine neden bu içeceklerin yerli olmaları gösterilebilir. Diğer gazlı içecekler gibi birçok yabancı marka tarafından üretilmesine rağmen gazoz tüketiminin boykot çağrılarında etkilenmemesinin nedeni ise yerli firmalarının gazoz üretiminde ve marka algısı olarak yabancı firmalarda rekabet edebilecek düzeyde olmasıyla

alakalıdır. Bu çalışma boykot çağrılarının öğrenci içecek tercih motivasyonlarını etkisinin ölçülmesini amaçlamakla beraber daha önce çalışılmamış olmasından kaynaklı literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemekte ve ileride yapılacak çalışmalara öncü olmayı amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: İçecek, boykot, üniversite öğrencisi, alışkanlık

Abstract

In today's agenda, one of the significant factors that affect students' beverage consumption habits is boycott calls. Boycott refers to societal reactions shown towards a company, a product, or the products of an entire country due to social movements, political events, or civil society organization discourses. In this study, a survey consisting of three parts was conducted among 471 university students in Rize province. Part 1 included questions about demographic characteristics, Part 2 asked about the extent to which participants agreed with the statement 'Boycott calls widespread in society influence my beverage choice,' and Part 3 involved questions about the frequency of consuming different types of beverages. 30.6% of participants indicated that boycott calls influence their beverage choices, while 36.3% stated they strongly agree with this statement. Together, these two groups amount to 66.9% of participants (315 individuals) who reported that boycott calls influence their beverage choices. In contrast, 10.8% strongly disagreed, 11.3% disagreed, and 11% did not express an opinion on this matter. The study examined how the influence of boycott calls on beverage choices varies according to various demographic factors. Analyses were conducted considering gender, age group, educational status, geographical region of upbringing, and monthly income using Fisher's test (F) and Chi-square independence test (K). Among women, the proportion of those who believe boycott calls influence their beverage choices (43.1%) is higher than among men (30.4%). This difference was found to be statistically significant ($K=15.646$, $p=0.004$). Regarding age groups, those who believe boycott calls influence their beverage choices are particularly high in the age groups of 22-26 years (46.2%) and 26-30 years (44.8%). The difference between age groups was found to be statistically significant ($K=21.653$, $p=0.042$). It was determined that students who grew up in Southeastern Anatolia are the group most attentive to boycott calls. No statistically significant differences were found in terms of monthly income and educational status. The study also analyzed how the influence of boycott calls on beverage choices varies across different types of beverages using the Kruskal-Wallis H test. It was found that alcoholic beverages and energy drinks are the beverages most significantly affected by boycott calls. Significant effects were also observed on cola, orange-flavored carbonated beverages, and soluble instant coffee consumption. The reason for the significant impact of boycott calls on these beverages is attributed to their foreign brand origins. Beverages like ayran, kefir, boza, salep, etc., which are domestic products, are less affected by boycott calls due to their local origins. Similarly, despite being produced by many foreign brands, the consumption of soda is not significantly affected by boycott calls, likely because local companies in this sector can compete competitively with foreign brands both in production and brand perception.

This study aims to measure the influence of boycott calls on student beverage choice motivations and aims to fill a gap in the literature by being the first of its kind. It also aims to pioneer future studies in this area.

Keywords: Beverage, boycott, university student, habits

**THE EFFECT OF THE STEEL CORD WINDING ANGLE AND THE GAP
BETWEEN POLYAMIDE CORDS ON THE PERFORMANCE IN A RADIAL
PASSENGER CAR TIRE**

**RADYAL BİR OTOMOBİL LASTİĞİNDE ÇELİK KORDLARIN SARIM AÇISI VE
POLYAMİD KORDLAR ARASI AÇIKLIK DEĞİŞİMİNİN PERFORMANSA ETKİSİ**

Sıla Göksu YURTOĞLU¹, Can ÇINAR², Furkan KANTER³

¹ Otomotiv Mühendisi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Otomotiv Mühendisliği
Anabilim Dalı Ankara, Sumitomo Rubber Ako Çankırı, Binek Taşıt Lastikleri,

0009-0000-1153-4145

² Prof. Dr., Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Bölümü
Ankara, Otomotiv, İçten Yanmalı Motorlar, Isı Transferi, 0000-0001-6944-8864

³ Makine Mühendisi, Sumitomo Rubber Ako Çankırı, Binek Taşıt Lastikleri,

0009-0007-5950-5969

Özet

Taşıtın yol ile temasını sağlayan lastikler, taşıtın yol tutuşu, fren performansı, yakıt ekonomisi ile sürücü ve yolcu konforunu doğrudan etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Bu sebeple, lastiklerin geliştirilmesi ve performanslarının iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Lastiğin tasarımı, lastik üzerinde yer alan desenler ve lastik bileşiminde kullanılan malzemeler lastik kullanım ömrünü ve performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada radyal bir otomobil lastiğinde çelik kordların sarım açısı ve polyamid kordlar arasındaki açıklık değişiminin, lastik temas yüzeyi, yuvarlanma direnci ve lastiğe etki eden dış kuvvetler varyasyonlarına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Lastikte dış kuvvet varyasyonları incelenirken, lastiğe etki eden yanıl kuvvet varyasyonları (LFV), radyal kuvvet varyasyonları (RFV) ve lastiğin koniklik derecesinin (CON) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada lastiğin 22°, 24°, 26° ve 28° çelik kord sarım açısı ile boşluksuz, 3 mm ve 5 mm polyamid kord açıklıkları test edilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar değerlendirildiğinde, en düşük kuvvet varyasyonu (FV) değeri 24° çelik kord açısında elde edilirken, çelik kord açısı arttıkça FV değerlerinde artış görülmüştür. En düşük temas izi alanı 24° çelik kord açısında elde edilmiş olup, 28° çelik kord açısında ve polyamid kord boşluklarındaki artış ile temas izi alanında belirgin bir artış gözlenmiştir. Polyamid kordlardaki boşluk miktarı arttıkça FV ve yuvarlanma direnci katsayısı (RRC) değerlerinde de artış görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Lastik, çelik kord, polyamid kord, lastik performansı

Abstract

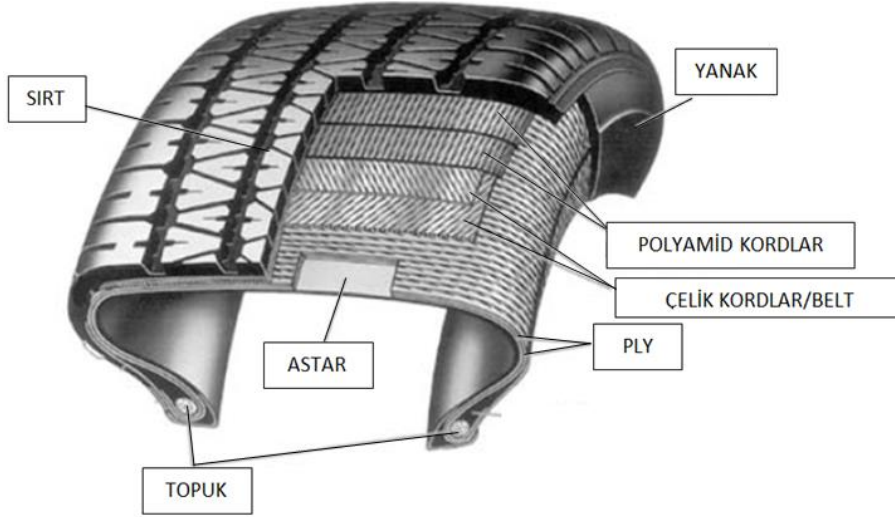
Tires, which provide contact surface between the motor vehicle and the road, are one of the most important elements that directly affect the vehicle's road holding, brake performance, fuel economy, and driver and passenger comfort. Therefore, the development of the tires and the improvement of their performance have great importance. The design and the patterns on the

tire, and the materials used in the tire composition significantly affect the tire's lifespan and performance. In this study, the effects of changing in the winding angle of steel cords and the gaps between polyamide cords in a radial passenger car tire on the tire contact surface, rolling resistance and variations in external force acting on the tire were investigated experimentally. While investigating the external force variations on the tire, the lateral force variations (LFV), radial force variations (RFV) and the conicity degree (CON) of the tire were measured. In the study, 22°, 24°, 26° and 28° steel cord winding angles and polyamide cord gaps of no gap, 3 mm and 5 mm were examined. According to the experimental results, while the lowest force variation (FV) value was obtained at 24° steel cord angle, an increase was observed in FV values as the steel cord angle increased. The lowest contact patch area was obtained at 24° steel cord angle, and a significant increase in the contact patch area was obtained at 28° steel cord angle and with the increase in polyamide cord gaps. As the amount of gaps in polyamide cords increased, an increase was observed in FV and rolling resistance coefficient (RRC) values.

Key Words: Tire, steel cord, polyamide cord, tire performance

1. GİRİŞ

Motorlu taşıt lastikleri aracın yol tutuşunu, frenleme performansını, yakıt ekonomisini ve sürüş konforunu doğrudan etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Bu sebeple, lastiklerin geliştirilmesi ve performanslarının artırılması büyük önem taşımaktadır. Lastiğin tasarımı ve bileşenindeki malzemeler performansı önemli ölçüde etkilemektedir. Kullanılan çelik kordlar, naylon ve polyamidler, kauçuk bileşeni bunlara örnek verilebilir. Lastiklerdeki sırt deseni ve hava basıncı da performansı etkileyen unsurlardandır. Lastiklerin yapısında dayanımını artıracak çelik teller, polyester ve polyamid gibi malzemeler bulunmaktadır. Standart bir lastikte kullanılan malzemeler ve lastiğin katmanları Şekil 1’de görülmektedir (Ghoreishy, 2008). Sırt, lastiğin yola temas eden kısmıdır. Bu bölgede istenen koşullarda bir performans sağlanması için simetrik ya da asimetrik desenler bulunmaktadır. Topuk, çelik tel ve dolgu malzemelerinden oluşmakta olup, lastiğin janta oturmasını ve sabitlenmesini sağlamaktadır. Ply, lastiğin iskeleti görevini görür. Polyester ve suni ipek gibi yapay elyaflardan üretilir. Yanaklara destek vererek esneklik kazandırır. Yanak, özel kauçuk ile çevresel darbe ve aşınmalara karşı korunaklı üretilir. Ply malzemesinin aşınmasını önler. Hareket halinde gerekli esnekliği sağlayarak aracı destekler. Astar, hava geçirgenliği olmayan özellikte bir kauçuktan üretilir ve lastiğin içerisinde bulunan havanın kaçmasını önler. Çelik kordlar, lastiğin sırt bölgesine stabilite sağlar. Çelik kord malzemesinin lastiğe sarılma açıları tasarıma göre değişiklik göstermektedir ve lastiğin performansını etkileyen unsurlardan biridir. Polyamid kordlar, çelik kordların üstüne sarılmaktadır. Yüksek hızlarda yaşanan ısınma sebebiyle genleşmeye çalışan çelik kordların birbirinden ayrılmasını önleyerek dengeli bir sürüş ve mukavemet sağlamaktadır (“Ustires”, 2024; “Bridgestone”, 2024; Erol, 2011; Ghoreishy, 2008)



Şekil 1. Lastiğin yapısı (Ghoreishy, 2008)

Literatürde lastikler üzerinde birçok çalışma bulunmaktadır. Karaytuğ tarafından yapılan çalışmada lastiğin iç basıncının temas alanına etkileri araştırılmıştır (Karaytuğ, 2009). Mohsenimanesh ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada farklı şişirme basınçları ve yüklerinin lastik-yol temasına etkileri incelenmiştir (Mohsenimanesh et. al., 2009). Pelc çalışmasında sonlu elemanlar modeli ile statik lastik yol temasını dikey, yanal veya boylamsal dış kuvvetler altında incelemiştir (Pelc, 2007). Wang ve Ji tarafından yapılan çalışmada sonlu elemanlar modeli oluşturularak lastiğin nominal çalışma koşullarındaki yuvarlanma direnci simüle edilmiş, sonuçlar ampirik denklemlerle karşılaştırılmıştır (Wang & Ji, 2010). Suyabodha tarafından yapılan çalışmada lastik basıncı ve taşıt hızı değişiminin yuvarlanma direnç kuvvetine etkileri incelenmiştir (Suyabodha, 2017).

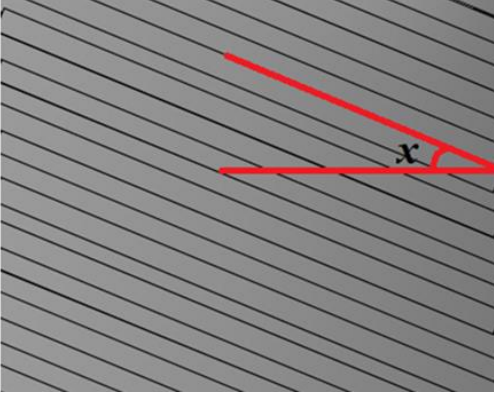
Bu çalışmada lastiğin iç yapısında kullanılan çelik kordların sarım açısı ve polyamid kordların arasındaki açıklık değiştirilerek lastik temas izi alanına, yuvarlanma direncine ve lastiğe etkileyen dış kuvvet varyasyonlarına olan etkileri incelenmiştir.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada 205/55R16 ebatlarında bir otomobil lastiği kullanılmıştır. Lastik yapısında bulunan çelik kordların sarım açısı ve polyamid kordlar arasındaki açıklıklar değiştirilerek, bu değişimler sonucunda lastiğin temas yüzeyine, yuvarlanma direncine ve lastiğe etkileyen dış kuvvetler varyasyonlarına olan etkileri araştırılmıştır.

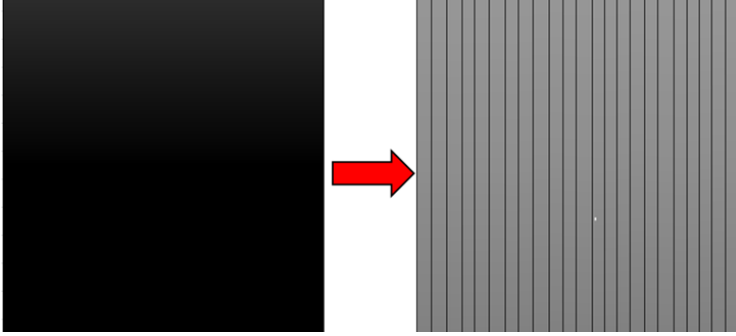
Çalışmada öncelikle polyamid kordlar arasında boşluk bırakılmadan 22° - 28° çelik kord açısı aralığında lastik temas izi alanı, yuvarlanma direnci ve lastiğe etkileyen dış kuvvetlerdeki varyasyonlar (FV) karşılaştırılmıştır. Bu kuvvet varyasyonlarına bakılırken lastiğe etkileyen yanal kuvvet varyasyonları (LFV), radyal kuvvet varyasyonları (RFV) ve lastiğin koniklik derecesi (CON) ölçülmüştür. Bu karşılaştırmadan elde edilen sonuçlara göre en uygun çelik kord açıları arasında kordların sarımları arasında 3 mm ve 5 mm boşluk bırakılarak testler yapılmıştır.

Çelik kordlar, iki ince kauçuk malzeme arasına sandviç şeklinde çelik teller konulması ile oluşmaktadır. Bu testte amaç, tellerin sarım açılarının değişiminin lastik temas izi alanına, yuvarlanma direnç katsayısına ve lastiğe etkileyen dış kuvvetlerdeki varyasyona etkilerini analiz etmektir. Şekil 2'de testlerde kullanılan çelik kord malzemesindeki tellerin açısı gösterilmiştir.



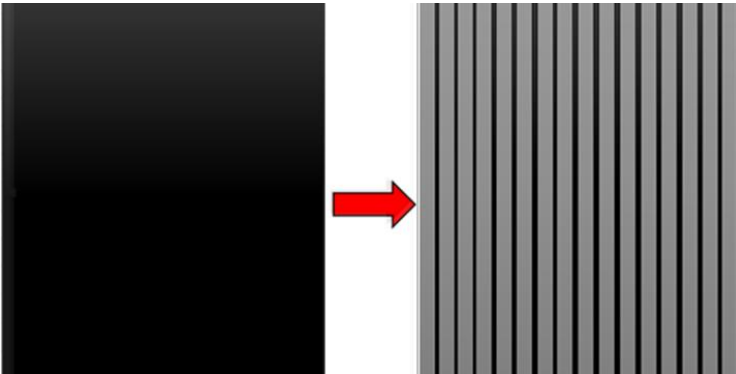
Şekil 2. Çelik kord tel sarım açısı

Lastikte bulunan polyamid kord malzemesi, çelik kord malzemesinden sonra, çelik kordların üstüne sarılmaktadır. Polyamid kordlar sarılırken standartlara göre boşluksuz, 3 mm veya 5 mm boşluklu olarak sarılabilmektedir. Şekil 3’de çelik kord malzemesi üzerine polyamid kordların boşluksuz sarımı gösterilmiştir.

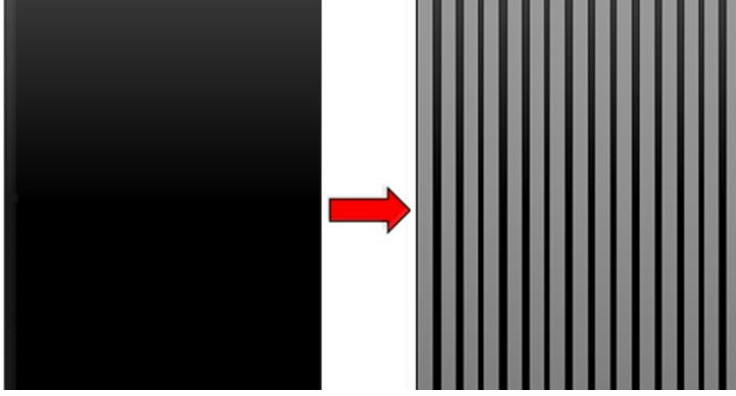


Şekil 3. Çelik kord malzemesi üzerine polyamid kordların boşluksuz sarımı

Çelik kord malzemesi üzerine polyamid kordların Şekil 4’de 3 mm boşluklu, Şekil 5’de de 5 mm boşluklu sarımı gösterilmiştir.



Şekil 4. Çelik kord malzemesi üzerine polyamid kordların 3 mm boşluklu sarımı



Şekil 5. Çelik kord malzemesi üzerine polyamid kordların 5 mm boşluklu sarımı

Yuvarlanma direncinin ölçülmesinde Kobelco marka yuvarlanma direnci test cihazı kullanılmıştır (“Kobelco”, 2024). Yuvarlanma direnç katsayısı ölçüm testleri ISO 28580 standardına göre yapılmış olup, deney koşulları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Yuvarlanma direnç katsayısı için deney koşulları

Parametre	Değer
Lastik basıncı	210 kPa
Lastik yükü	4,82 kN
Jant iç ve dış göbeği arası mesafe	6,5 inç
Lastik hızı	80 km/h
Ortam sıcaklığı	26 °C

Yük varyasyonlarının ölçülmesinde Kobelco marka cihaz kullanılmıştır. Yük varyasyonları ölçüm test koşulları Çizelge 2’de verilmiştir.

110

Çizelge 2. FV test koşulları

Parametre	Değer
Lastik basıncı	200 kPa
Lastik yükü	4,29 kN
Jant iç ve dış göbeği arası mesafe	6,5 inç
Lastik hızı	60 rpm

Temas izi alanı Shimadzu marka cihaz kullanılarak ölçülmüştür (“Barascientific”, 2024). Test edilecek lastik makineye bağlı mile jantı ile beraber yerleştirildikten sonra boyanır. Boyama işleminden sonra altında bulunan tablaya lastik için seçilen uygun yük ile bastırılarak lastiğin temas alan izi çıkartılır. Temas izi alanı testlerinde kullanılan parametreler Çizelge 3’de gösterilmiştir.

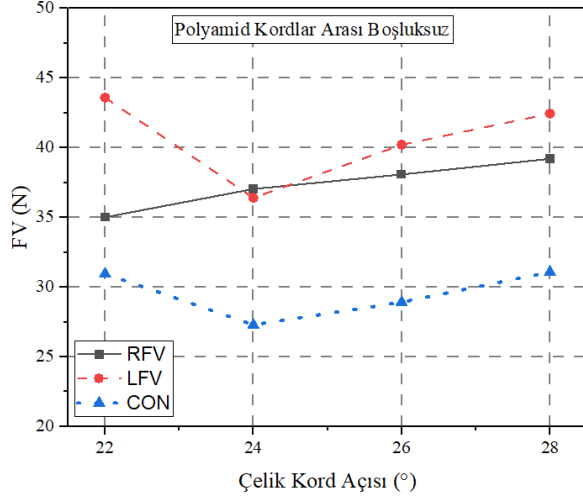
Çizelge 3. Temas alanı ölçümü için deney koşulları

Parametre	Değer
Lastik basıncı	230 kPa
Lastik yükü	4,22 kN
Jant iç ve dış göbeği arası mesafe	6,5 inç
Ortam sıcaklığı	26 °C

3. BULGULAR

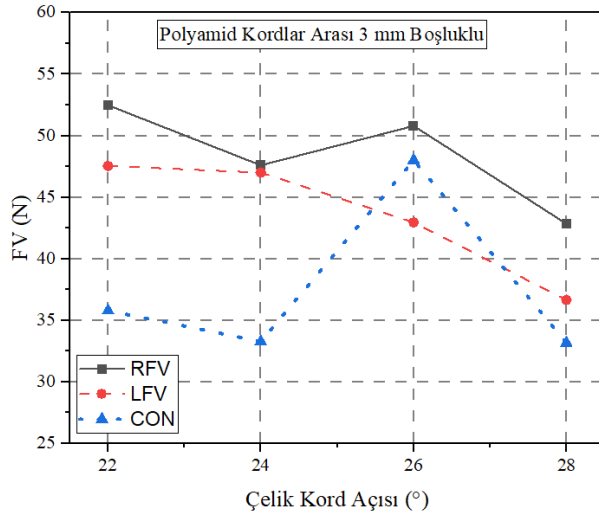
3.1. Kuvvet Varyasyonları (FV) Değişimleri

Yapılan kuvvet varyasyonları testlerinde, öncelikle polyamid kord açıklığını boşluksuz olarak sabit tutup çelik kord açısına bağlı yanal kuvvet varyasyonları (LFV), radyal kuvvet varyasyonları (RFV) ve koniklik derecesi (CON) değerleri ölçülmüştür. Sonrasında 3 mm ve 5 mm polyamid kord açıklıkları için testler tekrarlanmıştır. Lastik yapısında bulunan çelik kordların sarım açısı 22° , 24° , 26° ve 28° arasında değiştirilerek ve polyamid kordlar arasındaki açıklıklar boşluksuz, 3 mm ve 5 mm alınarak elde edilen FV değişimleri Şekil 6, 7 ve 8'de verilmiştir.



Şekil 6. Çelik kord sarım açısına bağlı olarak FV değişimi (Polyamid kordlar arası boşluksuz)

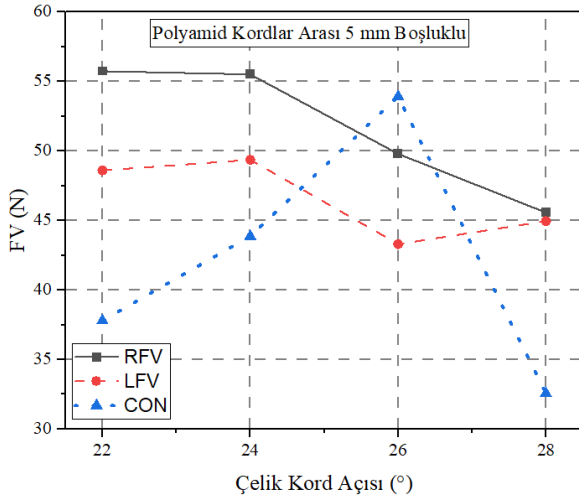
Çelik kord açısına bağlı olarak yapılan testlerde radyal kuvvet varyasyonlarının çelik kord açısı 24° iken en düşük seviyede olduğu ve daha sonra arttığı görülmüştür. Kordların sarım açısının ve buna bağlı olarak açısal varyasyonların artması bu artışa sebep olmaktadır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde 24° çelik kord açısı için FV değerlerinin en uygun olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. Çelik kord sarım açısına bağlı olarak FV değişimi (Polyamid kordlar arası 3 mm)

Şekil 7'de polyamid kordların sarım boşlukları 3 mm'de sabit tutulduğunda çelik kord açısına bağlı olarak FV değişimleri görülmektedir. Testlerde radyal kuvvet (RFV) ve yanal kuvvet

varyasyonlarında (LFV) belirgin bir azalma görülmüştür. Polyamid kordlar 3 mm boşluklu kullanıldığında 28° çelik kord açısında en uygun FV değerleri elde edilmiştir.



Şekil 8. Çelik kord sarım açısına bağlı olarak FV değişimi (Polyamid kordlar arası 5 mm)

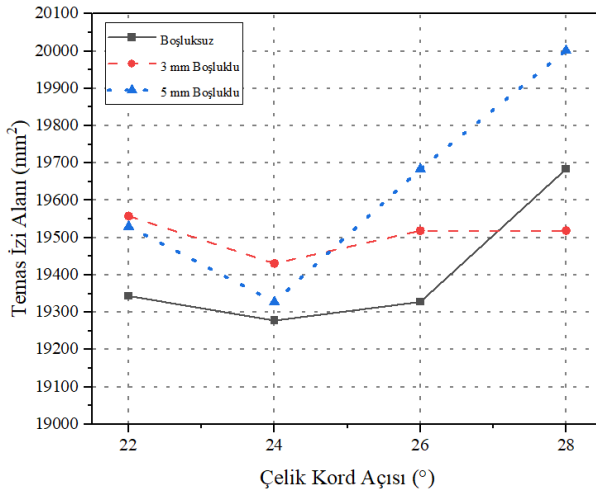
Polyamid kordların sarım boşlukları 5 mm’de sabit tutulup, çelik kord açısına bağlı olarak FV değişimleri Şekil 8’de görülmektedir. Yapılan testlerde 22° ve 24° çelik kord sarımlarında LFV ve RFV değerleri arasında büyük bir fark gözlemlenmemiştir. 26° ve 28° çelik kord açısında en uygun FV değerleri 28° çelik kord açısında elde edilmiştir.

3.2. Temas İzi Alanı Değişimleri

112

Temas izi alanı hesaplaması için lastiğin çıkarılan temas izinin en geniş ve en yüksek olduğu bölgeler çarpılmıştır.

Lastik yapısında bulunan çelik kordların sarım açısı 22° , 24° , 26° ve 28° arasında değiştirilerek ve polyamid kordlar arasındaki açıklıklar boşluksuz, 3 mm ve 5 mm alınarak elde edilen temas izi alanı değişimleri Şekil 9’da verilmiştir.

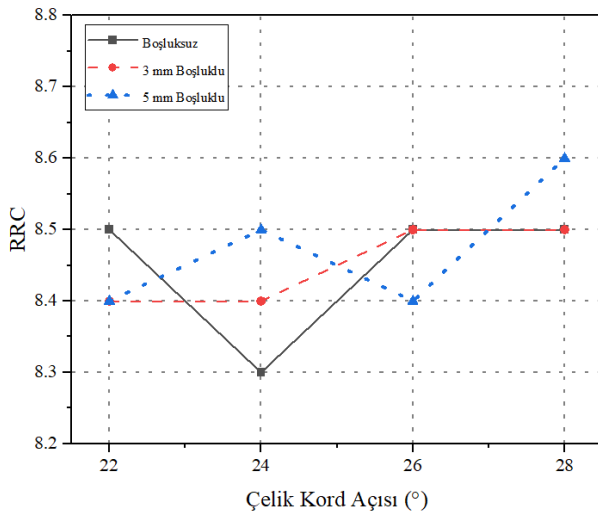


Şekil 9. Çelik kord sarım açısı ve polyamid kordlar arasındaki açıklığa bağlı olarak temas izi alanı değişimleri

Yapılan temas izi alanı testlerinde 22° çelik kord açısından sonra 24° sarımda temas izi alanında düşüş, sonrasında ise 26° ve 28° çelik kord sarımlarında artış tespit edilmiştir. En düşük temas izi alanı polyamid kordların boşluk duruma bağlı olmaksızın 24° çelik kord açısında elde edilmiştir. En yüksek temas izi ise yine polyamid kordların boşluk duruma bağlı olmaksızın 28° çelik kord açısında elde edilmiştir.

3.3. Yuvarlanma Direnci Katsayısı Değişimleri

Yuvarlanma direnci katsayısı testlerinde ilk olarak polyamid kord açıklığını boşluksuz olarak sabit tutup çelik kord açısına (22°, 24°, 26° ve 28) bağlı olarak yuvarlanma direnci katsayısı (RRC) değerleri ölçülmüştür. Sonrasında polyamid kordlar arasındaki açıklıklar 3 mm ve 5 mm alınarak yuvarlanma direnci katsayıları ölçülmüştür. Şekil 10'da çelik kord sarım açısı ve polyamid kordlar arasındaki açıklığa bağlı olarak yuvarlanma direnci katsayısı değişimleri verilmiştir.



Şekil 10. Çelik kord sarım açısı ve polyamid kordlar arasındaki açıklığa bağlı olarak yuvarlanma direnci katsayısı değişimleri

Testlerde elde edilen RRC verilerine göre polyamid kord sarımına bağlı olmaksızın en düşük değer 24° çelik kord sarımında elde edilmiştir. 3 mm boşluklu polyamid kord sarımında ise 26° ve 28° çelik kord sarımlarında artış gözlemlenmiştir. 5 mm boşluklu polyamid kord sarımında en yüksek değer ise 28° çelik kord sarımında tespit edilmiştir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışmada 24° çelik kord açısında hem FV değerlerinde hem de temas izi alanında en düşük değerlerin elde edildiği göz önüne alındığında, optimum performans için 24° çelik kord açısı tercih edilebilir. Polyamid kord boşluklarının artırılmasının FV ve RRC değerlerini olumsuz etkilediği görülmektedir. En düşük RRC değerine sahip lastikler yakıt verimliliği açısından avantaj sağlamaktadır. 24° çelik kord ve boşluksuz polyamid sarımı, yakıt verimliliği için en uygun kombinasyon olarak önerilmektedir. 28° çelik kord açısının yüksek temas izi alanı sağlaması, daha fazla yol tutuşu sağlasa da, yüksek RRC değerleri yakıt tüketimini artırabilir.

5. KAYNAKLAR

Barascientific.com. (2024, May 24). Tire compression testing machine. Retrieved from <https://www.barascientific.com/product/testing-machines/special-purpose-tester/tire-compression-testing-machine>

Bridgestone.com. (2024, February 13). Basic knowledge: Structure of tires. Retrieved from https://www.bridgestone.com/products/basic_knowledge/structure/

Erol, D. (2011). Taşıt lastikleri. *Teknolojik Araştırmalar*, 3(3), 37-50.

Ghoreishy, M. H. R. (2008). A state of the art review of the finite element modelling of rolling tyres. *Iranian Polymer Journal*, 17(8), 571-597.

Karaytuğ, B. (2009). *Footprint analysis of radial passenger tire* (Master's Thesis, Çukurova University Institute of Natural and Applied Sciences, Adana).

Kobelco.co.jp. (2024, May 19). Retrieved from https://www.kobelco.co.jp/archive_e/topics/2004/12/1173535_9332.html

Mohsenimanesh, A., Ward, S. M., & Gilchrist, M. D. (2009). Stress analysis of a multi-laminated tractor tyre using non-linear 3D finite element analysis. *Materials & Design*, 30(4), 1124-1132. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.06.040>

Pelc, J. (2007). Towards realistic simulation of deformations and stresses in pneumatic tyres. *Applied Mathematical Modelling*, 31(3), 530-540. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2005.11.025>

Suyabodha, A. (2017). A relationship between tyre pressure and rolling resistance force under different vehicle speed. *MATEC Web of Conferences*, 12004. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201710812004>

Ustires.org. (2024, February 13). What's a tire? Retrieved from <https://www.ustires.org/whats-tire-0>

Wang, Z. P., & Ji, Q. X. (2010). Simulation of rolling resistance of tire based on ANSYS. *Advanced Materials Research*, 156-157, 592-595.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.156-157.592>

**PLANNING GEOMATICS ENGINEERING PROJECTS USING OPERATIONS
RESEARCH TECHNIQUES AND DETERMINING THE MOST APPROPRIATE
MEASUREMENT METHOD USING MULTI CRITERIA DECISION MAKING
METHODS**

**YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI TEKNİKLERİ İLE HARİTA MÜHENDİSLİĞİ
PROJELERİNİN PLANLANMASI VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMLERİ İLE EN UYGUN ÖLÇME YÖNTEMİNİN BELİRLENMESİ**

Merve ÇAKIR¹, Reha Metin ALKAN²

¹Harita Müh., İTÜ, Kaynak Planlama, <https://orcid.org/0009-0000-4922-541X>

²Prof. Dr., İTÜ, Harita Müh., <https://orcid.org/0000-0002-1981-9783>

Özet

Pek çok meslek disiplinine ait projenin, mevcut iş gücü, ekipman, malzeme, donanım vd. kaynaklar kullanılarak belirlenmiş amaçlarına ve hedeflerine ulaşması son derece önemlidir. Bunun için projelerin planlanması ve plana uygun olarak yönetilip, hedeflendiği şekilde en iyi ve en verimli şekilde tamamlanması proje süreçlerinin önemli ve kritik kısmını oluşturmaktadır. Bu noktada 2. Dünya Savaşı sırasında kısıtlı kaynakların en verimli şekilde kullanılma ihtiyacı ile ortaya çıkan, belirli kısıtların ve sonuca etki eden birçok etkenin bulunduğu problemlerde problemin çözümüne en uygun kararı vermeye yarayan Yöneylem Araştırması (YA) tekniklerinden yararlanılması mümkündür. Günümüzde hemen her alanda hayata geçirilen projelerin, haritaları altlık olarak kullandığı; günümüzde kullanılan uygulamaların önemli bir kısmının konuma dayalı olarak çalıştığı dikkate alındığında, temel haritacılık faaliyetlerinin en etkin şekilde planlanarak en az kaynakla ve en kısa sürede hayata geçirilmesi daha önemli hale gelmektedir. Bunun için kullanılacak YA teknikleri pek çok mühendislik disiplini tarafından yoğun bir şekilde kullanılsa da Harita Mühendisliği alanında daha kısıtlı bir uygulama alanı bulduğu yapılan akademik çalışmalardan ve pratik uygulamalardan görülmektedir.

Bu çalışmada Yöneylem Araştırması tekniklerinin Harita Mühendisliği disiplinin farklı bir uygulama alanında kullanımı ele alınmıştır. Çalışma kapsamında Harita Mühendisliği disiplininin en temel uygulama alanlarından birisi olan 'Halihazır Harita Yapım Projesi'nde kullanılacak en uygun ölçme yöntemi, YA tekniklerinin alt disiplini olan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden 'Analytical Hierarchy Process (AHP)/Analitik Hiyerarşi Süreci' ve 'Best-Worst Method (BWM)/En İyi En Kötü Yöntemi' ile belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çerçevede Balıkesir iline bağlı 16 ilçede yapılan yaklaşık 20.000 hektarlık meskûn/gayrimeskun alanda yapılan bir halihazır harita yapım işinin 'Maliyet', 'Süre', 'Üretkenlik' ve 'Uygulama Kolaylığı' kriterleri dikkate alınarak 'Yersel Ölçme', 'Fotogrametrik Ölçme' ve 'LiDAR Ölçme' tekniklerinden hangisiyle en uygun şekilde hayata geçirilebileceğine dönük bir model ortaya konulmuştur. Yapılan analizler sonucunda bu dört kriterlere göre en uygun yöntemin sırasıyla 'LiDAR Ölçme Yöntemi', 'Fotogrametrik Ölçme Yöntemi' ve 'Yersel Ölçme Yöntemi' olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçları doğrulamak için çalışmanın son adımı olarak söz konusu proje her 3 yöntem için de ayrı ayrı CPM-PERT yöntemiyle planlanmış ve elde edilen sonuçlar süre ve maliyet açısından birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre 'LiDAR Ölçme Yöntemi' ile projenin 529 gün

ve yaklaşık 2,5 milyon TL, 'Fotogrametrik Ölçe Yöntemi' ile 754 gün ve yaklaşık 3,1 milyon TL, 'Yersel Ölçme Yöntemi' ile 625 gün süre ve yaklaşık 8 milyon TL maliyet ile tamamlanabileceği görülmüştür. Bu sonuçlar, çalışmada ele alınan en uygun yöntem seçim yaklaşımının doğru sonuç ürettiğini ve bu tür haritacılık faaliyetlerinde başarıyla kullanılabileceğini, proje yürütücüsünün karar verme aşamalarında önemli bir yardımcı araç olabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Harita Mühendisliği, Yöneylem Araştırması, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci, En İyi En Kötü Yöntemi.

Abstract

It is extremely important that projects belonging to many professional disciplines achieve their goals and objectives by using available labor, equipment, materials, hardware, etc. resources. For this purpose, planning projects, managing them in accordance with the plan and completing them in the best and most efficient way as targeted constitute an important and critical part of the project process. At this point, it is possible to utilize Operations Research (OR) techniques, which emerged during World War II with the need to use limited resources in the most efficient way, to make the most appropriate decision to solve the problem in problems with certain constraints and many factors affecting the result. Considering that the projects implemented in almost every field today use maps as a base and that a significant portion of the applications used today work based on location, it becomes more important to plan basic cartography activities in the most effective way and to realize them with the least resources and in the shortest time. Although OR techniques that can be used for this purpose are used extensively by many engineering disciplines, it is seen from academic studies and practical applications that they have a more limited application area in the field of Mapping Engineering. Although OR techniques that can be used for this purpose are used extensively by many engineering disciplines, it is seen from academic studies and practical applications that they have a more limited application area in the field of Geomatics Engineering.

In this study, the use of Operations Research techniques in a different application area of the Geomatics Engineering discipline is discussed. Within the scope of the study, the most appropriate surveying method that can be used in the 'Base Map Production Project', which is one of the most basic application areas of the Geomatics Engineering discipline, has been tried to be determined by using 'Analytical Hierarchy Process (AHP)' and 'Best-Worst Method (BWM)', which are sub-disciplines of OR techniques. In this framework, a model has been put forward for the most appropriate way of realization of a base map production work carried out in 16 districts of Balıkesir province in a residential/non-residential area of approximately 20,000 hectares, by considering the criteria of 'Cost', 'Duration', 'Productivity' and 'Ease of Implementation' with the techniques of 'Terrestrial Surveying', 'Photogrammetric Surveying' and 'LiDAR Surveying'. As a result of the analysis, it was determined that the most appropriate methods according to these four criteria are 'LiDAR Survey Method', 'Photogrammetric Survey Method' and 'Terrestrial Survey Method' respectively. In order to verify these results, as the last step of the study, the project in question was planned separately for all 3 methods by CPM-PERT method and the results obtained were compared with each other in terms of time and cost. According to the results of the study, the project can be completed in 529 days and approximately 2.5 million TL with the 'LiDAR Survey Method', 754 days and approximately 3.1 million TL with the 'Photogrammetric Survey Method', 625 days and approximately 8

million TL with the 'Terrestrial Survey Method'. These results show that the most appropriate method selection approach discussed in the study produces accurate results and can be successfully used in such surveying activities and can be an important tool in the decision-making stages of the project manager.

Keywords: Geomatics Engineering, Operations Research, Multi-Criteria Decision Making, Analytical Hierarchy Process, Best-Worst Method.

1. GİRİŞ

Farklı sektörlerce hayata geçirilecek olan projelerdeki en kritik aşamalardan ilki, belirlenen zaman diliminde, mevcut kaynakları kullanarak başlangıçta ortaya konulmuş hedeflere ulaşarak tamamlayabilmek için projenin planlanmasıdır. Planlama için farklı yöntem ve yaklaşımlar kullanılıyor olsa da matematik modellere dayalı bilimsel yöntemlerle yöneticilerin doğru kararlar alıp süreci doğru bir şekilde yönetmesine imkân sağlayan pek çok teknik ve bilimsel yaklaşımı içeren Yöneylem Araştırması (YA) tekniklerinden yararlanılması önerilmektedir. Zira Yöneylem Araştırması, karar verme süreçlerinde bilimsel ve sistematik yaklaşımlar sunarak, kısıtlı kaynaklar ve çeşitli kriterler ile optimum sonuca ulaşmak için karmaşık sorunların çözümü için pek çok sektörde başarıyla kullanılmaktadır.

Projeler hayata geçirilirken, projede yer alan faaliyetlerin her birine etki eden birçok etken bulunmaktadır. Bu etkenlerin projedeki faaliyetlerin süresi üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaması ve optimum sonuca varılabilmesi için doğru kararların alınması ve uygulanması gerekmektedir. Zamana bağlı olarak pek çok farklı etkenden dolayı dinamik bir hüviyete sahip olan karar verme süreci, hiç şüphesiz proje yöneticisinin önemli görevlerinden birisi olarak projenin başarısında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle karmaşık, birbirleriyle ilişkilerin kurulması gereken çok disiplinli projelerde, karar verme sürecinin doğru yürütülememesi hem zaman hem de kaynak kayıplarına yol açabilmektedir. Kamusal anlamda yapılan çalışmalar açısından konuya bakıldığında ise, bir projenin zamanında tamamlanamamasının sadece projenin maliyetini artırmakla kalmayıp, bu gecikmeye bağlı olarak dolaylı (endirekt) para, zaman, sağlık vb. başka kayıplar oluşabilmektedir. Örneğin aşırı yoğun bir yol güzergahındaki trafiği hafifletmek için yapılacak olan ek bir yolun zamanında tamamlanamaması projenin maliyetini artırmakla kalmayıp, trafik yoğunluğunun azaltılamaması nedeniyle örneğin daha fazla yakıt harcanmasına, zaman kayıplarına bağlı endirekt zararlara da yol açabilecektir. Dolayısıyla, projenin her bir faaliyetinin ve tümünün hedeflendiği şekilde tamamlanabilmesi için her hususunun doğru şekilde değerlendirilmesi ve doğru karara varılması büyük önem taşımaktadır. Bu noktada birden çok kriterin olduğu problemlerde bu tür çözümler için YA'nın alt disiplini olan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. ÇKKV yöntemleri birçok kriter ve alternatifi olduğu problemlerde öncelik sırasına göre karar vermeye yarayan bir süreç olup, 'Analytical Hierarchy Process (AHP)/Analitik Hiyerarşi Süreci' ve 'Best-Worst Method (BWM)/En İyi En Kötü Yöntemi' sık kullanılan karar verme yöntemlerindedir. Her ikisinde de kriterler değerlendirilerek bir öncelik sıralaması yapılır ve bu öncelik sırasına göre karar verme süreci gerçekleştirilir.

Her projede olduğu gibi, harita mühendisliği alanında da projelerin planlanması büyük önem taşımaktadır. Farklı coğrafik ve atmosferik koşullar altında saha çalışmalarının yapıldığı Harita (Geomatik) Mühendisliği alanında diğer alanlarda olduğu gibi belirli kısıtlar ve birbirinden farklı kriterler söz konusudur. Harita Mühendisliği alanında yapılan çalışmalarda CPM-PERT tekniği kullanılarak projenin beklenen tamamlanma süresini azaltan çalışmalar bulunmaktadır

[1, 2, 3]. Ayrıca ÇKKV tekniklerinden olan AHP, analiz haritalarının üretim aşamasında analizde etkili olan kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmaktadır [4, 5, 6]. Literatürde yapılan çalışmalardan görüldüğü üzere Harita Mühendisliği sektöründe YA teknikleri ve ÇKKV yöntemlerinin kullanımının kısıtlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden AHP ve BWM ile bir halihazır harita üretim projesinde Yersel Ölçme, LiDAR Ölçme ve Fotogrametrik Ölçme yöntemlerinden en uygun ölçme yönteminin belirlenmesine dönük bir yaklaşım ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular, izleyen kısımlarda verilmiştir.

2. YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI (YA)

Yöneylem Araştırması (YA), karmaşık problemlerde karar verme süreçlerinde optimum kararlar vermek ve en uygun sonuca ulaşmak için matematiksel modeller, istatistik ve algoritmalar kullanarak çözüm önerileri sunan bir yaklaşımdır. 2. Dünya Savaşı sırasında, sınırlı askeri kaynaklara sahip olan Britanya'nın sınırlı kaynakları askeri operasyonlarda ve çeşitli faaliyetlerde etkin bir şekilde kullanma ihtiyacı bulunmaktaydı. Bu ihtiyaç doğrultusunda İngiliz askeri yetkilileri, ülkenin hava ve kara savunmasıyla ilgili stratejik sorunlarını bilimsel olarak çözmek adına bilim insanlarından oluşan bir ekip toplamıştır. Söz konusu ekip askeri operasyonlarla ilgili araştırma yaptıklarından bu çalışmalar 'Operations Research' adını yani Türkçe adıyla 'Yöneylem Araştırması' adını almıştır. Bu ihtiyaca bilimsel bir yaklaşım ile çözüm bulunmak istenmesi Yöneylem Araştırması'nın önünü açmıştır [7].

1950'lerde ABD'deki iş dünyası, özel sanayi sistemlerini daha etkili bir şekilde yönetmek amacıyla 'Yöneylem Araştırması' programları geliştirmeye başlamıştır. 1948'de MIT'de askeri olmayan tekniklerin öğretilmesine yönelik bir dersin açılmasıyla, YA akademik bir disiplin olarak kabul görmeye başlamıştır. Türkiye'de YA ilk kez, dünyanın diğer yerlerinde olduğu gibi, askeri alanda kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanın gelişimi, 19 Ağustos 1954'te Türk Silahlı Kuvvetleri öncülüğünde, Genelkurmay Başkanlığı bünyesinde kurulan "İlmi İstişare Müdürlüğü" ile başlamıştır. Uygulamaya yönelik YA çalışmaları ise 1 Haziran 1956'da Alb. Fuat Uluğ'un girişimiyle, İlmi İstişare Müdürlüğü'ne bağlı olarak görev yapan 10 yedek subaydan oluşan ilk YA takımıyla fiilen hayata geçmiştir. 1 Eylül 1965'te TÜBİTAK bünyesinde Hareket Araştırma Bölümü kurulmuş ve bu bölüm, 1973'te Marmara Araştırma Enstitüsü'ne taşınmıştır. YA'nın bir meslek olarak tanınması amacıyla, 10 Mart 1975'te Yöneylem Araştırması Derneği kurulmuştur. 1992'de ise Yöneylem Araştırması birimi, "Sistem Analizi" adıyla yeniden yapılandırılmıştır [8].

Nihayetinde bu disiplinin amacı, sınırlı kaynaklarla maksimum fayda elde etmek için sistematik yöntemler geliştirmektir. Buradan hareketle askeri amaçların dışında mühendislik, tıp, ziraat gibi birçok farklı alanda da kullanılmaya başlanmıştır. Kullanım alanlarından anlaşılacağı üzere YA 'disiplinlerarası yaklaşım' özelliği sergilemektedir. Bununla birlikte özelliklerin birbirini desteklediği "bütünleşik yaklaşım" ve "bilimsel yaklaşım" olmak üzere iki temel özellik daha 'disiplinlerarası yaklaşım' özelliğinin beraberinde gelmiştir. Bütünleşik yaklaşım özelliği, karşılaşılan problemi içerisindeki tüm kriter ve alternatiflerin birlikte değerlendirilmesinden gelmiştir. Bilimsel yaklaşım özelliği ise, karmaşık problemlerin çözümlerinde matematiksel modeller ve algoritmalar kullanılarak sorunlara bilimsel açıdan yaklaşılmasından ötürü gelmiştir. Zaten YA'nın ortaya çıkışındaki etkenlerden biri de bu olmuştur [9].

2.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)

Analitik Hiyerarşi Süreci, 1970'lerde Thomas Saaty tarafından, alternatifler içerisinde bulunan çoklu kriterleri göz önünde bulundurarak nitel ve nicel değişkenlerin ikili karşılaştırmaları ile analizini yaparak çok kriterli problemleri çözmek için tasarlanmış bir karar verme yöntemidir. Daha net bir ifade ile AHP, problemi ilk olarak bir piramit gibi parçalara ayırarak ulaştığı alt parçaların çözümlerini bir araya toplayarak ana sonuca ulaşmaktadır. Aklın, düşüncelerin ve duyguların içine girerek karmaşıklaşan olayda süreci düzenleyerek karar verme işlemini kolaylaştırmaktadır [10].

AHP modelinde problem çözümlenirken ilk olarak hiyerarşi oluşturulur. Bu aşamada problem ve hedef, daha sonra da hedefe ulaşmada etkili olan kriterler ve alt kriterler belirlenmektedir. Kriterlerin ardından da mevcut alternatifler saptanmaktadır. Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra kriterler ve alternatifler karşılaştırma matrisleri oluşturularak değerlendirilir. Karşılaştırma matrisi sayesinde kriterler ve alternatifler ikili olarak ele alınarak birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. Değerlendirme aşamasında Saaty tarafından 1990'da geliştirilen önem dereceleri kullanılmaktadır (Tablo 1) [11].

Tablo 1

İkili karşılaştırmalarda kullanılan önem dereceleri [11]

Mutlak Ölçekte Önem Dereceleri	Değer Tanımları	Açıklamalar	
1	Eşit Önem	İki faaliyet hedefe eşit katkıda bulunur.	119
3	Bir Diğere göre Orta Önem	Deneyim ve değerlendirme bir faaliyeti diğere göre kuvvetli bir şekilde destekler.	
5	Esas veya Güçlü Önem	Deneyim ve değerlendirme bir faaliyeti diğere göre kuvvetli bir şekilde destekler.	
7	Çok Güçlü Önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve uygulamada üstünlüğü kanıtlanır.	
9	Aşırı Önem	Bir faaliyeti diğere tercih eden delil, mümkün olan en yüksek onay düzeyindedir.	
2, 4, 6 ve 8	İki Ardışık Karar Arasındaki Ara Değerler	Bir uzlaşmaya ihtiyaç duyulduğu zaman.	

Karşılaştırmalar sonrasında her kriter ve alternatif için ağırlık değeri hesaplanır. Ağırlıklandırma işleminden sonra alternatifler önem derecelerine göre sıralanır [12]. En yüksek önem derecesine sahip alternatif en uygun alternatif olarak ele alınır. Son olarak tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı ile gerçekleştirilen karşılaştırmaların ve ağırlıklandırmaların tutarlılık oranları hesaplanarak sürecin doğruluğu ve tutarlılığı teyit edilir. Bunun için de ilk olarak Tutarlılık İndeksi (Consistency Index – CI) hesaplanmaktadır. Ardından Rastlantısal Katsayı (Random Consistency Index-RI) değeri hesaplanmaktadır. Bu değer 1980'de Saaty tarafından oluşturulmuş bir çizelgeden kriter sayısına göre belirlenmektedir (Tablo 2) [13].

Tablo 2

Rastgele indeks sayısı [13]

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rassallık Göstergesi	0	0	0,58	0,9	0,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

2.2. En İyi En Kötü Yöntemi (Best Worst Method-BWM)

En iyileme ve kötüleme yöntemi 2015 yılında Jafar Rezaei tarafından geliştirilen bir ÇKKV yöntemidir. Rezaei mevcut ÇKKV yöntemlerinde eksik bulunan yönleri göz önünde bulundurarak söz konusu yöntemi geliştirmiştir. Diğer yöntemlere benzer şekilde BWM yöntemi de kriterlerin çiftler halinde karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Bu yöntemi diğerlerinden ayıran özelliği daha az karşılaştırma içermesidir. Aynı zamanda bu özellik yöntemin avantajıdır. Daha az karşılaştırma yapılması da daha güvenilir sonuçları beraberinde getirmektedir. BWM yönteminde değerlendirmede önce en iyi ve en kötü kriterler belirlenmektedir. Burada en iyi kriterden kasıt ilgili problemde en önemli olduğu düşünülen, en etkin role sahip olan kriterdir. En kötü kriter ise en az öneme sahip, problemde en az etkiye sahip olan kriter anlamına gelmektedir. Daha sonra bu iki kriterin diğer kriterler ile ikili olacak şekilde karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma esnasında Tablo 1’de verilen değerlendirme ölçütleri kullanılmaktadır. Karşılaştırma sonrası kriterler ve alternatiflere ait ağırlıklar belirlenir. Ağırlık puanlarına göre alternatifler arasında seçim yapılır. En sonunda AHP yönteminde olduğu gibi karşılaştırmaların ve sonuçların güvenilirliğini test etmek için tutarlılık oranı hesaplanmaktadır [14].

120

2.3. CPM-PERT Yöntemi

CPM-PERT yöntemi aslında iki farklı yöntemin birleşmesinden oluşmaktadır. CPM uzun adı ile Critical Path Method yani Kritik Yol Yöntemi olarak geçmektedir. Bu yöntemde bir projenin tamamlanması için yapılması gereken faaliyetler listelenerek, faaliyetlerin sürelerini ve öncelik durumlarını gösterir. Böylece projeye kuş bakışı bakılarak proje kontrol altına alınmış olur. Kritik yol ise projenin başlangıcı ile bitişi arasındaki en uzun süren yoldur. Kritik yoldaki faaliyetlerin sürelerinde bir değişim olması projenin de süresinde değişim olması demektir. PERT yani Program Evaluation and Review Technique Türkçe adı ile Program Değerlendirme ve İnceleme tekniğidir. PERT yöntemi ilk kez 1958’de ABD Donanması tarafından Polaris Füzelere projesi için uygulanmıştır ve yöntem başarısını projenin beklenenden iki yıl önce tamamlanması ile göstermiştir. Türkiye’de ise Boğaziçi Köprüsü (yeni ismiyle 15 Temmuz Şehitler Köprüsü) ve Keban Barajı gibi büyük projelerde kullanılmıştır. Her iki yöntem de projelerin süre ve maliyet planlamasında kullanılan sınırlı kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını amaçlayan temel yöntemlerdir. PERT diyagramları ve CPM, proje yönetiminde işlerin sıralanması, verimliliği, önemi ve sorunlu faaliyetlerin etkilerinin analiz edilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerdir. Bu iki teknik arasındaki en temel fark, projeyi oluşturan faaliyetlerin sürelerinin belirlenmesinde ortaya çıkmaktadır. CPM, faaliyet sürelerinin belirli ve sabit olduğu projelerde kullanıldığından kesin süre değerleriyle çalışır. PERT ise, iş sürelerinin kesin olarak bilinmediği belirsizlik içeren projelerde kullanılan bir tekniktir. Bu nedenle, CPM genellikle daha önce tecrübe edilmiş projelerde tercih edilirken, PERT tekniği sık karşılaşılmayan veya ilk kez gerçekleştirilecek projelerde kullanılır [15]. Ancak sonuçta her

iki yöntem de projeyi adım adım planlamaya ve kritik iş süreçlerini belirlemeye yardımcı olur. CPM daha deterministik bir yaklaşım sunarken, PERT daha esnek ve olasılıksal bir yaklaşımı temsil eder. CPM-PERT birlikte kullanıldığında, projelerin hem belirli hem de belirsiz koşullarda daha verimli yönetilmesini sağlar [16].

Yukarıda bahsedildiği üzere yöntemler arasında farklar bulunsa da temel amaçları aynıdır. Her iki yöntemde de projedeki kısıtlı kaynakları minimum düzeyde kullanarak projenin en kısa (veya planlanan) sürede tamamlanması hedeflenmektedir. Bununla birlikte projede maliyet ve süre de minimum seviyede tutulmak amaçlardan biridir. CPM-PERT yöntemi sayesinde bir projenin hangi faaliyetler ve faaliyet sıralaması ile ne kadar süreceği belirlenebilmektedir. Tüm bunların yanı sıra matematiksel arka planı kolay uygulanabilir bir yapıya sahiptir. Faaliyetler ağ diyagramı üzerinde gösterildiğinden uygulayıcılar proje faaliyetleri arasındaki ilişkileri ve süreleri daha kolay anlayabilmektedir. Süre hesaplamasının yanı sıra maliyet hesabı da yapılabilmektedir. Böylece süre ve maliyet takibi yapılarak proje kontrol altında tutulmaktadır. CPM-PERT yönteminin başarıyla kullanımı için proje faaliyetleri net olarak detaylı bir şekilde belirtilmelidir. Ayrıca bu faaliyetler birbirinden bağımsız olmalıdır. Faaliyetler arası geçerli olan ilişkiler üzerinde değişiklik yapılamamaktadır ve ağ diyagramının çizilebilmesi için faaliyetlerin öncelik ilişkilerinin belirli olması gerekmektedir. Bunların yanı sıra yöntemi uygulayacak yani planlamayı yapacak kişiye göre proje planlaması ve yönetiminde değişiklikler olabilmektedir. Çünkü uygulayıcı bir insan olduğundan kişiden kişiye süre tahminleri değişiklik gösterebilmektedir. Bu durumda planlama aşamasına öznellik katmaktadır.

3. UYGULAMA

3.1. Proje Hakkında Bilgiler

Çalışma kapsamında 2017 yılında Balıkesir iline bağlı 16 ilçede yaklaşık 20.000 hektarlık meskûn/gayrimeskun alanda yapılan bir halihazır harita yapım işinin ‘Maliyet’, ‘Süre’, ‘Üretkenlik’ ve ‘Uygulama Kolaylığı’ kriterleri dikkate alınarak ‘Yersel Ölçme’, ‘Fotogrametrik Ölçme’ ve ‘LiDAR Ölçme’ tekniklerinden hangisiyle en uygun şekilde hayata geçirilebileceğine dönük bir model ortaya konulmuştur. Proje sürecinde gerçekleştirilen her iş “Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği”ne uygun olarak yapılmıştır. Projeye ait detaylar harita sektöründe faaliyet gösteren EMİ Grup tarafından sağlanmıştır.

3.2. AHP ve BWM ile En Uygun Yöntemin Belirlenmesi

3.2.1. Önem derecelerinin belirlenmesinde anket çalışması

Bu çalışmada söz konusu alternatifler ‘Yersel Ölçme’, ‘Fotogrametrik Ölçme’ ve ‘LiDAR Ölçme’ yöntemidir. AHP ve BWM modellerini uygulamak için ilk olarak çalışmada iş süreçlerine etki eden kriterler ‘Süre’, ‘Maliyet’, ‘Üretkenlik’ ve ‘Uygulama Kolaylığı’ olarak belirlenmiştir. Kriterlerin karşılaştırmasında daha objektif olabilmek adına karşılaştırmaların birden çok kişi ile yapılarak uygulama içerisinde sonuçların ortalamasının kullanılmasına karar verilmiştir. Her iki yöntem için de ayrı ayrı olacak şekilde, akademisyen ve sektörde aktif olarak çalışan Harita Mühendislerinden oluşan 10 kişi ile anket çalışması yapılmıştır.

AHP Anket Uygulaması:

AHP modeli için yapılan değerlendirmede öncelikle alternatifler kriter bazında değerlendirilmiştir. Ardından kriterler kendi içlerinde karşılaştırılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3

Kriter karşılaştırma matrisi örneği

KRİTERLER				
	Süre	Üretkenlik	Maliyet	Uygulama Kolaylığı
Süre				
Üretkenlik				
Maliyet				
Uygulama Kolaylığı				

Tablo 4'teki derecelendirme alternatifleri arasında "Süre" kriteri temel alınarak yapılmıştır. Bir alternatif kendisi ile kıyaslandığında 'Eşit Önem'e sahip olan 1 puanını almaktadır. Tablo 4'deki örnek incelendiğinde "Süre" açısından 'LiDAR Ölçme' yöntemi 'Fotogrametrik Ölçme' yöntemine göre 'Çok Güçlü Önem'e sahiptir. Bu da Önem dereceleri tablosunda 7 numaraya denk gelmektedir. Bu durumun tam tersi olan değerlendirme ise 'Fotogrametrik Ölçme' yönteminin 'LiDAR Ölçme' yöntemine göre değerlendirilmesi. Tam tersi olduğundan burada derecelendirme 1/7 olarak ele alınmaktadır.

Tablo 4

122

Süre kriterinin baz alındığı alternatif karşılaştırma matrisi örneği

SÜRE			
	Fotogrametrik Ölçme	LiDAR Ölçme	Yersel Ölçme
Fotogrametrik Ölçme	1	1/7	1/5
LiDAR Ölçme	7	1	3
Yersel Ölçme	5	1/3	1

BWM Anket Uygulaması:

BWM yönteminde ise kriterler derecelendirilmeden önce 'En Çok Öneme Sahip' ve 'En Az Öneme Sahip' kriter seçilmektedir. Burada derecelendirme bu iki kriter üzerinden yapılmaktadır. Anket sonucunda 'En Çok Öneme Sahip' kriter 'Maliyet' kriteri seçilirken 'En Az Öneme Sahip' kriter ise 'Uygulama Kolaylığı' olarak bulunmuştur. Ardından ağırlıklandırma işlemi yapılmıştır. İlk olarak 'En Çok Öneme Sahip' olarak seçilen 'Maliyet' kriteri diğer kriterler ile karşılaştırılmıştır. Ardından 'En Az Öneme Sahip' olarak seçilen 'Uygulama Kolaylığı' kriteri de diğer kriterler ile karşılaştırılarak önem derecelerine göre derecelendirilmiştir (Tablo 5). Derecelendirme için AHP'de olduğu gibi Tablo 1'deki değerler kullanılmıştır.

Tablo 5

BWM karşılaştırma matrisleri

En Çok Öneme Sahip Kriter	Süre	Üretkenlik	Maliyet	Uygulama Kolaylığı
Maliyet				
En Az Öneme Sahip Kriter	Uygulama Kolaylığı			
Süre				
Üretkenlik				
Maliyet				
Uygulama Kolaylığı				

3.2.2. AHP ve BWM Modellerinin Anket Sonuçlarına Göre Uygulanması

Yapılan anket çalışmasında elde edilen sonuçların geometrik ortalaması alınarak nihai karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir. AHP yönteminde karşılaştırma matrisleri normalize edilerek kriterlere ait ağırlıklar hesaplanmıştır (Tablo 6). Her iki yöntemde de karşılaştırma matrisleri sonucu elde edilen değerler tutarlılık oranı sınırları içerisinde olduğundan modelin doğruluğu da teyit edilmiştir.

123

Tablo 6

AHP-kriterlerin önem sıralaması

	Kriter Ağırlıkları
Maliyet	0,58
Süre	0,25
Üretkenlik	0,12
Uygulama kolaylığı	0,04

Kriterlere ve kriter bazlı alternatiflere ait ağırlık değerlerinin bulunduğu matrisler değerlendirilerek alternatifler için önem sıralaması yapılmıştır (Tablo 7). En yüksek öneme sahip alternatif 'LiDAR' en az öneme sahip alternatif ise 'Yersel' yöntemi olarak bulunmuştur.

Tablo 7

AHP yöntemi ile elde edilen alternatiflerin önem sıralaması

	Ağırlık Puanı
LiDAR	0,60
Fotogrametrik	0,28
Yersel	0,11
Toplam	1,00

BWM yönteminde En Çok Öneme Sahip ve En Az Öneme Sahip kriterler baz alınarak gerçekleştirilen karşılaştırma değerlerinden yola çıkılarak her bir kriter için ağırlık değerleri hesaplanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8

BWM yöntemi sonucundan elde edilen kriter ağırlıkları

	Süre	Üretkenlik	Maliyet	Uygulama Kolaylığı
Ağırlıklar	0,28	0,19	0,48	0,05

AHP ile hem kriterler hem alternatifler için önem sıralamaları hesaplanmaktadır. BWM yönteminde ise sadece kriterler için ağırlıklar belirlenerek önem sıralaması elde edilmektedir. Bu durum BWM ve AHP arasında BWM için bir kısıt oluşturmaktadır.

3.2.3. CPM-PERT ile Sonuçların Doğrulanması

AHP ve BWM modellerine ait sonuçları doğrulayabilmek için çalışmaya konu olan proje üç farklı ölçme yöntemi için ayrı ayrı CPM-PERT tekniği ile planlanarak süre ve maliyet hesabı yapılmıştır. İlk olarak üç ölçme yöntemine ait işlem adımları Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'ne göre ve projeyi gerçekleştiren mühendislerin görüşleri alınarak iş akışını gösterecek şekilde listelenmiştir. Ardından projede görev alan mühendislerin yardımıyla her iş tanımına ait süreler ve kullanılan kaynaklar miktarlarıyla belirlenmiştir. Elde edilen iş akışı ve kaynak kullanımı MS Project yazılımı ile değerlendirilerek üç ölçme yöntemine ait ağ diyagramı oluşturulmuştur. Maliyet hesabı için birim fiyatlar İller Bankası A.Ş. Yatırım Koordinasyon Dairesi Başkanlığı tarafından yayınlanan '2024 Yılı Sayısal Halihazır Harita Alım İşleri Birim Fiyatları' cetvelinden yararlanılmıştır. Buradan hareketle Balıkesir ilinin 16 ilçesini kapsayan 20.000 hektarlık meskûn/gayrimeskun alanda yapılan halihazır harita üretim projesinin her üç ölçme yönteme ait süre ve maliyet hesabı yapılmıştır. Tablo 9'da özet olarak verilen değerler incelendiğinde en kısa süren ve aynı zamanda en az maliyete sahip olan ölçme yönteminin 'LiDAR' ölçme yöntemi olduğu görülmektedir. Yukarıda detaylar verilen şekilde yapılan hesaplar sonucunda AHP yöntemine göre de LiDAR yöntemi en uygun yöntem olarak bulunmuştur. Bu durum CPM-PERT ile yapılan analiz sonucunda da doğrulanmıştır. BWM modeline bakıldığında ise en önemli iki kriterin sırasıyla

Maliyet ve Süre olduğu görülmektedir. CPM-PERT yöntemi ile yapılan analiz sonuçlarından en az süre ve maliyetin LiDAR yöntemine ait olması, BWM yönteminden elde edilen sonuçları doğrulamıştır.

Tablo 9

CPM-PERT ile ölçme yöntemleri için hesaplanan süre ve maliyet analizi

	LiDAR	Fotogrametrik	Yersel
Süre (Gün)	529	754	625
Maliyet (TL)	2,520,152.89	3,111,106.42	8,010,673.20

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada halihazır üretim projesinde en uygun ölçme yöntem seçiminin belirlenmesi için Yöneylem Araştırması tekniklerinden faydalanılmıştır. Çalışma sonuçları Yöneylem Araştırmasının birden fazla kriterin ve kısıtların bulunduğu karmaşık karar verme süreçlerinde oldukça yararlı olduğunu ve efektif sonuçlar verdiğini, ayrıca haritacılık faaliyetlerinin CPM-PERT ile planlanması ile süre ve maliyetin azaltılarak önemli avantajlar elde edilebileceğini göstermiştir. Yöneylem Araştırması sayesinde projelerin daha sağlıklı yürütülebileceği ve optimum sonuca ulaşarak kaynakların daha verimli kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Literatürde kısıtlı bir kullanımı olmasına rağmen Yöneylem Araştırması tekniklerinin haritacılık sektöründe de kullanılabileceği çalışma sonucundan anlaşılmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri en uygun ölçme yönteminin tercihinin yanı sıra ölçme donanımı, model/marka belirlenmesi, çizim/değerlendirme yazılım seçim süreçlerinde de kullanılabileceği görülmüştür. Bu çalışmadaki gibi bir yaklaşımla optimum çözümün, karar verme süreçleri ile belirli kısıtlar altında belirlenerek yöneticiye kolaylık ve katkı sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma birinci yazar tarafından İTÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde hazırlanan Yüksek Lisans tez çalışmasının ilk sonuçları esas alınarak hazırlanmıştır. Yazarlar, çalışmanın uygulama kısmında kullanılan verilerin temin edildiği EMİ Grup Bilgi Teknolojileri A.Ş.'ye değerli katkılardan dolayı içtenlikle teşekkür eder.

6. KAYNAKLAR

- 1- Çapraz, Y.A. (2011). Geomatik Mühendisliğinde Proje Yönetimi ve Planlaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- 2- Ceylan, A., Çay, T., Uyan, M. (2006). Sayısal Harita Üretiminde Proje Planlaması ve Yönetimi. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 94, 11-18.
- 3- Ergün, Ö. (2006). Harita Sektöründe Proje Planlama Yöntemlerinin Kullanılması Uluslararası Dekastri Terminal Saha Düzenlemesi ve Toprak İşleri Projesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- 4- Rios, R. and Duarte, S. (2021). Selection of Ideal Sites for the Development of Large-Scale Solar Photovoltaic Projects Through Analytical Hierarchical Process-Geographic Information Systems (AHP-GIS) in Peru. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 149:111310. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111310>

- 5- Sabilla Ajrina, A., Sarno, R. and Hari Ginardi, R.V. (2018). Comparison of AHP and BWM Methods Based on Geographic Information System for Determining Potential Zone of Pasir Batu Mining, *2018 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication*, Semarang, Indonesia, 453-457. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2018.8549818>
- 6- Chivasa, W., Mutanga, O., and Biradar, C. (2019). Mapping Land Suitability for Maize (*Zea mays L.*) Production Using GIS and AHP Technique in Zimbabwe. *South African Journal of Geomatics*, 8(2). <http://dx.doi.org/10.4314/sajg.v8i2.11>
- 7- Gupta, R.K. (2010). Transportation Proble, Krishna's Operations Research, Krishna Prakashan Media, Meerut, 31.
- 8- Öztürk, A. (2013). Yöneylem Araştırmasının Tarihi Gelişimi ve Özellikleri. *Alphanumeric Journal*, 1(1), 1–11. <https://aperta.ulakbim.gov.tr/record/228028>
- 9- Demirer, Ö., ve Alkan, R.M. (2015). Disiplinlerarası Bir Yaklaşım Olarak Yöneylem Araştırmasının Mühendislik Uygulamalarında Kullanımı. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 37-46. <https://doi.org/10.15659/hartek.15.04.88>
- 10- Saaty, T.L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7), 841-855. <http://www.jstor.org/stable/2631765>
- 11- Saaty, T.L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operation Research*. 48(1), 9-26. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I)
- 12- Saaty, T.L. (2001), Decision Making for Leaders. Pittsburgh RWS Publications.
- 13- Kwiesielewicz, M., and Uden, E.V. (2004). Inconsistent and Contradictory Judgements in Pairwise Comparison Method in the AHP. *Computers and Operations Research*, 31, 713-719. [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(03\)00022-4](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(03)00022-4)
- 14- Rezaei, J. (2015). Best-worst Multi-criteria Decision-making Method. *Omega*, 53, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- 15- Sarıca, İ. (2006). CPM ve PERT Teknikleriyle Proje Planlama ve Bir İşletmede Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, Türkiye.
- 16- Trietsch, D., and Baker, K.R. (2012). PERT 21: Fitting PERT/CPM for use in the 21st Century. *International Journal of Project Management*, 30(4), 490-502. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.09.004>

A PROPOSAL FOR A MACHINE LEARNING BASED VALUATION MODEL FOR DETERMINING EFFICIENT BUILDING PROPERTY TAX VALUE
ETKİN BİNA EMLAK VERGİ DEĞERİNİN BELİRLENEBİLMESİ İÇİN MAKİNE ÖĞRENME TEMELLİ BİR DEĞERLEME MODELİ ÖNERİSİ

Elif Şevval TAŞTAN¹, Muhammed Oğuzhan METE², Reha Metin ALKAN³

¹Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği, <https://orcid.org/0009-0007-8746-7162>

²Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği, <https://orcid.org/0000-0002-9312-1965>

³Prof.Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği, , <https://orcid.org/0000-0002-1981-9783>

Özet

Taşınmaz değerlendirme; alım, satım ve yatırım kararlarının doğru bir şekilde alınabilmesi için taşınmazın gerçek piyasa değerini bağımsız ve tarafsız olarak belirlemeyi amaçlayan bir sistemdir. Ayrıca kredi, sigorta, vergi ve kamulaştırma gibi finansal ve hukuki süreçlerde adil bir değerlendirme yapılmasını sağlayarak ekonomik istikrara katkıda bulunmaktadır. Bu kapsamda, doğru ve adil bir emlak vergilendirme sistemi için taşınmazların gerçek değerinin uluslararası değerlendirme standartlarına uygun, reel ölçütlerle ve objektif olarak belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de milyonlarca arsa, arazi ve bina olduğu ve bu taşınmazların emlak vergisine tabi oldukları göz önüne alındığında, emlak vergi değeri belirleme amaçlı taşınmaz değerlemenin geleneksel yöntemlerle yapılmasının ne denli zaman alıcı ve maliyetli olacağı açıktır. Bu noktada, geleneksel yöntemlerin sınırlamalarını aşmak için daha hızlı ve objektif toplu değerlendirme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Toplu değerlendirme çalışmalarında son dönemde Yapay Zekâ/Makine Öğrenmesi yöntemleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, emlak vergisi değerlerinin belirlenmesinde makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak gerçek (pazar) değere dayalı emlak vergilendirme sistemi için bir değerlendirme modeli oluşturulması amaçlanmıştır. Makine öğrenmesi, büyük veri kümelerinden öğrenerek tahminlerde bulunabilen bir yapay zekâ aracıdır. Uygulama kapsamında Polonya'nın başkenti Varşova'daki seçili taşınmazların toplu değerlemesi, çalışma özelinde geliştirilen bir makine öğrenmesi modeli ile yapılmıştır. Çalışmada ilk önce Kaggle platformundan elde edilen 11.831 adet taşınmaza ait açık verilerden, değişik eğitim ve test oranlarına sahip olacak şekilde farklı alt veri setleri oluşturulmuştur. Bu veri setleri ile Doğrusal Regresyon, Rastgele Orman, Karar Ağaçları, Bagging, Gradient Boost ve XGBoost (Extreme Gradient Boost) algoritmaları kullanılarak modellerin performansları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Random Forest ve XGBoost algoritmalarının, sırasıyla 0.8889 ve 0.8813 R^2 değerleriyle en iyi performansla sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, bölgesel etkileri açıklamak ve her bir girdinin önemini daha iyi anlamak için oyun teorisine dayalı SHAP (Shapley Additive Explanations) değerleri de hesaplanmıştır. Böylelikle, her bir girdinin değerlendirme modeli sonuçlarını hangi yönde ve ne kadar etkilediği net bir şekilde ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçları, Makine Öğrenmesi ile oluşturulan modelin oldukça hızlı ve doğru bir şekilde toplu değerlendirme çalışmalarında kullanılabileceğini, genel olarak yapay zekâ

destekli değerleme modelleri ile gerek Türkiye’de gerekse de dünyanın farklı ülkelerinde gerçek değere dayalı emlak vergilendirme sistemlerinin kurulabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Taşınmaz Değerleme, Toplu Değerleme, Emlak Vergisi, Makine ğrenmesi, Yapay Zekâ

Abstract

Real estate valuation is a system that aims to determine the actual market value of the property independently and impartially in order to make the purchase, sale, and investment decisions correctly. It also contributes to economic stability by ensuring a fair assessment of financial and legal processes such as credit, insurance, tax, and expropriation. In this context, for an accurate and fair real estate taxation system, it is crucial to determine the real value of immovable properties objectively and with real criteria in line with international valuation standards. Considering that there are millions of lands, plots, and buildings in Türkiye as well as the world and these immovables are subject to property tax, it is clear how time-consuming and costly it would be to use traditional methods to determine the real estate tax value. At this point, in order to surmount the limitations of traditional methods, it is essential to use faster and more objective mass valuation methods. Artificial Intelligence/Machine Learning methods have recently gained widespread usage in mass valuation studies. In this study, the aim is to develop a valuation model for a property taxation system based on real (market) value by using machine learning algorithms in determining property tax values. Machine learning is an artificial intelligence tool that can make predictions by learning from large data sets. Within the scope of the application, the mass valuation of properties in Warsaw, the capital of Poland, was performed with a machine learning model developed specifically for the study. In the study, the open data of 11.831 immovable properties were obtained from the Kaggle platform firstly and different data sets were created with different training and test rates. Using these data sets, Linear Regression, Random Forest, Decision Trees, Bagging, Gradient Boost and XGBoost (Extreme Gradient Boost) algorithms were used to evaluate the performance of the models. The results revealed that Random Forest and XGBoost algorithms have the best performance with high R^2 values of 0.8889 and 0.8813, respectively. Furthermore, SHAP (Shapley Additive Explanations) values based on game theory were also calculated to explain regional effects and to understand the importance of each input better. Thereby, it was possible to get a clear understanding of the amount and direction of the effect each input have on the result. The results of the study have shown that the model created with Machine Learning can be used to determine real estate values very quickly and accurately and that property taxation systems based on real value can be established both in Turkey and in different countries with artificial intelligence-supported valuation models.

Keywords: Real Estate Valuation, Mass Valuation, Property Tax, Machine Learning, Artificial Intelligence

1. INTRODUCTION

Throughout history, humankind has regarded shelter as one of its most fundamental needs. With the continuous increase in the world population, it is anticipated that the demand for real estate such as land, plots, and buildings will continue to rise. While real estate meets the housing needs of individuals, it has also gained economic value as a significant investment tool. The

valuation and taxation of real estate are especially significant issues for developed societies. Since property tax is a type of tax determined regarding the value of a property, the accurate valuation of the property is crucial for the correct calculation of the tax. Tax liability is directly associated to the value of the property (Hacıköylü and Heper, 2010). Considering that many revenue items of public institutions and local governments are based on real estate, it can be said that real estate has become an element that provides both direct and indirect contributions to the economy for both individuals and public administrations. It is widely used in many areas such as land management, capital market practices, expropriation, privatization, urban transformation, inheritance, betterment, and insurance. Property Tax is taken as a basis in taxes/fees such as Inheritance and Transfer Tax, Title Deed and Cadastre Fees, Rental Income Tax, and Adequate Pay. Therefore, the accurate determination of the property tax value is extremely important, as it not only affects the taxes collected from real estate but also directly and closely impacts many other taxes/fees that are based on this tax. The property tax value of real estate, serving as the foundation for property taxation, reflects the current market value established through real estate valuation methods. The value of real estate can change over time and is influenced by various factors. Therefore, elements that influence value, such as physical and locational characteristics, legal and economic factors, reveal that the value of real estate subject to taxation has a dynamic nature. Considering all these factors, it is clear that each property is unique and will differ, even if slightly, from its closest counterpart. According to World Bank data, in 2020, the ratio of property tax revenues to gross domestic product was 53.58% in France, 46.53% in Germany, 41.43% in Poland, and 28.92% in Turkey (World Bank, 2020). In Turkey, determining the Property Tax Value is the responsibility of local governments. However, due to some practical issues, local authorities tend to set the value of each property not in the manner described by law and without fully considering the factors that affect value, but rather based on general approaches conducted every four years at the street and neighborhood level. (Sirkeci, 2023). Considering that as of September 2024, there are 59,085,802 parcels and 24,192,207 independent units in Turkey, it becomes clear that valuing millions of properties individually using traditional methods such as comparative (market), income, or cost approaches is neither practical nor feasible.

In traditional valuation methods, the comparative (market), cost, and income approaches are commonly used. In addition to traditional methods, there are also mass valuation studies such as Artificial Neural Networks (Shybaiev et al., 2019), Multiple Regression Analysis (Robey et al., 2019; Whieldon and Ashqar, 2022), and Nominal Valuation (Doldur and Alkan, 2021; Mete and Yomralioglu, 2019). Machine learning-based valuation models can demonstrate superior performance compared to traditional models by better understanding the complexities involved in the valuation process (Hong and Kim, 2022). Machine learning models objectively determine property values, such as price per square meter and rental rates, by conducting the valuation process (Astrakhantseva and Smirnova, 2022; Mete, 2022). Nowadays, many academic studies examine value discrepancies using machine learning techniques (Abidoye and Chan, 2017; Baldominos et al., 2018; Georgiadis, 2018; Dimopoulos and Bakas, 2019; Alfaro-Navarro et al., 2020; Yu et al., 2021; Türkan et al., 2023). In this study, the results obtained from six different machine learning algorithm models were compared to predict model quality and efficiency with the aim of creating a valuation model with high accuracy. Warsaw, Poland, was selected as the study area because it offers current property sales data with market values available on the Kaggle platform, has a property regime similar to that of Turkey, and includes 28 attributes. Additionally, to determine the importance scores of the criteria, Shapley Additive Explanations (SHAP) values were calculated using explainable artificial intelligence.

2. MASS VALUATION BASED ON MACHINE LEARNING

Real estate valuation is of great importance in our country, as it is globally. A portion of national economies consists of revenues generated from real estate. Today, determining property value has become a frequently needed topic in various fields. In this process, properties are categorized into two main types: single and mass valuation. Single valuation, considered among traditional methods, is conducted using three different approaches: Comparative, Income, and Cost methods. For properties in residential areas, the Comparative method is generally preferred, while for income-generating properties, the Income method is used. The Cost approach method is the preferred valuation method that takes into account construction costs and depreciation rates. However, with the increasing data density and advancing technologies, data-driven approaches have been increasingly utilized in recent years. Manually examining significant volumes of data one by one to solve problems is considered as an inefficient use of time. Instead, it is deemed more appropriate to develop a model using a specific dataset and then make value predictions for the remaining data (Canaz Sevgen and Tanrıvermiş, 2024).

Machine learning algorithms are used in various fields such as medicine, sociology, and engineering. One of the fields where these algorithms have been increasingly utilized in recent years is real estate valuation (Kontrimas and Verikas, 2007; Canaz Sevgen and Tanrıvermiş, 2024). Machine learning algorithms provide remarkably successful results in the development of fast and highly accurate mass valuation models. Compared to traditional methods, machine learning-based algorithms significantly enhance the accuracy of real estate valuations (Dimopoulos and Bakas, 2019). In this study, the performances of six different algorithm models commonly used in real estate valuation are compared based on accuracy metrics: Linear Regression, Decision Tree Regression, Random Forest Regression, AdaBoost Regression, Bagging Regression, and Extreme Gradient Regression. In machine learning, Ensemble Learning is a technique that aims to make better predictions by combining multiple models. Its primary goal is to enhance the performance of a single model and reduce its errors. To overcome these issues and achieve better results in predictions, methods such as Bagging and Boosting have been developed. In the Bagging algorithm, different subsets of the same dataset are created using the bootstrap method. These subsets may contain repeating samples, randomly selected from the main dataset. A separate model is trained on each subset. The final prediction is made by averaging these models (for regression) or by applying a majority vote (for classification). Random Forest is the most well-known example of Bagging. In the Boosting algorithm, models are trained sequentially. New models are created by focusing on the mistakes made by the initial model. Every new model gives more weight to the examples that were mispredicted by the previous model. As a result, a strong model is obtained by combining weak models. AdaBoost and XGBoost are examples of Boosting algorithms.

3. CASE STUDY

3.1 Study Area and Data Acquisition

The dataset titled “Apartment for Sale in Poland’ obtained from the Kaggle platform was used for training while mass valuation regression models. This dataset provides extensive information about the real estate market in Warsaw, the capital, and the largest city of Poland with an area of 517 km², as well as its most populous city (Figure 1).



Figure 1. Determining of the study area

The 'Apartment for Sale in Poland' dataset contains 12,194 market samples from the period between 01/01/2024, and 01/05/2024. Key features of the dataset include area (m²), number of rooms, number of floors, year of building construction, the number of POIs (points of interest such as city center, clinic, school, kindergarten, pharmacy, post office, college, restaurant, etc.), distance to these POIs, ownership structure (condominium or cooperative apartment), building material (brick or concrete), availability of park, storage, security, and elevator, as well as location (latitude, longitude) and region names. The completeness of the dataset is shown in Figure 2. Attributes such as condition, kindergarten distance, elevator, and security availability, post office distance, pharmacy distance, building material, and kindergarten distance were removed from the dataset due to a significant amount of missing values, which would have severely impacted the accuracy of the model.

131

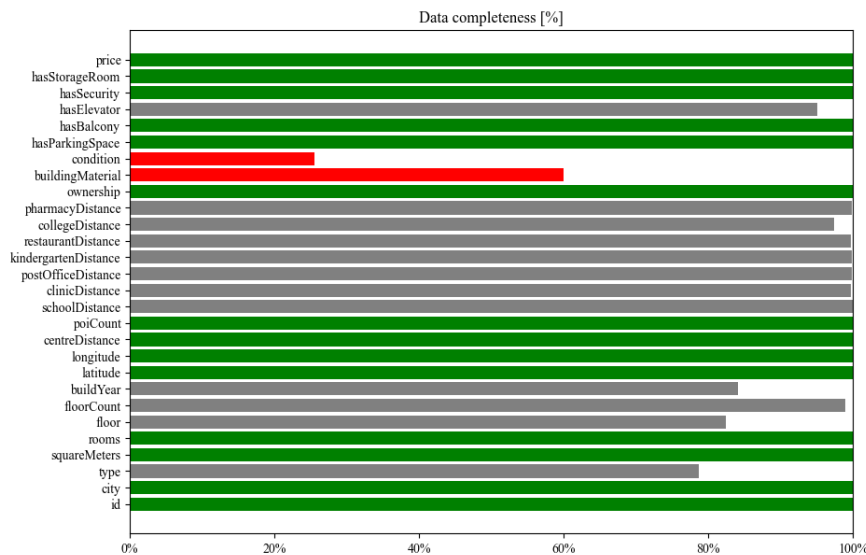


Figure 2. Data completeness

Tenement buildings were excluded from the study due to their age. For the 314 rows with missing floor information, half of the total number of floors for the respective building was assigned. Missing values in the distances to POIs were cleaned. After addressing outliers in the dataset, a total of 11,831 records used in the modeling study are shown in Figure 3. Descriptive statistics of the dataset are presented in Table 1. The highest price was determined as 3,250,000 PLN, while the lowest price was 490,000 PLN. The standard deviation of price was calculated

as 436,191 PLN. This Standard Price Deviation indicates that housing prices in Warsaw tend to be generally variable.

Table 1

Descriptive Statistics of the Dataset

Type	Statistics
Number of Samples	11,831
Maximum Price Value (PLN)	3,250,000
Minimum Price Value (PLN)	490,000
Average Price Value (PLN)	1,018,944
Standard Price Deviation (PLN)	436,191

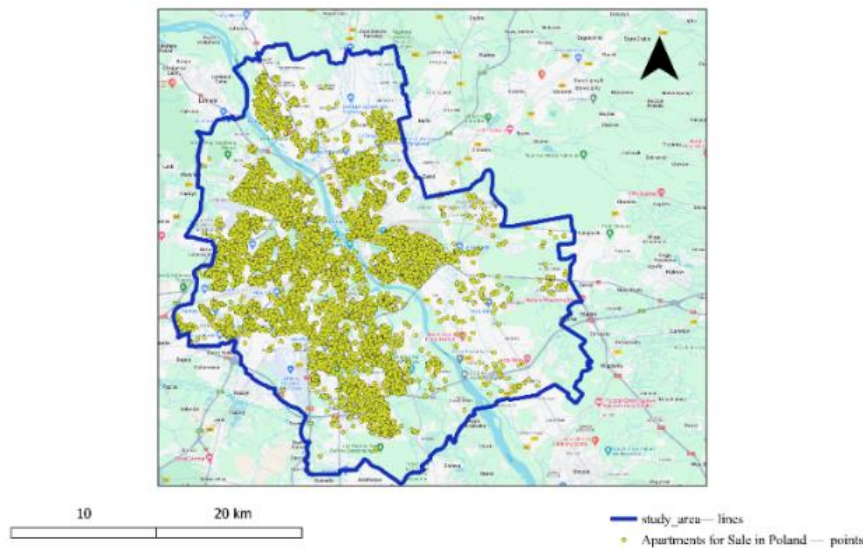


Figure 3. Spatially distributed samples of the data

3.2 Development of a Machine Learning-Based Valuation Model

i-) Pearson Correlation Analysis

The Pearson Correlation Coefficient (r) is a statistical technique that assesses the direction and strength of the linear relationship between two continuous variables. This coefficient ranges from -1 to +1, with the magnitude of these values reflecting the strength of the relationship between the variables (Schober et al., 2018). The Pearson Correlation Coefficient is determined using the formula given below (Kalantar et al., 2020; Şişman and Aydınoglu, 2023):

$$r_{xy} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i - \bar{X}}{\sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2} \times \frac{Y_i - \bar{Y}}{\sum_{k=1}^n (Y_k - \bar{Y})^2} \quad (1)$$

For the i -th variable in the dataset, X_i represents the corresponding values of X and Y , while n denotes the number of variables. The values \bar{X} and \bar{Y} represent the means of the explanatory variables

and Y, respectively (Moon et al., 2008; Egghe and Leydesdorff, 2009; Şişman and Aydınöğlü, 2023). The Pearson Correlation Coefficient can reflect a positive or negative linear relationship; positive values indicate that when one variable increases, the other also increases; conversely, negative values indicate that as one variable increases, the other decreases (Mukaka, 2012). However, this coefficient measures only linear relationships and can yield misleading results if the relationship between the variables is non-linear. The correlation matrix is an important tool for understanding the relationships between variables and seeing which variables have a strong relationship with each other. This information is particularly crucial when selecting variables to be used in machine learning models. The Correlation Matrix, which shows the relationships between different variables and their effects on price, is presented in Figure 4. If there is a positive correlation between two variables, it indicates that as one variable rises, the other tends to rise as well. For example, the correlation between 'price' and 'squareMeters' is 0.83. If the correlation coefficient is greater than $r_{xy} \geq 0.5$, there is a high correlation among the criteria (Yilmazer and Kocaman, 2020). This means that as the square meters increase, the price also tends to increase. A correlation of 0.37 between 'buildYear' and 'centreDistance' indicates that newer buildings tend to be farther from the city center.

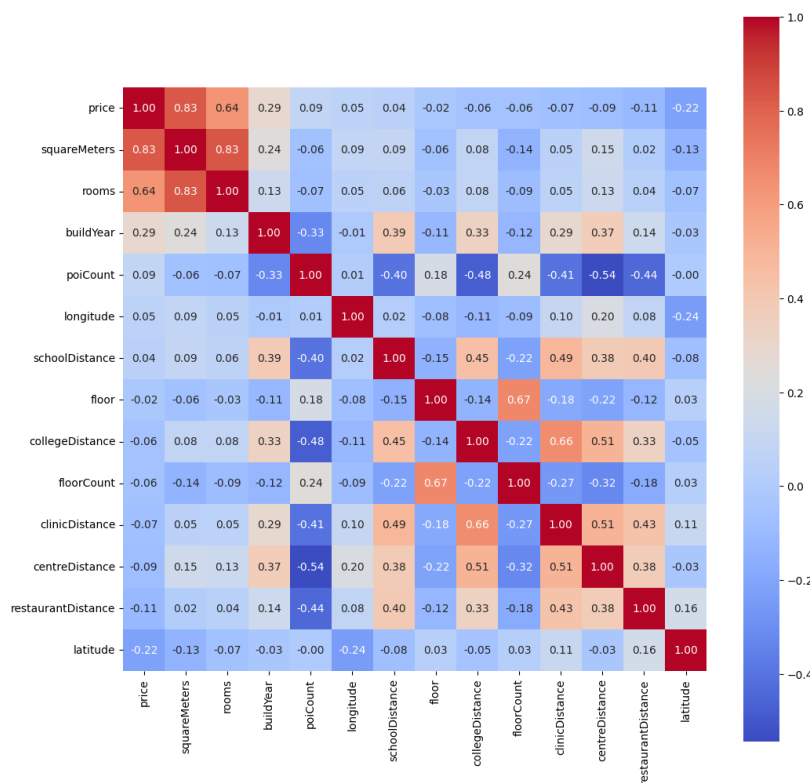


Figure 4. Correlation matrix

ii-) Regression Analysis

In machine learning, regression analysis is a widely used technique for predicting the market value of properties. It is utilized to model the relationship between the dependent variable, property value, and independent variables such as location, area, building age, and number of floors during mass valuation. Regression analysis serves as a valuable tool in predicting property values. The effects of independent variables in the dataset are determined using this analysis method, contributing to obtaining highly accurate results (Türkan et al., 2023). In this

study, Linear Regression, Decision Tree, Random Forest, AdaBoost, Bagging, and XGBoost regression techniques were utilized. While performing regression analysis, the data was divided into training and test data sets at different rates. (75%-25%, 80%-20%, 85%-15%, 90%-10%). These ratios determine how much data will be used for training the model and how much will be reserved for testing. Generally, having more training data helps the model learn better, while having a sufficient amount of testing data is important for evaluating the model's accuracy. Additionally, SHAP (SHapley Additive Explanations) method, an explainable artificial intelligence technique, was used to make the results of machine learning models more understandable (Figure 5). By measuring the impact of each independent variable on the dependent variable using Shapley values from game theory, the developed prediction model is made explainable.

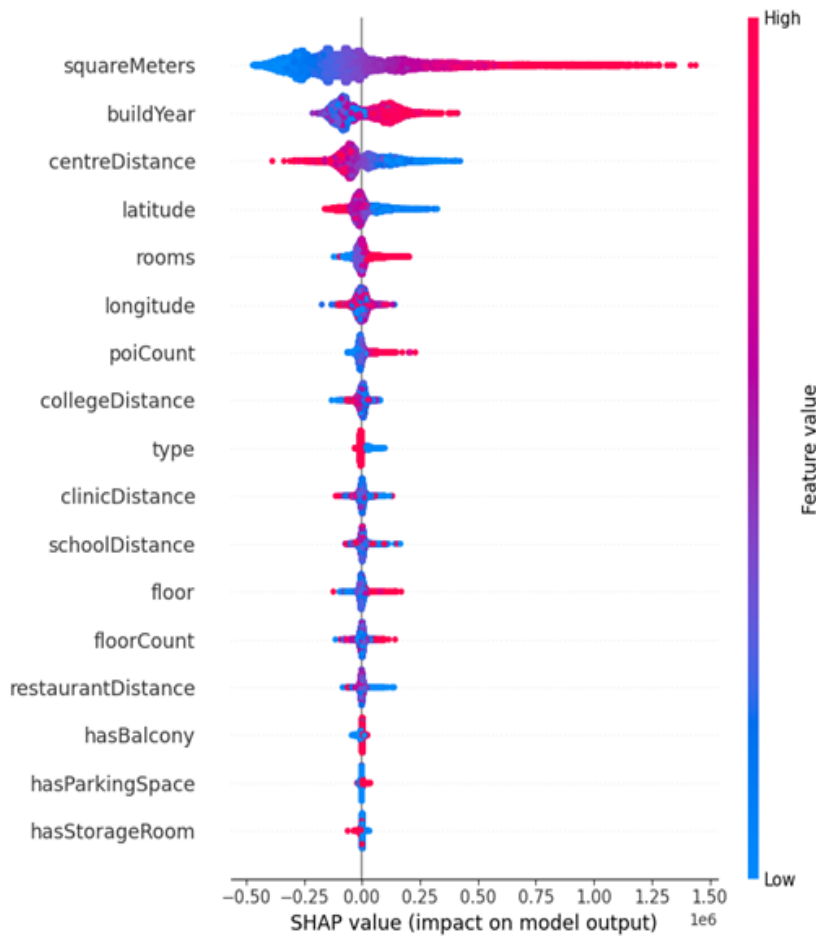


Figure 5. SHAP values for the criteria in the mass valuation model (90%- 10%)

Linear Regression: It is a regression technique widely employed in statistics and machine learning. Its main objective is to model the relationship between independent (explanatory) variables and the dependent (target) variable. This model is utilized to forecast the impact of independent variables on the dependent variable.

$$\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_n x_n + \epsilon \quad (2)$$

In the formula, \hat{y} represents the dependent variable which is the value to be predicted; β_0 is the point where the line intersects the y-axis (intercept); β_n is the slope of the line; x_n is the independent or explanatory variable; and ϵ represents the error term.

It is widely used independent variables in real estate valuation include the property's total area, age, location, number of rooms, and other physical characteristics. This method contributes to rapid and effective valuation over large datasets using various independent variables of the property.

Decision Tree Regression: It is a machine learning technique used to predict a continuous target variable. This method partitions the data into different regions based on specific rules and provides a prediction for each region. This model, which has a hierarchical and branching structure, is used to capture relationships and patterns within the data. It operates by recursively dividing the dataset into subsets according to the most significant feature at each node. The final leaves indicate the predicted outcome. The algorithm's structure is shown in Figure 6.

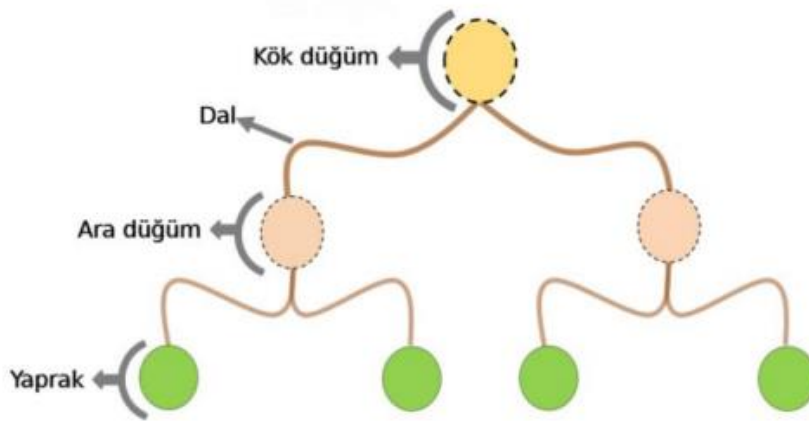


Figure 6. Basic structure of the decision tree algorithm (Çölkesen and Kavzoğlu, 2017)

Decision trees are useful for understanding decision-making processes because they are easily interpretable and can be visualized. They can manage both numerical and categorical data. Moreover, they require minimal data preprocessing and can manage missing values effectively.

Random Forest Regression: Decision trees are machine learning models that segment data based on specific rules, where various conditions (such as whether a feature surpasses a certain threshold) are evaluated at each branch. In regression trees, predictions at the leaf nodes are derived by calculating the average of the observed values. This method is combined with Random Forest, an ensemble learning technique that generates multiple decision trees and aggregates their predictions. Each tree in the Random Forest is constructed using a random subset of the data and features. In essence, the Random Forest algorithm builds a decision forest by uniting many independently created decision trees. The predictions from each of these trees are then combined to produce a single final prediction. (Şişman and Aydınoglu, 2023). This method is less susceptible to overfitting than a single decision tree. It can accommodate numerous input features and is resilient to outliers. Random Forest also provides feature importance scores, which aid in identifying the most significant features within the dataset.

AdaBoost Regression: AdaBoost is an ensemble technique that focuses on sequentially training a series of weak learners, with each subsequent model addressing the errors of the previous one. The final prediction is generated through a weighted combination of these weak learners. AdaBoost is especially effective in improving the performance of decision trees and other simple models.

Bagging Regression: It is an ensemble learning technique that involves training several instances of the same model on various subsets of the training data. Each model is trained

independently, and their predictions are aggregated using methods like averaging or voting to produce the final prediction. This technique enhances stability by reducing variance and lessening the effect of outliers and noisy data points on the overall outcome. This approach is particularly beneficial in scenarios where the base model is likely to overfit the training data. Bagging is easily parallelizable, making it computationally efficient for large datasets. The algorithm's structure is shown in Figure 7.

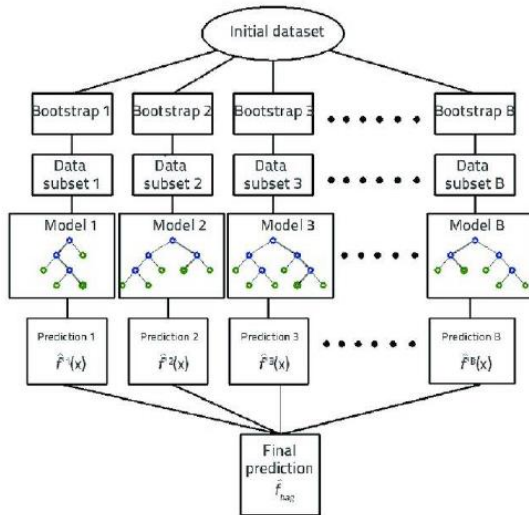


Figure 7. Bootstrap aggregation (bagging) in regression tree ensembles (Kovačević et al., 2021)

XGBoost Regression: Gradient Boosting is an ensemble learning technique that builds trees in a sequential manner. In this approach, each tree addresses the errors made by the preceding one. The model minimizes the loss function by incrementally adding weak learners, typically decision trees. Extreme Gradient Boosting (XGBoost) is an enhanced version of Gradient Boosting that prioritizes computational efficiency and model performance. XGBoost utilizes a more regularized formulation to manage overfitting and improve generalization capabilities.

iii-) Model Performance Evaluation Metrics

In machine learning, it is necessary to calculate certain metrics to determine model performance. These include R^2 , Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE), that are utilized to assess the performance of various regression algorithms and are referred to as prediction scores. The formulas for calculating these values are provided below:

R^2 : It provides the ratio of the variance of the predicted values to the total variance of the actual values. In other words, it shows the proportion of the variance that the model can explain with the independent variables to the total variance (3). If $R^2=1$, the variance of the predicted values is the same as the variance of the actual values, meaning the model is working perfectly. If $R^2=0$, the predicted values do not deviate from the mean; in other words, the model is unable to explain the variability in the data. A high calculated value suggests that the regression model performs well. Additionally, as the number of data points increases, the reliability of R^2 also improves.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (3)$$

n : Number of observations in the dataset,

\hat{y}_i : Predicted value by the model,

y_i : Observed actual value,

\bar{y}_i : Represents the average of the actual values.

Mean Absolute Error (MAE): It is an error metric that measures the differences between actual and predicted values (4). If the *MAE* is close to zero, it indicates that the predicted values closely match the actual values, demonstrating the effectiveness of the regression model.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4)$$

Root Mean Square Error (RMSE): It is calculated as the square root of the mean of the squared prediction errors (5). This metric gives more weight to larger error values compared to smaller ones (McCluskey, et al., 2013).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (5)$$

Mean Absolute Percentage Error (MAPE): It is an evaluation metric that expresses how much the predicted values deviate from the actual values on average, in percentage terms (6). This metric can be easily interpreted and reflects the accuracy of the model (Antipov, Pokryshevskaya, 2012). A model with a smaller *MAPE* value is considered superior. This error measure attempts to produce a single number that represents the total error for the entire model. However, this error measurement does not provide information on how the error varies between properties. For example, if it provides extremely accurate results for 90% of the tested data but highly inaccurate results for 10%, the model's *MAPE* value may be comparable to another model with a similar *MAPE* value but a large standard deviation in error.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100 \quad (6)$$

y_i is the observed value,

\hat{y}_i is the predicted value for the i th object.

4. RESULTS

In this study, various regression algorithms were evaluated for predicting housing prices using different data splitting ratios. The performance metrics used to evaluate the different regression algorithms: Prediction Score (R^2), Mean Absolute Error (*MAE*), Root Mean Square Error (*RMSE*), and Mean Absolute Percentage Error (*MAPE*) are shown in Table 2. Respectively, The Random Forest Regressor and XGBoost models achieved the highest R^2 values of 0.8889

and 0.8813, indicating a better explanatory power of the independent variables compared to the other models. The AdaBoost Regressor yielded the lowest R^2 value of 0.6644, suggesting a weaker explanatory power compared to the other models. The Bagging and Random Forest regression models had the lowest MAE values of 90611.5661 and 88178.9907, respectively, indicating that the average difference between the predicted and actual values is minimal. The AdaBoost Regressor had the highest MAE value, implying that the model's prediction error is greater compared to the other models. XGBoost and Random Forest regressions provided the lowest $RMSE$ values, indicating that the average size of the prediction errors is lower than that of the other models. The $RMSE$ for the AdaBoost Regressor model is notably higher than the other models, suggesting a greater number of large errors. The Random Forest Regressor, Bagging, and XGBoost Regressor presented the lowest $MAPE$ values, indicating that the predicted values have fewer errors compared to the actual values in percentage terms. The AdaBoost Regressor has the highest $MAPE$ values, ranging between 17.9538 and 22.6229, indicating that the predictions differ more from the actual values in percentage terms.

Table 2

Comparison of Regression Analysis Results

Train - Test Split (%)	R^2	MAE	$RMSE$	$MAPE$
Linear Regressor				
75-25	0.7821	137284.2039	198666.9189	13.1623
80-20	0.7837	136264.0615	197967.9301	13.0445
85-15	0.7769	139608.2667	202525.8650	13.2661
90-10	0.7663	139510.8177	204893.8019	13.2432
AdaBoostRegressor				
75-25	0.7327	170336.8646	220032.0140	17.9538
80-20	0.6644	203154.0187	246581.0151	22.6229
85-15	0.6930	191204.8842	237542.3559	20.9111
90-10	0.7106	175788.2066	227968.9522	18.6304
Random Forest Regressor				
75-25	0.8861	89935.3898	143632.1966	8.3999
80-20	0.8889	88178.9907	141906.0174	8.2096
85-15	0.8808	90087.8966	148059.5785	8.3591
90-10	0.8754	88362.5283	149574.6047	8.1983
Decision Tree Regressor				

75-25	0.8378	111657.4266	171369.6842	10.3689
80-20	0.8395	110604.7371	170521.2557	10.3475
85-15	0.8289	111334.6959	177324.7873	10.2874
90-10	0.8119	112689.0464	183778.0984	10.3677
Bagging Regressor				
75-25	0.8754	94666.8340	150247.6006	8.8670
80-20	0.8749	93250.4055	150551.2045	8.6622
85-15	0.8760	91035.7063	150962.9114	8.4101
90-10	0.8763	90611.5661	149064.4498	8.3885
XGB Regressor				
75-25	0.8745	97508.3779	150732.3431	9.1575
80-20	0.8796	96490.5109	147707.9078	9.1220
85-15	0.8813	97252.5221	147744.3525	9.1457
90-10	0.8808	94553.8577	146347.2209	8.9149

The Random Forest Regressor and XGB Regressor models stand out for their overall performance. With high R^2 values, these models demonstrate their ability to explain the variability in the data effectively. Furthermore, their low MAE , $RMSE$, and $MAPE$ values indicate that they successfully minimize prediction errors. This suggests that these models can provide more accurate and reliable results in mass real estate valuation scenarios. While the Bagging Regressor also shows impressive performance, it slightly falls behind Random Forest and XGB Regressor in terms of R^2 . However, its MAE and MAE values still highlight it as a viable model, suggesting that despite its lower explanatory power, it remains a solid choice for minimizing prediction errors.

5. CONSLUSION AND SUGGESTIONS

The real estate valuation process is essential for various value-based applications, including buying and selling, taxation, and expropriation. Utilizing mass valuation methods allows for the determination of the current value of a large number of properties across extensive areas. This study proposes a machine learning-based valuation model aimed at establishing an effective property tax in Turkey. Analyses conducted on a dataset obtained from Warsaw, the capital of Poland, indicate that machine learning algorithms, particularly Random Forest and XGBoost, can achieve high accuracy in the real estate valuation process. The application of SHAP values has clearly illustrated the influence of each input on property values, facilitating a better understanding of the regional effects of independent variables. Based on these findings, it can be concluded that this machine learning-based model can determine property values more rapidly, cost-effectively, and objectively compared to traditional methods. This situation will contribute to conducting property tax processes more fairly and accurately in Turkey, thus preventing tax losses. Additionally, the model's adaptability and scalability for cities in Turkey

will contribute to the standardization of property tax determination processes across the country.

It is necessary to promote the widespread adoption of machine learning-based mass valuation systems in Turkey. With the implementation of these systems, it is believed that more accurate results can be achieved in determining property tax values, which would both increase the revenues of local governments and ensure that citizens are subject to a fairer tax system. Additionally, it is highlighted that for such a system to be successfully implemented, the processes of data collection and updating must be expedited, and a centralized valuation information database should be established. In conclusion, the use of machine learning algorithms in real estate valuation in Turkey would be a significant step toward establishing a more efficient property taxation system and ensuring economic justice. The findings of this study provide valuable insights for the development of new valuation systems to be implemented in Turkey, and it is recommended that the scalability of this model be tested with different algorithms and datasets in future studies.

6. ACKNOWLEDGEMENT

This study was carried out as part of the Master's Thesis prepared by the first author at Istanbul Technical University, Graduate School, Istanbul, Türkiye.

7. REFERENCES

Abidoye, R.B. & Chan, A.P.C, (2017). Artificial Neural Network in Property Valuation: Application Framework and Research Trend. *Property Management*, 35(5), 554-571. <https://doi.org/10.1108/PM-06-2016-0027>

Alfaro-Navarro, J-L., Cano, E. L., Alfaro-Cortés, E., García, N., Gámez, M., & Larraz, B. (2020). A Fully Automated Adjustment of Ensemble Methods in Machine Learning for Modeling Complex Real Estate Systems. *Complexity*, Article ID: 5287263. <https://doi.org/10.1155/2020/5287263>

Astrakhantseva, I. & Smirnova, N. (2022). Commercial Real Estate Valuation Based on Machine Learning Models. *Scientific Works of the Free Economic Society of Russia*, 237(5), 34-57. <https://doi.org/10.38197/2072-2060-2022-237-5-34-57>

Baldominos, A., Blanco, I., Moreno, A.J., Iturrarte, R., Bernandez, O. & Alfonso, C. (2018). Identifying Real Estate Opportunities Using Machine Learning. *Applied Sciences*, 8(11):2321. <https://doi.org/10.3390/app8112321>

Çölkesen, İ. & Kavzoğlu, T. (2017). Classification of Remotely Sensed Imagery with Canonical Correlation Forest Algorithm. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, Special Issue, 17(1), 102-111. (in Turkish).

Dimopoulos, T. & Bakas, N. (2019). Sensitivity Analysis of Machine Learning Models for the Mass Appraisal of Real Estate. Case Study of Residential Units in Nicosia, Cyprus. *Remote Sensing*, 11(24):3047. <https://doi.org/10.3390/rs11243047>

Doldur, M., & Alkan, R.M. (2021). Producing GIS-based Land Value Maps by Using Nominal Valuation Method: Case Study in Avanos/Neveşehir. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 21(4), 846-863. (in Turkish). <https://doi.org/10.35414/akufemubid.888502>

Egghe, L. & Leydesdorff, L. (2009). The Relation between Pearson's Correlation Coefficient r and Salton's Cosine Measure. *Journal of the American Society for information Science and Technology*, 60(5), 1027-1036. <https://doi.org/10.1002/asi.21009>

- Georgiadis, A. (2018). Real Estate Valuation Using Regression Models and Artificial Neural Networks: An Applied Study in Thessaloniki. *International Journal of Real Estate and Land Planning*, 1, 292-303. <https://doi.org/10.26262/reland.v1i10.6485>
- Hacıköylü, C. & Heper, F. (2010). Problems Related to Tax Assesment in Real Estate Tax and Suggestions. *Maliye Dergisi*, 158, 1-15. (in Turkish).
- Hong, J., & Kim, W.- sung. (2022). Combination of Machine Learning-Based Automatic Valuation Models for Residential Properties in South Korea. *International Journal of Strategic Property Management*, 26(5), 362-384. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2022.17909>
- Kalantar, B., Ueda, N., Saeidi, V., Ahmadi, K., Halin, A.A. & Shabani, F. (2020). Landslide Susceptibility Mapping: Machine and Ensemble Learning Based on Remote Sensing Big Data. *Remote Sensing*, 12(11):1737. <https://doi.org/10.3390/rs12111737>
- Kontrimas, V., & Verikas, A. (2007). Neural Networks Based Screening of Real Estate Transactions. *International Journal on Neural and Mass - Parallel Computing and Information Systems*, *Neural Network World*, 17(1), 17-30.
- Kovačević, M., Ivanišević, N., Petronijević, P., & Despotović, V. (2021). Construction Cost Estimation of Reinforced and Prestressed Concrete Bridges Using Machine Learning. *Grđevinar*, 73(1), 1-13. <https://doi.org/10.14256/JCE.2738.2019>
- McCluskey, W.J., McCord, M., Davis, P.T., Haran, M., & McIlhatton, D. (2013). Prediction Accuracy in Mass Appraisal: A Comparison of Modern Approaches. *Journal of Property Research*, 30(4), 239-265. <https://doi.org/10.1080/09599916.2013.781204>
- Mete, M.O. (2022). Development of Mass Property Valuation Model Based on Geographic Information Systems Integrated Machine Learning Methods. Istanbul Technical University, Graduate School, İstanbul, Türkiye, (in Turkish). Retrieved from <http://hdl.handle.net/11527/24343>
- Mete, M.O., & Yomraliöglu, T. (2019). Creation of Nominal Asset Value-Based Maps Using GIS: A Case Study of Istanbul Beyoölu and Gaziosmanpaşa Districts. *GI Forum, Journal for Geographic Information Science*, 7(2), 98-112. https://doi.org/10.1553/giscience2019_02_s98
- Moon, B.Y., Kim, S.Y. & Kang, G.J. (2008). Initial Ship Design using a Pearson Correlation Coefficient and Artificial Intelligence Techniques. *International Journal of Modern Physics*, 22:09n11, 1801-1806. <https://doi.org/10.1142/S0217979208047444>
- Mukaka, M.M. (2012).** Statistics Corner: A Guide to Appropriate Use of Correlation Coefficient in Medical Research. *Malawi Medical Journal*, 24(3), 69-71.
- Robey, S.L., McKnight, M., Price, M.R., & Coleman, R.N. (2019). Considerations for a Regression-Based Real Estate Valuation and Appraisal Model: A Pilot Study. *Accounting and Finance Research*, 8(2), 99-107. <https://doi.org/10.5430/afr.v8n2p99>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L.A. (2018).** Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Sevgen Canaz, S. & Tanrivermiş, Y. (20214). Comparison of Machine Learning Algorithms for Mass Appraisal of Real Estate Data. *Real Estate Management and Valuation*, 32(2), 100-111. <https://doi.org/10.2478/remav-2024-0019>
- Shybaiev, D.S., Otradskaaya, T.V., Shybaieva, N.O., Rudnichenko, N.D., & Stepanchuk, M.V. (2019). Predicting System for the Estimated Cost of Real Estate Objects Development using

Neural Networks. *The Journal of Zhytomyr State Technological University. Series: Engineering*, 83(1), 154-160. [https://doi.org/10.26642/tn-2019-1\(83\)-154-160](https://doi.org/10.26642/tn-2019-1(83)-154-160)

Sirkeci, E. (2023). An Appraisal Model Proposal for Effective Building Property Tax Determination In Türkiye. Istanbul Technical University, Graduate School, İstanbul, Türkiye, (in Turkish). Retrieved from <http://hdl.handle.net/11527/24565>

Şişman, S., & Aydınöğlü, A.Ç. (2023). Processing Geographical Data and Developing Prediction Model with Random Forest Machine Learning Technique for Mass Real Estate Valuation. *Harita Dergisi*, 169, 13-27. (in Turkish).

Türkan, M., Bozdağ, A., Karkınlı, A.E., & Ulucan, A.G. (2023). Kent Ölçeğinde Konutlara İlişkin Toplu Değer Değişiminin Makine Öğrenim Algoritmaları ile Analizi. *Turkish Journal of Land Management*, 5(2), 66-77. (in Turkish). <https://doi.org/10.51765/tayod.1275671>

Whieldon, L., & Ashqar, H.I. (2022). Predicting Residential Property Value: A Comparison of Multiple Regression Techniques. *SN Business & Economics*, 2(11):178. <https://doi.org/10.1007/s43546-022-00358-4>

World Bank. (2020). *Property Tax Revenue in Percent of GDP*. Retrieved from https://prosperitydata360.worldbank.org/en/indicator/IMF+WoRLD+RTP_RM_GDP

Yilmazer, S. & Kocaman, S. (2020). A Mass Appraisal Assessment Study Using Machine Learning Based on Multiple Regression and Random Forest. *Land Use Policy*, 99:104889. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104889>

Yu, Y., Lu, J., Shen, D., & Chen, B. (2021). Research on Real Estate Pricing Methods Based on Data Mining and Machine Learning. *Neural Computing and Applications*, 33, 3925-3937. <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05469-3>

**EVALUATION OF ECONOMIC ANALYSIS, PERFORMANCE MONITORING,
AND DATA MANAGEMENT COMPONENTS FOR APPARENT LOSS
MANAGEMENT IN WATER UTILITIES USING AHP AND FUZZY AHP**
**AHP VE BULANIK AHP İLE SU İDARELERİNDE İDARİ KAYIP YÖNETİMİ İÇİN
EKONOMİK ANALİZ, PERFORMANS İZLEME VE VERİ YÖNETİMİ
BİLEŞENLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Furkan ACAR¹, Cansu BOZKURT², Mahmut FIRAT³

¹Yüksek Lisans Öğrencisi, İnönü Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği,

ORCID: 0009-0001-2104-0031

²Dr., Ardahan Üniversitesi, İnşaat Bölümü, ORCID: 0000-0002-0987-1297

³Dr., İnönü Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, ORCID: 0000-0002-8010-9289

Özet

Birçok su idaresinin karşı karşıya olduğu en büyük sorunlardan biri, içme suyu temin ve dağıtım hatlarında meydana gelen yüksek seviyedeki su kayıplarıdır. Fiziki kayıplar, su kaybından kaynaklanan bir giderdir. İdari kayıplar ise su şebekesi için bir gider olmaktan ziyade potansiyel bir gelir kaybıdır. Aboneler tarafından tüketilen ancak ücretinin alınmadığı su ile ilgilidir. Bu sebepten ötürü idari kayıplar nedeniyle faturalandırılmayan her bir metreküp su, idareler için ekonomik olarak büyük bir zarardır. Su idarelerinin, idari kayıpların yönetimi sürecinde stratejisine uygun olanları belirleyip daha etkili bir şekilde mücadele edebilmesi için bu çalışma kapsamında 24 bileşen tespit edilmiş ve bu bileşenler Ekonomik analiz, Performans izleme ve Veri yönetimi ana başlıkları altında incelenmiştir. Belirlenen bu bileşenlerin önem ağırlık katsayılarının belirlenebilmesi ve önceliklendirilebilmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve ikili karşılaştırmalar sırasında öznel yargılar için bulanık sayılar kullanarak insan zihni gibi düşünmeyi sağlayan Bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde Kareli Ortalama ve Kwong-Bai yöntemine göre sıralama Veri Yönetimi, Ekonomik Analiz ve Performans İzleme şeklinde elde edilmiştir. AHP yöntemi ile elde edilen ağırlık katsayıları incelendiğinde ise sıralamanın 0,63699 katsayı ile Veri Yönetimi, 0,25828 katsayı ile Ekonomik Analiz, 0,10473 katsayı ile Performans İzleme şeklinde elde edildiği ve Kareli ortalama ve Kwong-Bai yöntemleri ile aynı sıralamaya sahip olduğu görülmektedir. Yapılan çalışma, su idarelerinin idari kayıplarla mücadele sürecine uygun strateji belirleme ve bileşenleri önceliklendirme kapsamında yol haritası oluşturacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: AHP, Bulanık Mantık, FAHP, Su kayıp yönetimi, İdari kayıplar

Abstract

One of the biggest challenges many water utilities face is the high level of water losses occurring in drinking water supply and distribution systems. Real losses represent an expense due to water loss. Apparent losses, on the other hand, are not an expense for the water network but rather a potential revenue loss. They are related to the water consumed by customers but not billed. Therefore, each cubic meter of water that cannot be billed due to apparent losses represents a significant economic loss for utilities. To help water utilities identify strategies to more effectively manage apparent losses, 24 components were identified in this study. These

components were examined under the main categories of Economic Analysis, Performance Monitoring, and Data Management. To determine the importance weight coefficients and prioritize these components, multi-criteria decision-making methods, AHP and Fuzzy AHP, which allows thinking like the human mind by using fuzzy numbers for subjective judgments during pairwise comparisons, were applied. When the results were analyzed, the ranking was obtained as Data Management, Economic Analysis, and Performance Monitoring, according to the Geometric Mean and Kwong-Bai methods. When the weight coefficients obtained using the AHP method were examined, it was found that the ranking was Data Management with a coefficient of 0.63699, Economic Analysis with 0.25828, and Performance Monitoring with 0.10473, which matched the ranking obtained by the Geometric Mean and Kwong-Bai methods. This study is expected to provide a roadmap for water utilities in the process of determining strategies and setting priorities in the fight against apparent losses.

Keywords: AHP, Fuzzy Logic, FAHP, Water Loss Management, Apparent Losses

1. Giriş

Nüfus artışına bağlı olarak artan su tüketimi ve küresel ısınmanın etkisiyle su kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün daha da kritik hale gelmektedir. Artan bu su taleplerini karşılayabilmek için mevcut su kaynaklarının etkili ve verimli bir şekilde kullanılması ve korunması büyük bir önem taşımaktadır. Ancak, su kaynaklarını korumanın yanı sıra güvenli su temini de oldukça zorlu bir görevdir, çünkü sağlanan suyun önemli bir kısmı abonelere ulaşmadan sızıntı yoluyla kaybolmakta ya da aboneler tarafından tüketildiği halde ücretlendirilememektedir. Anlaşıldığı gibi su kayıpları, su idarelerine hem fiziksel olarak hem de doğrudan gelir kaybı olarak yansımaktadır. Bu nedenle su idareleri bu kayıplara uygun su yönetim yaklaşımlarını belirlemeye ihtiyaç duymaktadır.

Su kayıpları, fiziki ve idari kayıplar olmak üzere iki ana bileşene ayrılır (Lambert, 2002). Fiziki kayıplar, su temin ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarında oluşan sızıntılar, kaçaklar ve depolardaki taşmalar veya kaçaklardan kaynaklanmaktadır. İdari kayıplar ise aboneler tarafından tüketildiği halde ücreti alınamayan suyu ifade etmektedir (Xin vd., 2014).

İdari kayıplar dört temel bileşenden oluşmaktadır: Abone sayaç hataları, izinsiz tüketim, sayaç okuma hataları ve veri işleme faturalandırma hatalarıdır (Farley vd., 2008; Rizzo vd., 2004). İdari kayıplar, su idarelerinin gelirini doğrudan olumsuz etkilemekle kalmayıp beraberinde temel veri hatalarına da sebep olarak su kayıp yönetim sürecini daha karmaşık bir hale getirir (Mutikanga vd., 2011). Bu durum, su idarelerini yeni ekonomik kaynak arayışlarına itmektedir. Bu nedenle, idari kayıpların izlenmesi, önlenmesi ve etkin bir şekilde yönetilmesi hem su hem de finansal verimliliğin sağlanması açısından kritik bir öneme sahiptir. İdari su kayıplarıyla etkin bir şekilde mücadele edebilmek için temelde birkaç tane teknik ele alınabilir. Bu tekniklerin en başında idare yönetiminin su kayıp azaltma faaliyetlerine yönelik farkındalığı ve kararlılığıdır. İdari kayıpları yönetme sürecine uygun stratejik plan belirlenip yol haritası oluşturulur. Bu planın sahada uygulanabilirliğini sağlamak için gerekli ekonomik bütçenin ayrılması önemlidir. Sayaç okuma hatalarını minimize edebilmek için abone kullanım profiline uygun sayaç seçimi, montajı ve düzenli olarak kalibrasyonu yapılmalıdır. Mevcutta kullanılan sayaçların ise kontrolden geçirilerek ömrü dolan sayaçların yenilenmesi gereklidir. İzinsiz tüketim kapsamında, yangın hidrantlarının izinsiz kullanımı, sayaçlara müdahale edilerek by-pass edilmesi, kaçak servis bağlantıları gibi durumlar yer almaktadır. Bu tür uygulamaların önlenmesi için, abonelerde farkındalık oluşturulmalı ve kaçak su kullanıcılarını ilgili idareye bildirmeleri teşvik edilmelidir. Kaçak su kullananlara yönelik cezai hükümler uygulanarak caydırıcılık sağlanmalıdır. Ayrıca, sayaç okuma görevlilerinin de saha çalışmaları sırasında tespit ettikleri kaçak bağlantıları raporlamaları gerekmektedir. Faturalandırma

hatalarının önüne geçebilmek için, su tüketimi ve faturalandırma süreçlerinin dijitalleştirilmesi veri hatalarının önlenmesine yardımcı olur ve süreçlerin daha doğru ve verimli bir şekilde yönetilmesini sağlar. Su idareleri bu teknikleri gerçekleştirirken bazı zorluklarla karşılaşabilmektedir. Bunlar; eksik ve eğitimsiz personel, güncel olmayan abone bilgi sistemi, eski ve yetersiz bir altyapı ve tespiti zor izinsiz su kullanımlarıdır. İzinsiz kullanımlar genellikle gizlenen ya da zor erişilebilen bölgelerde gerçekleştirildiği için tespiti zordur ve zaman almaktadır, su idaresinin yetersiz saha denetimlerinden dolayı da bu tüketimlerin tespiti daha da güçleşmektedir. Su idareleri, su kayıp yönetim süreçlerini belirli bir plan ve strateji doğrultusunda gerçekleştirebilmesi için mevcuttaki teknik personel, ekipman ve sahadaki güncel duruma göre bir yönetim süreci oluşturmalıdır. Bu süreç oluşturulurken ilgili kriterlerin belirlenip değerlendirilmesi için çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılabilir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), hedef ortaya konduktan sonra belirlenen kriterleri farklı şekillerde değerlendirme imkanı sunarak karar vericinin karar alma sürecinde yer almasını destekleyen yöntemlerin bütünüdür (Kabak & Çınar, 2020). Çok kriterli karar verme yöntemleri belirlenen problem doğrultusunda karar verme sürecinde değerlendirilen alternatiflerin seçimine, sıralanmasına (ağırlıklandırma) veya sınıflandırmasına olanak sağlayarak karar vericilere yardımcı olmaktadır. Bu yöntemlerin, su dağıtım sistemlerinde yaşanan su kayıplarını analiz etmeye ve yönetmeye yönelik karar alma süreçlerine sistematik bir katkı sunabileceği öngörülmektedir (Alves vd., 2018). Bu çalışmada idari kayıpların ekonomik analiz, performans izleme ve veri yönetimi bileşenleri çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve FAHP (Fuzzy AHP) kullanılarak önceliklendirilmiştir. (Zyoud vd., 2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Filistin'deki alımlı bir kesintili su iletim hattı için su kayıplarını azaltma yöntemlerine öncülük edebilmesi amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP uygulanmıştır. Yapılan çalışmada değerlendirilen bileşenler arasında ekonomik tema bileşeninin, su kayıplarını yönetmeye yönelik stratejilerde en kritik bileşen olduğu görülmüştür.

(Zyoud & Fuchs-Hanusch, 2019) yaptığı çalışmada su kayıplarını yönetebilmek ve stratejiler belirleyip önceliklendirebilmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Bulanık AHP uygulanmıştır. Fuzzy AHP, alternatiflerin sıralanması ve elde edilen sonuçlar arasındaki sapmalar bakımından geleneksel AHP ile büyük ölçüde uyumluluk göstermiştir. (Aşchilean vd., 2017) tarafından yapılan çalışmada, Romanya'nın Cluj-Napoca şehrindeki su dağıtım sisteminin rehabilitasyonu için uygun teknolojinin seçimi sürecinde, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan AHP kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, su dağıtım borularının rehabilitasyonu için Slipline yönteminin öncelikli ve daha yüksek ağırlıkla tercih edildiği görülmüştür. (Kilinç vd., 2018) tarafından yapılan çalışmada su dağıtım sistemlerinde kötü durumdaki boruların teknik performanslarının değerlendirilmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) uygulanmıştır. 17 farklı boru tipinin değerlendirildiği bu çalışmada, ACP ve PVC boruların yapısal durumlarının ve performanslarının zayıf olduğu, dolayısıyla hasar riskinin yüksek olduğu belirlenmiştir. (Sofiane vd., 2023) tarafından yapılan çalışmada, içme suyu temin hizmetlerinin performansının değerlendirilebilmesi için 12 adet kriter ve 6 adet alternatif belirlenmiştir. Kriterlerin göreceli ağırlıklarını hesaplamak için Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) yöntemi kullanılmıştır. FAHP'den elde edilen sonuçlar ile en önemli ağırlığa sahip olan kriterlerin %19,5 oranla mali özerklik ve %19 oranla teknik performans olduğu görülmüştür. (Karasneh & Moqbel, 2024) çalışmasında büyük ölçekli su şebekelerinin rehabilitasyon sürecini etkileyen ana faktörler belirlenip Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde fiziksel faktörlerin karar verme sürecinde en yüksek ağırlığa sahip olduğu görülmektedir. Endonezya'nın Subang Bölgesi'nde gerçekleştirilen (Prakoso & Notodarmojo, 2018) bu çalışmada, Fuzzy AHP yöntemi kullanılarak içme suyu teminindeki iyileştirmelerde, ağırlıklı faktörler sıralanarak su temin

sisteminin alternatifleri analiz edilmiştir. Yapılan analizler neticesinde teknik ve operasyonel faktörler, su temin sisteminin iyileştirilmesinde en etkili faktörler olarak değerlendirilirken beraberinde yönetim kapasitesi, çevre ve finansal boyutları faktörleri takip etmektedir. Karar vericiler, karar alma sürecinde her zaman kesin ve net ifadeler kullanamayabilirler. Bu tür belirsizliklerin olduğu durumlarda, bulanık (fuzzy) yöntemlere ihtiyaç duyulur. Çalışmada, hem AHP hem de Bulanık AHP yöntemi kullanılarak bu belirsizliklerin yönetilmesi hedeflenmiştir. Her iki yöntemi kullanılması bileşenlerin önceliklendirilmesi, sıralanması ve ardından elde edilen sonuçların birbirleriyle karşılaştırılarak tutarlılıklarının değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu çalışmanın, su idarelerinin su kayıp yönetiminde doğrudan gelir kaybına yol açan idari kayıp bileşenlerini önceliklendirmesine yardımcı olacağı ve su yönetiminde planlama ile projelendirme aşamalarında karar alma süreçlerini kolaylaştırarak önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

1.1. Bileşenlerin Belirlenmesi

Su idarelerinde İdari su kayıp yönetimi çalışmalarının ne düzeyde yürütülebildiğini anlayabilmek için bazı parametrelerin kontrol edilmesi ve bu doğrultuda eksiklik bulunan bileşenle ilgili iyileştirme, bütçe ayırma, personel ve ekipman tedariği gibi çalışmaların hızlandırılması gerektiği düşünülmektedir. Bu kapsamda çalışmada İdari kayıpların Ekonomik Analiz bileşenleri, Performans İzleme bileşenleri ve Veri Yönetimi bileşenleri incelenmiştir. Tablo 1’de incelenen ana başlıklar ve alt bileşenleri verilmiştir.

Tablo 1. Ekonomik Analiz, Performans İzleme ve Veri Yönetimi Bileşenleri

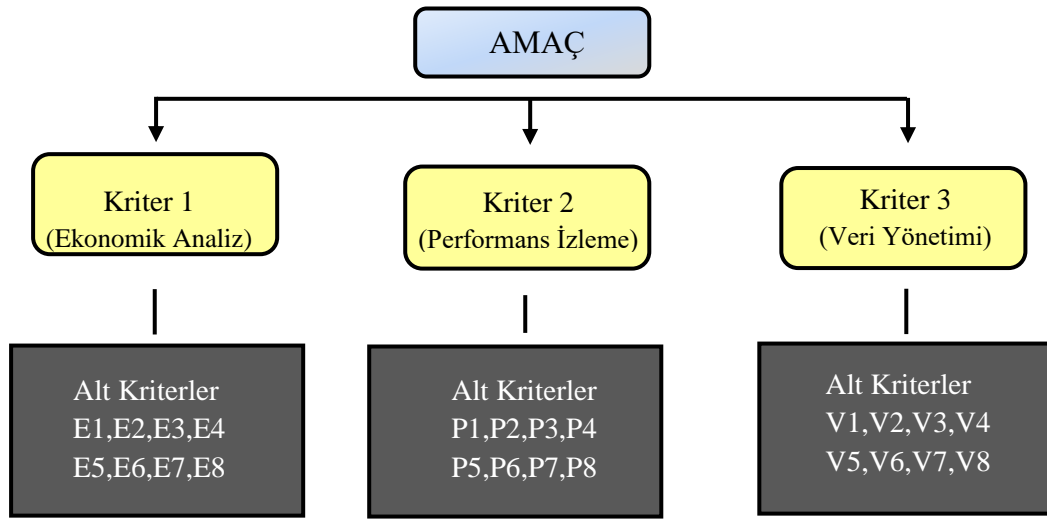
Ekonomik Analiz	Performans İzleme	Veri Yönetimi
Sayaç Yenileme Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (E1)	Performans İzleme ve Bilgi Sistemlerinin Entegrasyonu (P1)	Abone Sayısı (V1)
İdari Kayıpları Önleme Faaliyetlerinin Maliyetlerinin ve Ekonomik Kazanımlarının Analizi ve İzlenmesi (E2)	Faturalama-Tahsilat İzleme-Doğruluk/Verimlilik Analizi (P2)	Sayaç Yaşı (V2)
Şebeke İşletme Verimliliğinin Analiz Edilmesi ve İzlenmesi (E3)	Su Kayıp Uygulamaları için Düzenli Raporlama Sistemi (P3)	Yasal Faturalandırılmış Ölçülmüş Kullanımlar (V3)
Sayaç Hatalarından Kaynaklı İdari Kayıp Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (E4)	İdari Kayıp Performans Göstergelerinin İzlenmesi (P4)	Yasal Faturalandırılmamış Ölçülmüş Kullanımlar (V4)
İdari Kayıpların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (E5)	Yasal Faturalandırılmamış Kullanım Değişimlerinin İzlenmesi (P5)	Yasal Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Kullanımlar (V5)
Faturalandırılmamış Yasal Kullanımların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (E6)	Su Kayıpları Önleme-Kontrol-İzleme-Analiz Faaliyetlerinin Verimlilik ve Ekonomik Açından Analizi ve İzlenmesi (P6)	Abone Yönetim ve Faturalama Sistemi (V6)
Yasadışı-Kaçak Kullanımların Maliyetinin Analizi ve İzlenmesi (E7)	Su Tüketimi ve Kaynak Verimliliğinin İzlenmesi (P7)	Abone Sayaç Hatasından Kaynaklanan Kayıplar (V7)
Ekonomik İdari Kayıp Seviyesinin Analizi (E8)	Abone Şikayet Verilerinin Tutulması ve Analizi (P8)	Kaçak Kullanımdan Kaynaklı Kayıplar (V8)

2. Yöntem

Tüm olası seçenekler arasından en iyi olanın belirlenmesi sürecinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve ikili karşılaştırmalar sırasında öznel yargılar için bulanık sayılar kullanarak insan zihni gibi düşünmeyi sağlayan Bulanık AHP yöntemleri uygulanmış ve İdari kayıp yönetimi bileşenlerinin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır.

2.1. AHP Yöntemi

AHP, çok kriterli karar verme sürecinde yaygın olarak kullanılan ikili karşılaştırma matrislerine dayanan bir yöntemdir (Hajkowicz & Collins, 2007). Karar vericiler tarafından puanlandırılan kriterlerin belirli bir tutarlılık oranını sağlaması kaidesi ile önceliklendirilmesine olanak sağlar. Literatürdeki birçok bilimsel çalışmanın ele aldığı gibi, AHP metodolojisinin uygulanabilmesi için hiyerarşik bir yapının oluşturulması gereklidir. Bu hiyerarşik yapının oluşturulmasının en önemli adımlarından biri hedefin belirlenmesidir. Belirlenen hedefe ulaşabilmek için kriter ve alt kriterler tanımlanır (Kilinç vd., 2018).



Tablo 2. AHP İşlem Adımları

Şekil 1. AHP Hiyerarşi Şematığı	
1.Adım	Problem ve hedefe ulaşmayı etkileyen kriter ve alt kriterler belirlenir.
2.Adım	Belirlenen hedef ve kriterlere uygun hiyerarşik bir model oluşturulur.
3.Adım	Karar vericiler tarafından yapılan puanlandırmalara uygun ikili karşılaştırma matrisi [A] oluşturulur.
4.Adım	Karşılaştırma matrisi normalize edilerek [B] matrisi elde edilir.
5.Adım	Normalize edilen [B] matrisi satırlarının aritmetik ortalaması alınarak [W] öncelik vektörü elde edilir.
6.Adım	İkili karşılaştırma matrisi [A] ile öncelik vektörü [W] çarpımı sonucunda [D] vektörü elde edilir.
7.Adım	[D] vektörü, kriterlerin ağırlık katsayısı olan [W] vektörüne oranı [E] vektörü elde edilir.
8.Adım	Tutarlılık oranı kontrolü yapılır.

Tanımlanan kriterlerin birbirlerine göre üstünlüğünün hesaplanabilmesi ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulabilmesi için (Wind & Saaty, 1980) tarafından geliştirilen ve Tablo 3'de sunulan ikili karşılaştırma ölçeği kullanılır.

Tablo 3. Puanlandırma Ölçeği (T. L. Saaty, 1980)

Önem Derecesi	Tanıtım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İki faktörün de önem derecesi eşittir.
3	Orta Derece Önemli	Bir faktörün önem derecesi diğerine oranla biraz daha önemlidir.
5	Yüksek Derece Önemli	Bir faktör diğer faktöre göre oldukça önemlidir.
7	Çok Yüksek Derece Önemli	Bir faktörün diğer faktöre nazaran önem derecesi çok yüksektir.
9	Son Derece Önemli	Bir faktörün önem derecesi diğer faktöre göre son derece önemli bir biçimdedir.
2,4,6,8	Ara Önem Dereceleri	Gerektiğinde ara rakamlar kullanılabilir.

Bu ölçek, 1 ile 9 arasındaki sayısal puanlama değerlerini içermektedir. Karar verici uzmanlar tarafından kriterlerin birbirlerine göre ağırlıkları ölçek kullanılarak puanlandırılır ve köşegen elemanları 1 olan eşitlik 1'deki gibi bir karşılaştırma matrisi oluşturulur.

$$A_{n \times n} = \begin{bmatrix} \mathbf{1} & a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \mathbf{1} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & \mathbf{1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Karşılaştırma matrisinde yer alan her eleman, eşitlik 2'deki denklem ile kendi sütun toplamına bölünerek normalize edilir. Bu işlem neticesinde, elde edilen normalize edilmiş matrisin her bir sütun toplamı 1'e eşit hale gelir ve [B] matrisi elde edilir.

$$B_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Normalize edilmiş [B] matrisinin her satırındaki elemanların eşitlik 3'deki denklem ile aritmetik ortalaması hesaplanır. Elde edilen bu ortalama değerler, her bir kriterin önem ağırlıklarını temsil eder. Bu önem ağırlıkları, öncelik vektörünü oluşturur ve karar verme sürecinde kritik rol oynar.

$$W_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Karar vericiler tarafından oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi $[A]$ ile bu ikili karşılaştırma matrislerinin normalize edilip ağırlıklandırılması sonucu elde edilen W vektörünün çarpımı neticesinde D vektörü hesaplanır.

$$[D] = [A] \times [W] \quad (4)$$

$[D]$ vektörü hesaplandıktan sonra, bu vektörün her bir elemanı, ilgili kriterin ağırlık katsayısına yani $[W]$ vektörüne bölünerek $[E]$ vektörü elde edilir. Elde edilen $[E]$ vektörü, karar verme sürecinde kullanılan kriterlerin her biri için nihai değerlendirme değerlerini temsil eder.

$$[E] = \frac{D}{W} \quad (5)$$

Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan AHP, karar vericilerin yapmış olduğu puanlandırmalar neticesinde gerçekleştirilmektedir. Elde edilen kriter ağırlıklarının yanlı veya tutarsız olup olmadığını kontrol edebilmek için Tutarlılık Oranı (CR) kontrolünün yapılması gereklidir (R. W. Saaty, 1987).

Elde edilen E vektörüne ait her bir değer aritmetik ortalaması alınarak λ (lambda) temel değeri bulunur. Bu değer, $[A]$ karşılaştırma matrisinin tutarlılık analizinde kullanılan bir parametredir.

Tutarlılık analizinde kullanılan bir diğer parametre de CI “Tutarlılık İndeksi (Consistency Index)” olan katsayıdır. Farklı kriter sayısına sahip olabilecek hiyerarşik yapılar için RI değerine Tablo 4’den ulaşılmaktadır. Tabloda yer alan “n” kriter sayısını ifade etmektedir. Elde edilen CI ve RI değerleri kullanılarak karar matrisinin tutarlılık oranı eşitlik 6’daki denklem ile elde edilir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (6)$$

Karar matrisinin tutarlılık oranının uygunluğunun kontrol edilebilmesi için elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) değerinin 0.10’den daha küçük olması gereklidir. %10’dan büyük olma durumunda ise tutarsız bir karşılaştırma olduğu kabul edilip, öncelikle gerçekleştirilen işlem adımlarında hata olup olmadığı kontrol edilmelidir. Hata yapılmadığı saptandığı takdirde karar vericilerden yeniden puanlandırma yapmaları istenilip ikili karşılaştırma matrisi yeniden oluşturulmalıdır ve Tablo 2.’deki 3.adımdan itibaren olan işlemler yeniden gerçekleştirilmelidir.

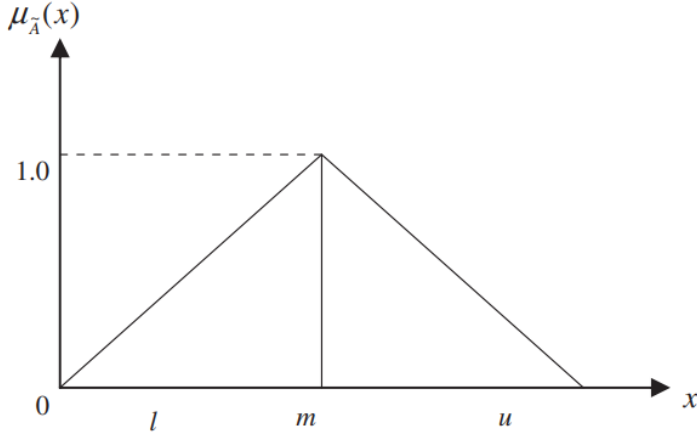
Tablo 4. RI Değeri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53	1.56	1.57	1.59

2.2. Bulanık AHP Yöntemi

AHP yöntemi karmaşık karar problemlerinin basit bir şekilde çözümü için özellikle mühendislik uygulamalarında yaygın olarak uygulanan bir yöntemdir (Sun, 2010). Ancak AHP modelinin bazı eksiklikleri bulunmaktadır (Yang & Chen, 2004). Bu eksiklikler; AHP ölçeğinin net ifadelerle yer vermesi, belirsiz durumlarda karar vericilerin algılama ve değerlendirme sürecini zorlaştırmasıdır. Bu nedenle literatürde birçok araştırmacı karmaşık problemlerde karar vermeyi kolaylaştırmak ve belirsizliği iyileştirmek amacıyla bulanık mantığı AHP ile

entegre etmektedir (Buckley, 1985; Dağdeviren & Yüksel, 2008; Huang vd., 2008). Bulanık AHP'nin ilk çalışması 1978 yılında Yager tarafından gerçekleştirilmiş olup çalışmada karar verme problemlerinde karar vericinin belirsiz durumlarda karar vermesi kolaylaştırılmıştır (Yager, 1978). 1983 yılında Laarhoven ve Pedrycz tarafından yapılan çalışmada bulanık üçgensel üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanan değerler kullanılmıştır (Laarhoven & W.Pedrycz, 1983).



Şekil 2. Üçgensel bulanık sayıların üyelik fonksiyonları (Sun, 2010).

Chang'ın tekniğinde tüm ölçütlerin $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, tüm amaçlar için $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ mertbe analizleri yapılır. $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ölçüt (nesne) kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ amaç (hedef) kümesidir. Chang'ın (Chang, 1992) yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınır. Böylece ikili karşılaştırma matrisi uygulanarak m tane genişletilmiş ya da mertbe analiz değerleri elde edilir.

150

($M_{g1}, M_{g2}, \dots, M_{g3}$) mertbe analiz değerleridir ve bu değerler üçgensel bulanık sayılardır. M_{gij} ($i, j=1, 2, 3, \dots, n$) şeklinde gösterilir.

Üçgensel bulanık sayı parametreleri arasında $l < m < u$ sıralaması vardır. l ve u parametreleri üçgensel bulanık sayı destek kümesinin alt ve üst sınırlarını göstermektedir. m parametresi ile ifade edilen ve üyelik derecesi 1'e eşit olan tek bir elemandan oluşan öz bulunmaktadır. l ve m parametreleri sol destek alanının, m ve u parametreleri sağ destek alanının sınırlarını göstermektedir.

Tablo 2. Bulanık Önem Dereceleri Tablosu (Chang, 1996)

Önem Derecesi	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Önemli	(1,1,1)	$(\frac{1}{1}, \frac{1}{1}, \frac{1}{1})$
Biraz daha fazla önemli	(1,3,5)	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{1})$
Kuvvetli derecede önemli	(3,5,7)	$(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3})$
Çok kuvvetli derecede önemli	(5,7,9)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5})$
Tamamıyla önemli	(7,9,9)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{7})$

Bulanık Sentetik Mertbe Değeri (Chang, 1996)

Bulanık Önem Dereceleri tablosuna göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinde $\sum_{j=1}^n M_{ij}$ şeklinde formülize edilen işlem için her satır için bulanık sayıların toplama formülü esas alınarak toplama işlemi yapılır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$$

Burada $\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ değerinin bulunabilmesi için m'inci dereceden merteye analiz değerleri bulanık toplamı şu şekilde yapılmalıdır.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j)$$

$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1}$ in bulunabilmesi için m'inci dereceden merteye analiz değerleri bulanık çıkarması şu şekilde yapılmalıdır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Ve bu işlem sonunda her bir nesne için sentez değerleri elde edilir. Bu aşamadan sonra bulanık sayıların sıralanması işlemi yapılmaktadır.

2.3. Bulanık Sayıların Sıralanması Teknikleri

Bulanık sayılar kararsız kalınan durumlarda belirsizliği sayısallaştırmak amacıyla kullanıldığı için sayıların birbiri ile kıyaslanabilmesi ve sıralanabilmesi önem arz etmektedir. Karmaşık yapıdaki problemlerde karar verebilmek için bulanık olarak elde edilen sayıların sıralanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaç doğrultusunda literatürde bulanık sayıların sıralanması üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Üçgensel bulanık sayıların sıralanmasında literatürde en çok Chang yöntemi, Lio ve Wang yöntemi, Abdel-Kader ve Dugdale Yöntemi, Kareli Ortalama ve Kwong- Bai Yöntemleri kullanılmaktadır (Cheng, 1998; Liou & Wang, 1992; Şengül vd., 2012). Bu çalışma kapsamında literatürde yaygın olarak kullanılan Kareli Ortalama ve Kwong-Bai Yöntemleri ile üçgensel bulanık sayıların sıralanması gerçekleştirilecektir.

Kareli Ortalama Yöntemi ile Üçgensel Bulanık Sayıların Sıralanması

Sıfır veya negatif değerlerin bulunduğu durumlarda sıralama yapabilmek için kullanılmaktadır.

$$(A_k) = (l, m, u) \text{ üçgensel bulanık sayıların reel sayıya dönüştürülmesi için } K(A_k) = \sqrt{\frac{l^2 + m^2 + u^2}{3}}$$

Eşitliği kullanılmaktadır. Elde edilen değerlerin büyükten küçüğe doğru sıralanarak en iyi çözüm belirlenmektedir

Kwong-Bai Yöntemi ile Üçgensel Bulanık Sayıların Sıralanması

$M = (l, m, u)$ üçgensel bulanık sayısının reel sayıya dönüştürülmesi için (Kwong & Bai, 2003);

$M_k = \frac{l+4m+u}{6}$ eşitliğini kullanmıştır. Elde edilen reel sayılar büyükten küçüğe doğru sıralanmakta, en yüksek değeri alan sayı en iyi çözüm olarak nitelendirilmektedir (Göksu, 2008).

3. Bulgular

Çalışmada AHP yöntemi ücretsiz bir paket yazılım olan SuperDecisions ile Bulanık AHP işlemleri ise Excel yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

3.1. AHP ile Bileşenlerin Önceliklendirilmesi

Bileşenlerin AHP yöntemi ile önceliklendirilmesinde ilk olarak ana başlıklar kendi içerisinde kıyaslanarak ağırlık katsayıları elde edilmiş, daha sonra her ana başlık altında bulunan bileşenler kendi içerisinde kıyaslanarak ana başlıklar altında bulunan bileşenlerin ağırlık katsayıları elde edilmiştir.

1. Choose	2. Node comparisons with respect to Sıralama	3. Results
Node Cluster Choose Node Sıralama Cluster: AMAÇ Choose Cluster Main Topics	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct Comparisons wrt "Sıralama" node in "Main Topics" cluster VY is strongly more important than PI 1. EA >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. PI 2. EA >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. VY 3. PI >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. VY	Normal Hybrid Inconsistency: 0.03703 EA 0.25828 PI 0.10473 VY 0.63699

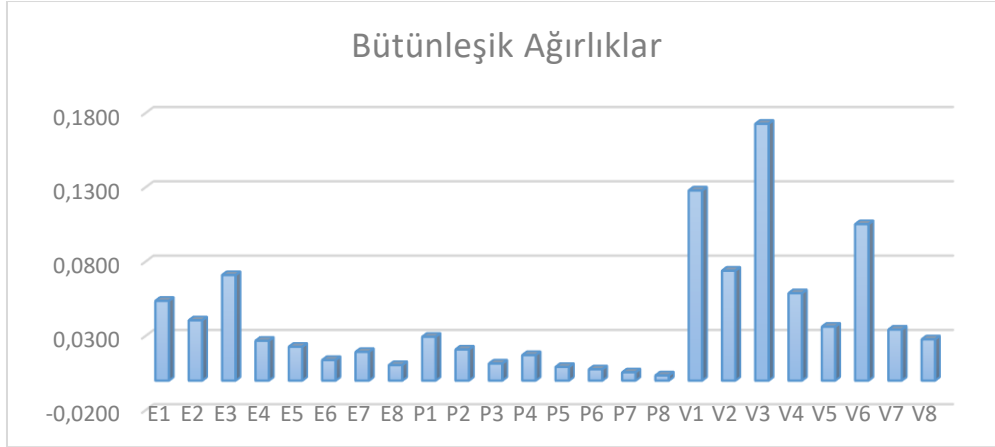
Şekil 3. Ana başlıklar için ikili karşılaştırma örneği ve ağırlıkları

Şekil 3'de ana başlıkların SuperDecisions programında ikili karşılaştırılması örneği sunulmuştur. Şekil incelendiğinde Ekonomik Analiz ana başlığının Performans İzleme ana başlığından biraz daha önemli (az üstünlük), Veri Yönetimi başlığının Ekonomik Analizden biraz daha önemli, Performans İzlemeden ise oldukça önemli (fazla üstünlük) olduğu görülmektedir. Uzmanlar tarafından Saaty ölçeği kullanılarak yapılan bu puanlandırma esas alındığında Şekil 1'de EA için 0,25828, PI için 0,10473 ve VY için 0,63699 ağırlık katsayıları elde edilmiştir. Bu karşılaştırmaların tutarlılık oranı ise 0,03703 olarak hesaplanmıştır. Ana başlık ağırlıkları belirlendikten sonra benzer şekilde bileşen ağırlıkları Şekil 2'deki gibi elde edilmiştir.

Inconsistency: 0.09300		Inconsistency: 0.09267		Inconsistency: 0.07550	
E1	0.20775	P1	0.28112	V1	0.20081
E2	0.15698	P2	0.19966	V2	0.11608
E3	0.27494	P3	0.10947	V3	0.27124
E4	0.10370	P4	0.16358	V4	0.09227
E5	0.08801	P5	0.08755	V5	0.05692
E6	0.05351	P6	0.07238	V6	0.16524
E7	0.07469	P7	0.05298	V7	0.05386
E8	0.04043	P8	0.03325	V8	0.04358

Şekil 4. Alt bileşen ağırlıkları

Son olarak farklı ana başlıklar altında bulunan bileşenlerin kendi içerisinde önceliklendirilmesine fırsat tanıyan bütünleşik ağırlık katsayıları ana başlık ağırlıkları ile alt bileşen ağırlıklarının çarpımı sonucu elde edilmiş, sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Bütünleşik ağırlık katsayıları

Ana başlıklar altında ağırlıklar incelendiğinde;

Ekonomik analiz ana başlığı için sıralamanın E3, E1, E2, E4, E5, E7, E6 ve E8, *Performans izleme ana başlığı* için P1, P2, P4, P3, P5, P6, P7 ve P8, *Veri yönetimi ana başlığı* için ise V3, V1, V6, V2, V4, V5, V7 ve V8 şeklinde olduğu görülmektedir. Bütünleşik ağırlıklar incelendiğinde ise İdari kayıp yönetimi için en önemli ana başlığın Veri Yönetimi olması nedeniyle veri yönetimi bileşenlerinin daha yüksek katsayılara sahip olduğu görülmektedir.

3.2. Bulanık AHP ile Bileşenlerin Önceliklendirilmesi

Bileşenlerin Bulanık AHP ile önceliklendirilmesinde de öncelikle ana başlıklar daha sonra alt bileşenler kendi içerisinde kıyaslanarak bulanık sentez değerleri AHP ile benzer işlem adımları gerçekleştirilerek elde edilecektir.

153

	E			P			V		
E	1	1	1	1	3	5	1/5	1/3	1
P	1/5	1/3	1	1	1	1	1/7	1/5	1/3
V	1	3	5	3	5	7	1	1	1

Şekil 6. Ana kriterler için bulanık ikili karşılaştırma tablosu

$M_{g_i}^j = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ şeklinde ifade edilen üçgensel bulanık sayıların toplamı Chang'ın genişletilmiş merteye analizi yöntemine göre elde edilir.

$$\sum_{j=1}^3 M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^3 l_{ij}, \sum_{j=1}^3 m_{ij}, \sum_{j=1}^3 u_{ij})$$

Buna göre ana başlıklar için $i=1$ Ekonomik analiz ana başlığı için bulanık sayıların toplamı $\sum_{j=1}^3 M_{g_1}^j = (1, 1, 1) + (1, 3, 5) + (1/5, 1/3, 1) = (2, 2, 4, 33, 7)$. $i=2$ Performans izleme bileşeni için $\sum_{j=1}^3 M_{g_2}^j = (1/5, 1/3, 1) + (1, 1, 1) + (1/7, 1/5, 1/3) = (1, 34, 1, 53, 2, 33)$. $i=3$ Veri yönetimi ana başlığı için $\sum_{j=1}^3 M_{g_3}^j = (1, 3, 5) + (3, 5, 7) + (1, 1, 1) = (5, 9, 13)$ olarak elde edilir. Buna göre l değerlerinin toplamı $2,2+1,34+5$ 'ten $8,54$. m değerlerinin toplamı $4,33+1,53+9$ 'dan $14,87$ ve u değerlerinin toplamı ise $7+2,33+13$ 'ten $22,33$ elde edilir.

Ana başlıklar için bulanık sentetik merteye değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Buna göre l değerlerinin toplam u'ya bölünmesi, m değerlerinin toplam m'e bölünmesi ve u değerlerinin toplam l'ye bölünmesi gerekmektedir.

$$i=1 \text{ için bulanık sentetik mertebe değerleri } \left(\frac{2,20}{22,33}, \frac{4,33}{14,87}, \frac{7}{8,54} \right) = (0,099, 0,291, 0,819).$$

$$i=2 \text{ için bulanık sentetik mertebe değerleri } \left(\frac{1,34}{22,33}, \frac{1,53}{14,87}, \frac{2,33}{8,54} \right) = (0,060, 0,103, 0,273).$$

i=3 için bulanık sentetik mertebe değerleri $\left(\frac{5}{22,33}, \frac{9}{14,87}, \frac{13}{8,54} \right) = (0,224, 0,605, 1,522)$ olarak bulunmuştur.

$K(A_k) = \sqrt{\frac{l^2+m^2+u^2}{3}}$ ve $M_k = \frac{l+4m+u}{6}$ eşitlikleri kullanılarak ise aşağıdaki sıralama değerleri elde edilmiştir.

i=1 için sıralama değerleri Kareli ortalama 0,505 ve Kwong-bai 0,304,

i=2 için sıralama değerleri Kareli ortalama 0,172 ve Kwong-bai 0,124,

i=3 için sıralama değerleri Kareli ortalama 0,954 ve Kwong-bai 0,695.

Sonuçlar incelendiğinde kareli ortalama yöntemine göre sıralama Veri Yönetimi, Ekonomik Analiz ve Performans İzleme şeklinde elde edilmiştir. AHP yöntemi ile elde edilen ağırlık katsayıları incelendiğinde ise sıralamanın 0,63699 katsayı ile Veri Yönetimi, 0,25828 katsayı ile Ekonomik Analiz, 0,10473 katsayı ile Performans İzleme şeklinde elde edildiği ve Kareli ortalama ve Kwong-Bai yöntemleri ile aynı sıralamaya sahip olduğu görülmektedir.

Benzer şekilde alt bileşenler için ikili karşılaştırmalar yapılarak bulanık sentetik mertebe değerleri elde edilmiş, kareli ortalama ve kwong-bai sıralama teknikleri kullanılarak sıralama değerleri elde edilmiştir.

	E1			E2			E3			E4			E5			E6			E7			E8		
E1	1	1	1	1	3	5	1/5	1/3	1	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
E2	1/5	1/3	1	1	1	1	1/5	1/3	1	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
E3	1	3	5	1	3	5	1	1	1	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5
E4	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	2	4	1	3	5	1	2	4	1	3	5
E5	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1	1	1	1	3	5	1	2	4	1	3	5
E6	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1/5	1/3	1	1	3	5
E7	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/4	1/3	1	1/4	1/2	1	1/4	1/2	1	1	3	5	1	1	1	1	3	5
E8	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1

Şekil 7. Ekonomik analiz bileşenleri için bulanık ikili karşılaştırma tablosu

Ekonomik analiz bileşenlerinin ikili karşılaştırma değerleri Şekil 7’de ve bulanık sentetik değerleri ile sıralama değerleri ise Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Ekonomik analiz bileşenleri sıralaması							
Üçgensel bulanık sayıların toplanması (l, m, u)			Bulanık sentetik mertebeye değerlerinin elde edilmesi (l, m, u)			kareli ortalama	kwong-bai
7,2	19,3	32,0	0,042	0,196	0,766	0,457	0,265
6,4	16,7	28,0	0,037	0,169	0,670	0,399	0,230
8,0	22,0	36,0	0,046	0,223	0,861	0,514	0,300
5,6	12,0	22,0	0,032	0,121	0,526	0,312	0,174
4,9	10,5	19,0	0,028	0,106	0,455	0,270	0,151
3,2	6,0	12,0	0,018	0,061	0,287	0,170	0,091
4,2	9,0	16,0	0,024	0,091	0,383	0,228	0,129
2,4	3,3	8,0	0,014	0,034	0,191	0,112	0,057
41,8	98,8	173,0					

	P1			P2			P3			P4			P5			P6			P7			P8			
P1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	3	5	3	5	7	
P2	1/5	1/3	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	1	3	5	1	2	4	1	3	5	1	3	5	
P3	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1/5	1/3	1	1	2	4	1	3	5	1	3	5	1	3	5	
P4	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	3	5	1	1	1	1	3	5	1	3	5	1	3	5	3	5	7	
P5	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	3	5	1	2	4	2	3	5	
P6	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5	
P7	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5
P8	1/7	1/5	1/3	1/5	1/3	1	1/7	1/3	1	1/7	1/5	1/3	1/5	1/3	1/2	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1	

Şekil 8. Performans izleme bileşenleri

Performans izleme bileşenlerinin ikili karşılaştırma değerleri Şekil 8’de ve bulanık sentetik değerleri ile sıralama değerleri ise Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Performans izleme bileşenleri sıralaması							
Üçgensel bulanık sayıların toplanması (l, m, u)			Bulanık sentetik mertebeye değerlerinin elde edilmesi (l, m, u)			kareli ortalama	kwong-bai
10,00	24,00	38,00	0,057	0,234	0,816	0,491	0,301
7,20	18,33	31,00	0,041	0,179	0,666	0,399	0,237
5,60	13,00	23,00	0,032	0,127	0,494	0,295	0,172
8,40	18,67	30,00	0,048	0,182	0,644	0,387	0,237
5,85	10,50	19,00	0,033	0,102	0,408	0,244	0,142
4,05	8,83	16,00	0,023	0,086	0,344	0,205	0,119
3,25	6,17	12,00	0,019	0,060	0,258	0,153	0,086
2,23	3,07	6,17	0,013	0,030	0,132	0,079	0,044
46,58	102,57	175,17					

	V1			V2			V3			V4			V5			V6			V7			V8		
V1	1	1	1	1	3	5	1	2	4	1	3	5	1	3	5	1	2	4	1	3	5	1	3	5
V2	1/5	1/3	1	1	1	1	1/5	1/3	1	1	3	5	1	3	5	1/5	1/3	1	1	2	4	1	3	5
V3	1/4	1/2	1	1	3	5	1	1	1	1	3	5	3	5	7	1	3	5	1	3	5	1	3	5
V4	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	3	5	1/5	1/3	1	1	3	5	1	3	5
V5	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/7	1/5	1/3	1/5	1/3	1	1	1	1	1/5	1/3	1	1	2	4	1	2	4
V6	1/4	1/2	1	1	3	5	1/5	1/3	1	1	3	5	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	3	5
V7	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1/5	1/3	1	1	1	1	1	2	4
V8	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1/5	1/3	1	1/4	1/2	1	1	1	1

Şekil 9. Veri yönetimi bileşenleri

Veri Yönetimi bileşenlerinin ikili karşılaştırma değerleri Şekil 9’da ve bulanık sentetik değerleri ile sıralama değerleri ise Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Veri yönetimi bileşenleri sıralaması							
Üçgensel bulanık sayıların toplanması (l, m, u)			Bulanık sentetik mertebeye değerlerinin elde edilmesi (l, m, u)			kareli ortalama	kwong-bai
8,00	20,00	34,00	0,047	0,204	0,775	0,464	0,273
5,60	13,00	23,00	0,033	0,132	0,525	0,313	0,181
9,25	21,50	34,00	0,054	0,219	0,775	0,466	0,284
4,80	11,33	20,00	0,028	0,115	0,456	0,272	0,158
3,94	6,53	13,33	0,023	0,067	0,304	0,180	0,099

6,45	16,83	28,00	0,038	0,171	0,639	0,382	0,227
3,30	5,33	11,00	0,019	0,054	0,251	0,149	0,081
2,50	3,67	8,00	0,015	0,037	0,182	0,108	0,058
43,84	98,20	171,33					

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

İdari kayıplar, su yönetimi süreçlerinde su idareleri tarafından fiziksel kayıplara göre ikinci planda tutulsa da kritik öneme sahiptirler çünkü bu kayıplar suyun faturalandırılmadan ya da ölçülemeden tüketildiği durumları ifade eder. Bu durum idareler için hem gelir kaybına hem de su kaynaklarının etkin bir şekilde yönetiminde zorluklara yol açar. Su idarelerinin idari kayıp yönetim süreçlerinde planlama ve projelendirme aşamalarında karar alma süreçlerine kolaylık sağlayabilmesi amacıyla bu çalışmada idari kayıpların Ekonomik Analiz, Performans İzleme ve Veri Yönetimi bileşenlerinin alt bileşenleri AHP ve FAHP yöntemleri ile kendi aralarında ağırlıklandırılarak önceliklendirilmiştir. AHP yöntemi ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde en öncelikli olan ana bileşenlerin sırasıyla veri yönetimi, Ekonomik Analiz ve Performans İzleme olduğu görülmektedir. Ana bileşenler altında alt bileşenlerin ağırlıkları incelendiğinde; Ekonomik Analiz ana başlığı için sıralamanın E3, E1, E2, E4, E5, E7, E6 ve E8, Performans İzleme ana başlığı için P1, P2, P4, P3, P5, P6, P7 ve P8, Veri Yönetimi ana başlığı için ise V3, V1, V6, V2, V4, V5, V7 ve V8 şeklinde olduğu görülmektedir. Bütünleşik ağırlıklar incelendiğinde idari kayıp yönetimi için en önemli ana başlığın Veri Yönetimi olması sebebiyle veri yönetimi bileşenlerinin daha yüksek katsayılarla sahip olduğu görülmektedir. FAHP yöntemi ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde kareli ortalama ve Kwong-Bai yöntemlerine göre öncelik sıralamasının Veri Yönetimi, Ekonomik Analiz ve Performans İzleme şeklinde olduğu görülmektedir. AHP yöntemi ile yapılan önceliklendirme ile Kareli ortalama ve Kwong-Bai yöntemleri ile yapılan önceliklendirmelerde sıralamaların aynı olduğu görülmektedir. Bulanık AHP (Fuzzy AHP), bileşenlerin sıralanması ve elde edilen sonuçlar arasındaki sapma bakımından AHP ile büyük oranda uyumluluk göstermiştir. Bu sebeple, karar verme sürecinde AHP'nin temel kararları desteklemek için yeterli olduğu kabul edilse de, belirsizlik ve bulanıklık içeren durumların modellenmesinde daha güvenilir sonuçlar elde edebilmek için Fuzzy AHP'nin daha etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir.

5. KAYNAKLAR

- Alves, A., Gersonius, B., Sanchez, A., Vojinovic, Z., & Kapelan, Z. (2018). Multi-criteria Approach for Selection of Green and Grey Infrastructure to Reduce Flood Risk and Increase CO-benefits. *Water Resources Management*, 32(7), 2505–2522. <https://doi.org/10.1007/s11269-018-1943-3>
- Aşchilean, I., Badea, G., Giurca, I., Naghiu, G. S., & Iloaie, F. G. (2017). Choosing the Optimal Technology to Rehabilitate the Pipes in Water Distribution Systems Using the AHP Method. *Energy Procedia*, 112, 19–26. <https://doi.org/10.1016/J.EGYPRO.2017.03.1109>
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233–247. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(85\)90090-9](https://doi.org/10.1016/0165-0114(85)90090-9)
- Chang, D.-Y. (1992). Extent analysis and synthetic decision. Optimization techniques and applications (Vol. 1). Singapore: World Scientific.
- Chang, Da-Yong; (1996), “Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP”,

European Journal of Operational Research, 95(3), pp. 649-655

Cheng, C. H. (1998). A new approach for ranking fuzzy numbers by distance method. *Fuzzy Sets and Systems*, 95(3), 307–317. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(96\)00272-2](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(96)00272-2)

Dağdeviren, M., & Yüksel, I. (2008). Developing a fuzzy analytic hierarchy process (AHP) model for behavior-based safety management. *Information Sciences*, 178(6), 1717–1733. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2007.10.016>

Farley, M., Wyeth, G., Ghazali, Z. B. M., Istandar, A., & Sigh, S. (2008). The Manager's Non-Revenue Water Handbook. *A Guide to Understanding Water Losses, Ranhill Utilities Bernhad and USAID, Malaysia.*

Göksu, A. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*

Hajkowicz, S., & Collins, K. (2007). A review of multiple criteria analysis for water resource planning and management. *Water Resources Management*, 21(9), 1553–1566. <https://doi.org/10.1007/S11269-006-9112-5>

Huang, C. C., Chu, P. Y., & Chiang, Y. H. (2008). A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega*, 36(6), 1038–1052. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.05.003>

JAIN, Ramesh; (1976), “Decision Making in the Presence of Fuzzy Variable”, IEEE Trans Systems Man and Cybernet SMC, 6, pp. 698-703.

Kabak, M., & Çınar, Y. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel Çözümlü Uygulamalar*. Nobel Yayıncılık.

Karasneh, S., & Moqbel, S. (2024). *Priority-Based Decision Model for Rehabilitation of Water Networks Using Fahp*. *Water Conservation & Management*. 8(1), 37–46. <https://doi.org/10.26480/wcm.01.2024.37.46>

Kilinç, Y., Özdemir, Ö., Orhan, C., & Firat, M. (2018). Evaluation of technical performance of pipes in water distribution systems by analytic hierarchy process. *Sustainable Cities and Society*, 42, 13–21. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2018.06.035>

Kwong, C. K., & Bai, H. (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHF with an extent analysis approach. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 35(7), 619–626. <https://doi.org/10.1080/07408170304355>

Laarhoven, P. J. M. Van, & W.Pedrycz. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1–3), 229–241.

Lambert, A. O. (2002). International report: Water losses management and techniques. *Water Science and Technology: Water Supply*. <https://doi.org/10.2166/ws.2002.0115>

Liou, T. S., & Wang, M. J. J. (1992). Ranking fuzzy numbers with integral value. *Fuzzy Sets and Systems*, 50(3), 247–255. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(92\)90223-Q](https://doi.org/10.1016/0165-0114(92)90223-Q)

Mutikanga, H. E., Sharma, S. K., & Vairavamoorthy, K. (2011). Assessment of apparent losses in urban water systems. *Water and Environment Journal*. <https://doi.org/10.1111/j.1747-6593.2010.00225.x>

Prakoso, S. B., & Notodarmojo, S. (2018). *Analysis of Drinking Water Supply System Improvement Using Fuzzy AHP(Case Study: Subang Local Water Company)*. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814704002>

- Rizzo, A., Pearson, D., Stephenson, M., & Harper, N. (2004). Apparent water loss: A practical approach. *IWA Water Loss Task Force. Water21*, pp. 44-45.
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- Şengül, Ü., Eren, M., & Şırız, S. E. (2012). B ulanik ahp ile belediyelerin toplu taşıma araç seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40, 143-165.
- Sofiane, B., Dounia, M., Sabri, D., Tarek, K., & Yassine, D. (2023). Utilizing a combined Delphi-FAHP-TOPSIS technique to assess the effectiveness of the water supply service in Algeria. *Socio-Economic Planning Sciences*, 90, 101736. <https://doi.org/10.1016/J.SEPS.2023.101736>
- Sun, C. C. (2010). A performance evaluation model by integrating fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7745-7754. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.04.066>
- Wind, Y., & Saaty, R. W. (1980). Marketing Applications of The Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 26(7), 641-658. <https://doi.org/DOI:10.1287/mnsc.26.7.641>
- Xin, K., Tao, T., Lu, Y., Xiong, X., & Li, F. (2014). Apparent losses analysis in district metered areas of water distribution systems. *Water Resources Management*, 28(3), 683-696. <https://doi.org/10.1007/S11269-013-0508-8>
- Yager, R.R., Fuzzy Decision making including unequal objectives, *Fuzzy Sets and Systems*, Volume 1, p. 87-95, 1978.
- Yang, C. C., & Chen, B. S. (2004). Key quality performance evaluation using fuzzy AHP. *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 21(6), 543-550. <https://doi.org/10.1080/10170660409509433>
- Zyoud, S. H., & Fuchs-Hanusch, D. (2019). Comparison of Several Decision-Making Techniques: A Case of Water Losses Management in Developing Countries. <https://doi.org/10.1142/S0219622019500275>, 18(5), 1551-1578. <https://doi.org/10.1142/S0219622019500275>
- Zyoud, S. H., Fuchs-Hanusch, D., Shaheen, H., Samhan, S., Rabi, A., & Al-Wadi, F. (2016). Utilizing analytic hierarchy process (AHP) for decision making in water loss management of intermittent water supply systems. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 6(4), 534-546. <https://doi.org/10.2166/WASHDEV.2016.123>

IMPORTANCE AND EVALUATION OF APPARENT LOSSES IN URBAN WATER MANAGEMENT**KENTSEL SU YÖNETİMİNDE İDARİ KAYIPLARIN ÖNEMİ VE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ****Furkan ACAR¹, Cansu BOZKURT², Mahmut FIRAT³****¹Yüksek Lisans Öğrencisi, İnönü Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği,****ORCID: 0009-0001-2104-0031****²Dr., Ardahan Üniversitesi, İnşaat Bölümü, ORCID: 0000-0002-0987-1297****²Dr., İnönü Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, ORCID: 0000-0002-8010-9289****Özet**

İçmesuyu dağıtım sistemleri kentsel su döngüsünün en önemli bileşenlerinden biridir. Kentsel su yönetiminde yeterli miktarda ve kaliteli suyun abonelere zamanında ve kesintisiz iletilmesi en temel prensiptir. Ancak su iletim ve dağıtım sisteminde çeşitli faktörlere bağlı olarak işletme koşulları bozulmakta ve farklı seviyelerde su kayıpları gözlenmektedir. Su kayıplarının artmasına bağlı olarak abone şikayetleri artmakta ve hizmet seviyesi ve kalitesi düşmektedir. Su kayıpları temel olarak sızıntılar ve idari kayıplar olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. İdari kayıplar aboneler tarafından kullanılan ancak ücreti ödenmeyen suyu ifade etmektedir. İdari kayıplar genel olarak yasal abone sayaçlarından hatalarından kaynaklanan kayıplar ve yasadışı (kaçak) kullanımlar olmak üzere iki alt bileşenden oluşmaktadır. Sayaç hatalarından kaynaklanan kayıplar, temel olarak yasal kayıtlı abonelerin sayaçlarının bozulması, eksik okuma yapması, okuma yapmaması şeklinde gözlenmektedir. Bu bileşen yasal olarak tüketilen ancak ücreti ödenmeyen suyu içerdiği için doğrudan gelir kaybına (birim metre-küp su satış bedeli üzerinden) neden olmaktadır. Ayrıca sayaç hatalarının fazla olmasına bağlı olarak aşırı su tüketimi de ortaya çıkmakta ve su kaynağı verimsiz kullanılmaktadır. Diğer taraftan kaçak kullanımlar, özellikle sayaçların tahrip edilmesi, şebeke borusundan kaçak bağlantı alınması gibi faktörlere bağlı olarak meydana gelmektedir. Benzer şekilde bu kayıplar da tüketildiği halde ücreti ödenmeyen suyu ifade etmektedir. Bu çalışmada içmesuyu dağıtım sistemlerinde meydana gelen idari kayıplar, etkileri ve önemi tartışılmıştır. Bu kapsamda idari kayıpların alt bileşenleri ve sebep olan faktörler saha verilerine göre değerlendirilmiştir. Su idarelerinde idari kayıplar genel olarak % 10-15 aralığında değişmektedir. Özellikle saha denetimlerinin yetersiz olduğu bölgelerde bu oran daha da artmaktadır. İdari kayıpların idareler açısından finansal etkileri de önemli seviyelere ulaşabilmektedir. Bu nedenle idari kayıpların izlenmesi, önlenmesi ve etkin yönetimi su ve finansal verimliliğin sağlanması bakımında kritik öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: İçmesuyu dağıtım sistemi, su kayıpları, idari kayıplar, idari kayıp yönetimi

Abstract

Water transmission and distribution systems are one of the most important components of the urban water cycle. The most basic principle in urban water management is to deliver sufficient and high-quality water to customers on time and without interruptions. However, operating

conditions deteriorate depending on various factors in the water transmission and distribution system and water losses are observed at different levels. Customers' complaints increase and service level and quality decrease due to increasing water losses and failures. Water losses consist of two main components: apparent losses and real losses (leakages). Apparent losses refer to water used by customers but not paid for. Apparent losses generally consist of two subcomponents: losses due to inaccuracies in customer water meters and unauthorized (illegal) consumptions. Losses resulting from inaccuracies in customer water meters are mainly observed in the form of meters of authorized customers breaking down, reading incompletely, or not reading at all. Since this component includes water that is legally consumed but not paid for, it causes direct income loss (based on the sales price of a cubic meter of water). In addition, excessive water consumption occurs due to excessive meter errors and the water resource is used inefficiently. On the other hand, unauthorized (illegal) consumptions occur due to factors such as destruction of meters and illegal connection from the network pipe. Similarly, these losses represent water that is consumed but not paid for. In this study, apparent losses occurring in drinking water distribution systems, their effects and importance are discussed. In this context, the subcomponents of apparent losses and the factors that caused them were evaluated according to field data. Apparent losses in water administrations generally vary between 10-15%. This rate increases especially in regions where field inspections are inadequate. The financial impacts of apparent losses on administrations can also reach significant levels. Therefore, monitoring, preventing and effective management of administrative losses are of critical importance in ensuring water and financial efficiency.

Keywords: Drinking water distribution system, water losses, apparent losses, apparent loss management

1. GİRİŞ

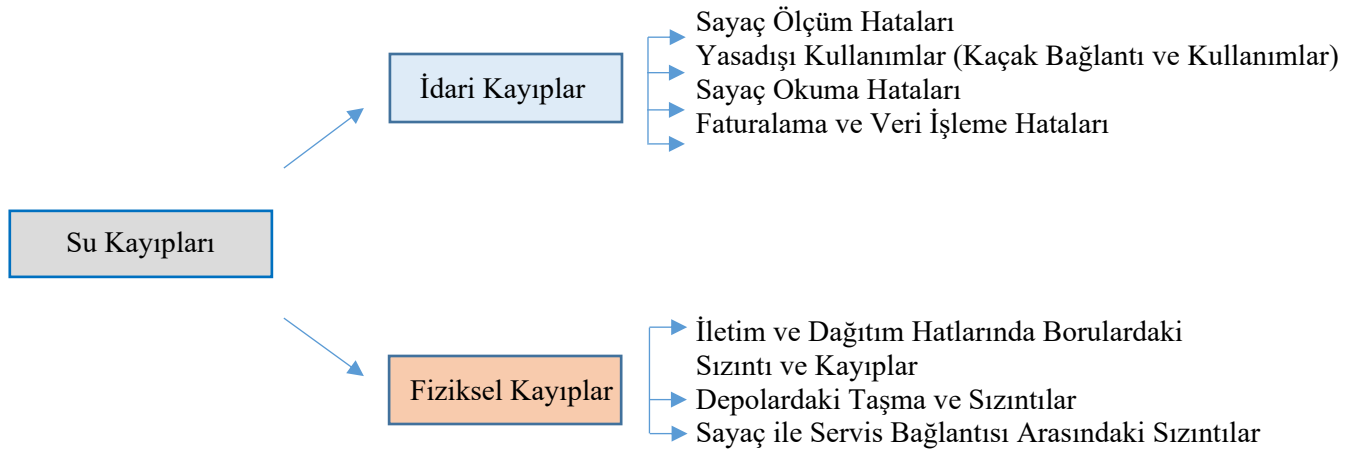
Kentsel su temin ve dağıtım sistemleri kentsel su döngüsünde kritik öneme sahip altyapı sistemleridir. Su kaynağından alınan suyun son kullanıcılara (yasal kayıtlı konut, konut dışı, kamu aboneleri ve faturalandırılmamış yasal kullanımlar) kesintisiz, istenen kalitede ve yeterli miktarda iletilmesi en temel prensiptir. Ancak özellikle dağıtım sisteminde meydana gelen arızalar ve sızıntılar suyun abonelere iletilmesini aksatmaktadır. Dağıtım sisteminde meydana gelen sızıntılar genelde toplam kayıpların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Diğer taraftan dağıtım sistemine verilen ve son kullanıcıya iletilen ancak ücreti ödenmeyen su, idari kayıpları oluşturmaktadır (Akdeniz, 2022; Ociepa, 2021). İdari kayıplar kullanıldığı halde ücreti ödenmeyen suyu ifade etmekte ve kurum açısından birim su satış bedeli üzerinden doğrudan gelir kaybı anlamına gelmektedir. Ayrıca idari kayıpların fazla olduğu sistemlerde aşırı su tüketimleri de oluşmakta ve su kaynağı verimsizliği ortaya çıkmaktadır. İdari kayıplar, yasal kayıtlı abone sayaçlarından kaynaklanan kayıplar ve yasadışı (kaçak) kullanımlar olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır (Karadirek, 2023). İdari kayıplar tüketilen ancak ücreti ödenmeyen suyu içerdiği için kurumlar için önemli ekonomik etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Faturalandırılmamış izin verilen tüketim ve idari kayıplar, bir amaç için kullanılan ancak ödenmeyen suyu temsil ederken, fiziksel kayıplar su kaynaklarının kaybını ifade eder ve bu kayıpların en azından bir kısmı iyi yönlendirilmiş sızıntı yönetim faaliyetleri ile geri kazanılabilir. Literatürde idari kayıpların azaltılması ve yönetimi kapsamında çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmektedir (Choi vd., 2022). (Canto Ríos vd., 2014) tarafından yapılan çalışmada, su kayıpları ve idari kayıpların oranının doğru hesaplanabilmesi amacıyla güncel bir coğrafi bilgi sistemi (CBS) oluşturmak için ekonomik ve rantabil olabilecek bir metodoloji önerilmektedir. Birçok idarede gelir getirmeyen su bileşenlerinin önlenmesi, azaltılması, kontrol edilmesi ve izlenmesi amacıyla çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Ancak bu yöntemler uygulanmadan önce idarenin mevcut durumu, sızıntı yönetimi faaliyetlerinin

mevcut uygulama düzeylerinin analiz edilmesi, ilk yatırım ve işletme-bakım maliyetlerinin azaltılması açısından oldukça önemlidir (Yılmaz vd., 2021). İdari kayıpların oranının azaltılabilmesi için yıpranmış, ömrü dolmuş ve hatalı ölçüm yapan sayaçlar yerine uzaktan okunabilen yeni nesil mekanik sayaçların takılması tavsiye edilmiştir. Bu sayaçların kurulumunun maliyetinin yüksek olmasına rağmen, daha fazla suyun kullanılabilir hale getirilmesinin sağladığı uzun vadeli ekonomik fayda, aynı miktarda su üretmenin maliyetinden çok daha yüksektir (Kamani vd., 2012). (Ncube & Taigbenu, 2019) Güney Afrika'nın Johannesburg kentindeki bir su idaresinin aylık faturalama verileri üzerinde veri hazırlama teknikleri, kümeleme analizi ve klasik regresyon analizini birleştiren geliştirilmiş bir karşılaştırmalı faturalama analizi yöntemini sunmuştur. Sonuçlar, veri odaklı keşif süreçlerinin su kayıplarının daha iyi değerlendirilmesi ve yönetimi için uygulanabilir alternatifler olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada içmesuyu dağıtım sistemlerinde meydana gelen idari kayıplar, etkileri ve önemi tartışılmıştır. Bu kapsamda idari kayıpların alt bileşenleri ve sebep olan faktörler saha verilerine göre değerlendirilmiştir. Su idarelerinde idari kayıplar genel olarak % 10-15 aralığında değişmektedir. Özellikle saha denetimlerinin yetersiz olduğu bölgelerde bu oran daha da artmaktadır. İdari kayıpların idareler açısından finansal etkileri de önemli seviyelere ulaşabilmektedir. Bu nedenle idari kayıpların izlenmesi, önlenmesi ve etkin yönetimi su ve finansal verimliliğin sağlanması bakımında kritik öneme sahiptir.

2. SU KAYIPLARI

Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ve yönetilmesi gerekmektedir fakat su kaynaklarını korurken güvenli su temin etmek hayli zorlu bir süreçtir; çünkü sağlanan suyun bir kısmı abonelere ulaşmadan, yol boyunca sızıntılar sebebiyle kaybolmakta ya da dağıtım ağlarından çalınmaktadır. Su kayıpları; iletim ve dağıtım hatlarında, depolarda ve müşteri bağlantılarındaki sızıntı veya fiziksel (gerçek) kayıplar ya da müşteri sayaçlarının hatalı kayıtları, yasadışı kullanım, faturalama hataları ve veri işleme hataları sonucunda meydana gelen idari (görünür) kayıplar şeklinde ortaya çıkar (Lambert & Hirner, 2000).



Şekil 1. Su Kayıpları Şeması

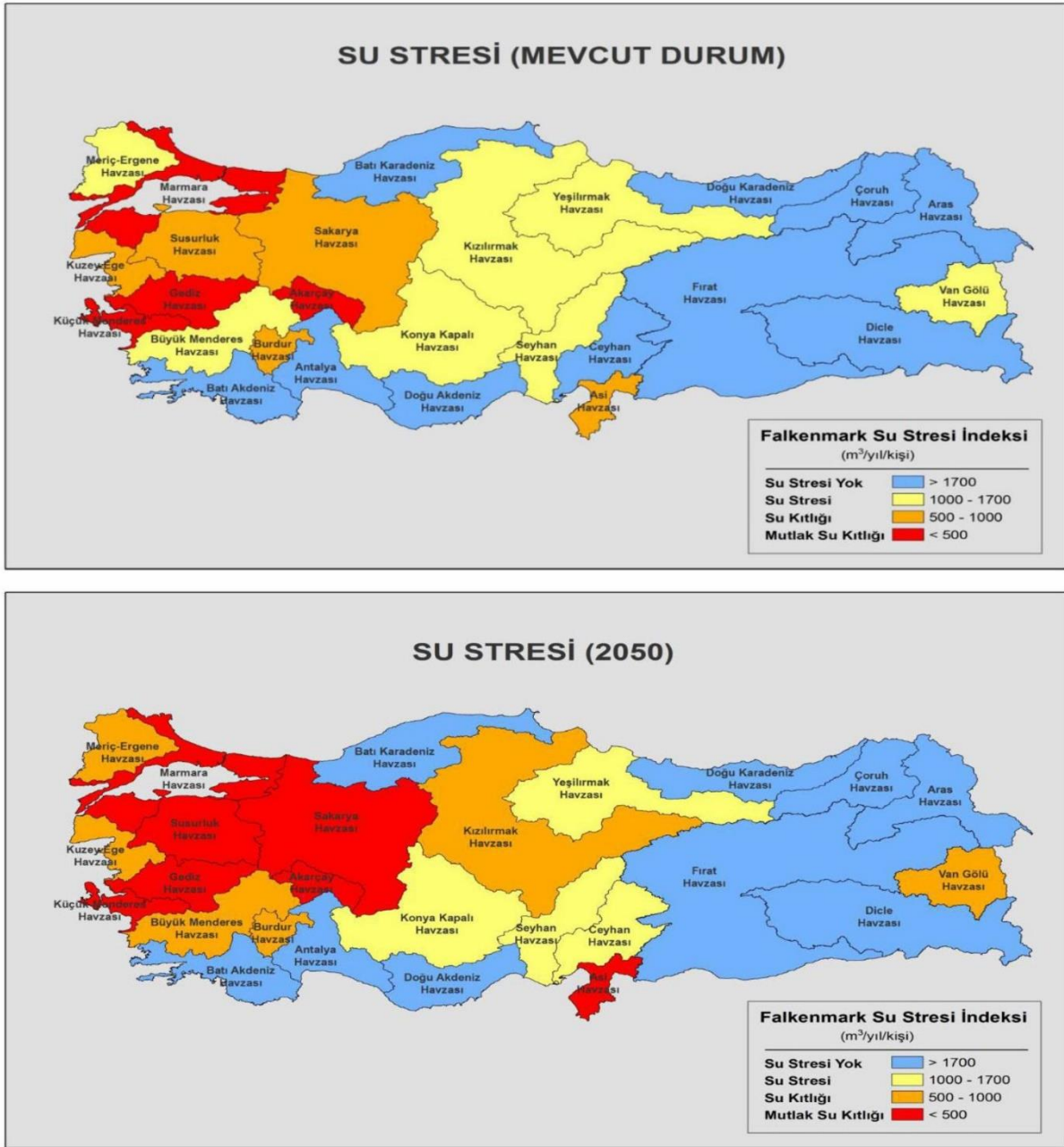
Su üretim maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle, su kayıplarının makul bir şekilde düşürülmesi su idareleri açısından öncelikli bir hedef haline gelmelidir. Kayıpların azaltılmasıyla birlikte idareler, mevcut şebekenin işletim giderlerini azaltabilir ve yatırım harcamalarından tasarruf sağlayabilir. Temin ve dağıtım sistemlerinde meydana gelen su kayıpları ve bu duruma bağlı olarak gelişen finansal kayıplar, su tedarigi sağlayan idareler için ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Kingdom vd., 2006). Dünya genelinde yıllık su kayıp hacminin yaklaşık 126 milyar metreküp olduğu tahmin edilmekte olup, yıllık yaklaşık 39 milyar ABD dolarına tekabül etmektedir (Liemberger & Wyatt, 2018). Su kayıplarının yüksek oranlarda seyretmesinin sebebi olarak; eskiyen altyapılar, yetersiz bakım ve etkili izleme yöntemlerinin eksikliği temel faktörler olarak gösterilebilir (Ociepa vd., 2019).

Bağlantı büyüklüğü ve yoğunluğu, su temin ve dağıtım hattının uzunluğu ve düzeni ve şebekenin yaşı kayıp seviyesini etkileyen önemli faktörlerdir fakat bunlar idarelerden bağımsızdır çünkü bu faktörler daha çok kentleşme ve yerleşim düzenlerinden kaynaklanmaktadır. Su kaybı seviyesini etkileyen ve şirketlere bağlı olan faktörler daha çok sızıntının tespit edilme ve giderilme süresi ile ilgilidir (Richards vd., 2010).

2.1. Türkiye'deki Su Kayıpları

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığının 2021 yılı 1.Su Şurasında yayınlamış olduğu Çalışma Belgesinde, ülkemizin tüketilebilir yeraltı ve yerüstü su potansiyelinin yıllık toplam 112 milyar m³ olduğu ve kamu kurum ve kuruluşlarının, günümüzde hayata geçirdikleri projeler sonucunda, çeşitli amaçlara yönelik yıllık su tüketimi miktarının 57,44 milyar m³ olduğu bilgisine yer verilmiştir.

Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı, 2000 yılında 1.652 m³, 2009 yılında 1.544 m³, 2021 yılında 1.323 m³, 2022 yılında 1.322 m³ ve 2023 yılında 1.313 m³ olarak kaydedilmiştir. 2050 yılında nüfusumuzun 100 milyona ulaşması halinde kişi başına düşen su miktarının 1069 m³'e düşmesi beklenmektedir. Ülkemizin sınırlı miktarda olan bu su kaynaklarını korumak ve su kayıplarıyla mücadele edebilmek için 2014 yılında yayımlanan "İçme Suyu Temin Ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği" ile idarelerin yıllık su dengesi tablosunu oluşturmaları ve su kayıp oranlarını bildirmeleri zorunlu hale getirilmiştir. Bu yönetmelikle birlikte su idareleri için hedefler tanımlanmıştır ve yıllık performanslarının izlenmesi hedeflenmiştir. Bu yönetmelikte, su kayıp oranlarının 2019 yılı için % 30'a, 2023 yılı için ise % 25 seviyelerine indirmesi gerektiği vurgulanmıştır. 31 Ağustos 2019, Resmi Gazete 30874 sayılı yönetmelik ile belirlenen bu hedef yıllar 5'er yıl ertelenmiştir. 4 Ekim 2021 tarihinde T.C.Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından "İçme Suyu Sistemlerinde Su Kayıplarının Azaltılmasına Yönelik İş Termin Planı Genelgesi" yayınlanmıştır. Bu genelgeyle, büyükşehir ve il belediyeleri su kayıp oranlarını 2023 yılına kadar en fazla %30, 2028 yılına kadar ise en fazla %25 düzeyine indirmekle yükümlü tutulmuştur.



Şekil 2. Havzalardaki su stresi mevcut durum ve 2050 yılı için öngörülen durum (Su Kaynaklarının Kalite ve Miktar Olarak Korunması ve İzlenmesi Grubu Çalışma Belgesi)

Türkiye; İklim değişikliği, nüfus artışı, tarım ve sanayi sektörlerindeki bilinçsiz su tüketimi, su kirliliği ve kayıp kaçak oranlarının yüksek olmaması sebebiyle gelecekte su stresi yaşama riski bulunmaktadır. Dünya Doğal Kaynaklar Enstitüsünün 2023 yılında paylaşmış olduğu verilere göre su sıkıntısı çeken ülkeler sıralamasında Türkiye 32.sırada bulunmaktadır.

Büyükşehirlerin su idarelerinin 2020 yılında paylaşmış olduğu su kayıp oranları Tablo 2'de yer almaktadır. Paylaşılan veriler incelendiğinde birçok idarenin, yönetmeliğin 2023 yılı %30 hedeflerinden uzak olduğu görülmektedir.

Tablo 1. 30 Büyükşehirin 2020 yılı Su Kayıp Kaçak Oranı (SYGM, 2020)

İller	Kayıp-Kaçak Oranı (%)	İller	Kayıp-Kaçak Oranı (%)	İller	Kayıp-Kaçak Oranı (%)
1) Mersin	63,14	11) Samsun	38,63	21) Tekirdağ	33,8
2) Mardin	58,86	12) Balıkesir	38,6	22) Gaziantep	30,36
3) Kahramanmaraş	54,02	13) Malatya	38,58	23) İzmir	30,16
4) Trabzon	49,1	14) Şanlıurfa	38,35	24) Bursa	29,64
5) Ordu	49,09	15) Ankara	37,61	25) Hatay	29,45
6) Van	47,91	16) Manisa	37,09	26) Kocaeli	27,96
7) Sakarya	46,59	17) Denizli	36,42	27) Eskişehir	27
8) Muğla	46,45	18) Adana	36,3	28) Kayseri	22,73
9) Diyarbakır	46,34	19) Antalya	35,59	29) İstanbul	20,68
10) Erzurum	39,83	20) Konya	33,94	30) Aydın	13,16

* Trabzon ili için 2019 verisi alınmıştır.

Su kayıp oranlarının yüksek oranlarda seyretmesinin başlıca sebepleri;

- Su kayıp yönetim süreciyle ilgili idare yönetiminin yeterli kararlılıkta ve bilinçte olmaması,
- Güncel veri izleme sistemlerinin bulunmaması ve sistemin izlenmemesi,
- Sisteme giriş çıkış hacimlerinin ölçülmemesi ve bu sebepten ötürü su kayıp oranlarının doğru belirlenememesi,
- Ömrünü doldurmuş olan su temin ve dağıtım hatlarının yenilenmemesi,
- Kullanım ömrü dolmuş ekipmanların yenilenmemesi,
- Personelin süreçle ilgili yeterli teknik eğitimi almaması ve yeterli kalifiye personelin olmaması,
- Kayıt dışı su kullanımı ve sayaç hataları için yeterli saha çalışmalarının yapılmaması gibi parametrelerdir.

Su kayıplarının analizinde uluslararası yöntemlerin kullanımı büyük önem taşır. Su kayıp yönetiminde, kayıp oranlarının tespiti, su dengesi tablosunun oluşturulması ve mevcut durumun değerlendirilmesi, önleyici stratejilerin geliştirilmesi için kritik bir aşamadır.

Tablo 2. IWA(1999) Standart Su Dengesi

Sisteme Giriş Hacmi	Yasal Tüketim	Faturalandırılmış Yasal Tüketim	Faturalandırılmış Ölçülmüş Tüketim	Gelir Getiren Su	
			Faturalandırılmış Ölçülmemiş Tüketim		
		Faturalandırılmamış Yasal Tüketim	Faturalandırılmamış Ölçülmüş Tüketim	Gelir Getirmeyen Su	
			Faturalandırılmamış Ölçülmemiş Tüketim		
	Su Kayıpları	İdari Kayıplar	Yasadışı Kullanım		Gelir Getirmeyen Su
			Sayaç Hatası		
		Fiziksel Kayıplar	İletim ve Dağıtım Hatlarındaki Kayıplar		
			Depolardaki Taşma ve Kayıplar		

Servis Bağlantılarındaki
Kayıplar

IWA (1999) önerdiği standart su dengesi tablosu ile su dengesi, genel bir terminoloji ve yapı doğrultusunda düzenlenmiştir (Lambert & Hirner, 2000). Su dengesi hesabı, su kayıplarının tespiti ve yönetimi için temel yöntemlerden biri olup, genellikle bir yıllık hacim verilerine dayanarak yapılır.

Gelir getiren ve getirmeyen suyun tüm bileşenleri IWA tarafından önerilen su dengesi tablosunda gösterilmektedir. Bu tabloda, temin ve dağıtım sistemini besleyen tüm kaynakların debimetreler aracılığıyla düzenli olarak ölçülmesi ile elde edilen sistem giriş hacmi yer almaktadır. Su dengesinin diğer önemli bir bileşeni olan yasal faturalandırılmış tüketimlerin düzenli bir şekilde izlenebilmesi için, idarede güncel bir abone bilgi yönetim sistemine sahip olunması ve abone okumalarının sürekli ve sistematik olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Su dengesinden beklenen faydaların sağlanabilmesi için, diğer tüm bileşenlerin saha verilerine dayanarak belirlenmesi önemlidir. Ancak bazı idarelerde veri, personel, finansal eksiklikler ve farkındalık nedeniyle bu bileşenlerin bir kısmı tahmin yoluyla belirlenmektedir. Bu durumda, su bütçesi, sahayı yeterince temsil etmeyen verilere dayanarak hesaplanmış olmaktadır (Lambert, 2003; Pearson, 2019).

Ülkemizde de 2014 yılında yayımlanan İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği kapsamında su dengesi tablosunun nasıl oluşturulacağı ve su kayıplarındaki hedefler belirtilmiştir.

3. İDARİ KAYIPLAR

İdari kayıplar, su idareleri için doğrudan gelir kaybı anlamına gelmektedir ve bu kayıpların azaltılmasıyla, su idareleri kısa sürede mali açıdan geri kazanım elde edebilmektedir. İdari kayıp yönetiminde kullanılan metodolojiler, faturalandırılan su miktarının ve elde edilen gelirin artmasına katkı sağlamaktadır. (Lambert, 2003) tarafından su kayıpları üzerine yapılan bir çalışmaya göre, su temin ve dağıtım sistemlerinde idari kayıplar, toplam su kayıplarının %30-40'ını oluşturmaktadır. Bu oranlar, su idarelerinin su kayıplarıyla mücadelede uyguladıkları stratejiler, kullanılan teknolojiler ve dağıtım sistemlerinin karakteristiği gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. İdari kayıplar, genellikle abonelere uygulanan birim satış fiyatı üzerinden değerlendirildiği için, bu kayıpların finansal etkisi üretim maliyetleri üzerinden hesaplanan fiziksel kayıplardan çok daha büyük olmaktadır. İdari kayıplarla ilgili olarak atılması gereken en kritik ilk adım, bu kayıpların miktarının tespit edilmesi ve ölçülebilmesidir. Tüketildiği halde ücreti ödenmeyen su miktarı hakkında bilgi sahibi olunmadığı sürece, ilgili kuruluşlar bu kayıpları azaltmaya yönelik yeterli bir destek sağlamayabilirler.

İdari kayıpları oluşturan üç temel bileşen bulunmaktadır (Lambert, 2003; Pearson, 2019).

- Yasadışı Kullanım ve Kaçak Bağlantılar
- Sayaç Hataları
- Ölçüm ve Faturalama Hataları

İdari kayıpları etkileyen en önemli bileşenler olarak kaçak bağlantıları ve sayaç ölçüm hatalarını tanımlayabiliriz. Sayaçların doğru bir şekilde ölçüm yapılabilmesi için doğru sayaç tipi seçilmeli ve kullanım yeri ve türüne göre doğru sayaç çapı belirlenmelidir. Su sayaçları gerekli muhafaza koşullarında kullanılmadığında hata ve arzalar oluşabilmektedir. Hata sebepleri olarak;

- ◆ Sayacın Montaj Pozisyonundaki Uygunsuzluk
- ◆ Yanlış Tip Sayaç Seçimi
- ◆ Boruda Kalan Hava
- ◆ Sayacın Tahrip Edilmesi
- ◆ Suda Asılı Kalan ve Sayacı Tıkayan Katı Maddeler
- ◆ Dışarıdan Sayaca Müdahalede Bulunulması ve şebeke basıncı şeklinde verilebilir (Yılmaz, 2017).

Kullanım ömrünü tamamlayan sayaçlar yanlış ölçüme neden olabilmektedir. Bu sebepten kullanılan sayaç tipine göre ömrünü tamamlamış sayaçlar için su idareleri planlı bir sayaç değişim süreci uygulamalıdır. Yasadışı kullanımlara kaçak servis bağlantıları, yangın hidrantlarının izinsiz kullanımı, sayaçların tahrip edilmesi ve sayaçların by-pass edilmesi, örnek verilebilir. Bu yasadışı kullanımların tespit edilmesi için ilgili idare tarafından gerekli saha

çalışmaları gerçekleştirilerek yasadışı bağlantılar belirlenip gerekli cezai yaptırım uygulanmalıdır.

4. SONUÇLAR

Dünya nüfusunun artışına paralel olarak su ihtiyaçlarının da artması, küresel ısınma ve su kaynaklarının verimsiz kullanımı nedeniyle azalan içilebilir su kaynaklarıyla yeterli arzın sağlanabilmesi kritik bir hale gelmiştir. Azalan kaynaklarla birlikte artan su talep arzlarını karşılayabilmek için su kaynakları en etkin ve verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Bu süreçte su idarelerine büyük sorumluluklar düşmektedir. Su idareleri su kayıp yönetim süreçlerinde fiziksel kayıpları daha kolay tespit edebildiği için öncelikli olarak fiziki kayıp yönetimine ağırlık vermektedir ancak fiziki kayıplarla mücadele süreci hem uzun hem de maliyetli olmasından kaynaklı su idareleri, su kayıplarını azaltma çalışmalarına ilk olarak idari kayıpları azaltmayla başlamalıdır. Bu çalışmalar hem daha az çaba ve düşük maliyetle gerçekleştirilmekte hem de idarelere hızlı bir şekilde mali olarak geri kazanım sağlayabilmektedir. T.C. Orman ve Su İşler Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün 2017 yılında yayınlamış olduğu "İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü El Kitabı"nda su idarelerinin idari kayıp oranları için izin verilen tüketimin %10'undan daha düşük bir oranı hedeflemesi gerektiği belirtilmektedir. Bu çalışmada da Türkiye'deki su kayıp oranları, idari kayıpların idarelere yansıttığı etkileri ve idari kayıpların azaltılabilmesi için gerekli olan önemler değerlendirilmiştir.

5. KAYNAKLAR

Akdeniz, T. (2022). *A case study on integrated management of water losses in Antalya, Turkey*. <https://doi.org/10.2166/wpt.2022.110>

Canto Ríos, J., Santos-Tellez, R. U., Hansen Rodríguez, P., Antúnez Leyva, E., & Nava Martínez, V. (2014). Methodology for the Identification of Apparent Losses in Water Distribution Networks. *Procedia Engineering*, 70, 238–247. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2014.02.027>

Choi, S. H., Shin, B., & Shin, E. (2022). Managing Apparent Loss and Real Loss from the Nexus Perspective Using System Dynamics. *Water* 2022, Vol. 14, Page 231, 14(2), 231. <https://doi.org/10.3390/W14020231>

Kamani, H., Malakootian, M., Hoseini, M., Jaafari, J., & Management, J. J. (2012). Management of Non-Revenue Water in Distribution Network and Conveyor Lines; a Case Study. *Health Scope* 2012 1:3, 1(3), 147–152. <https://doi.org/10.5812/JHS.7631>

Karadirek, İ. E. (2023). How does ageing of customer water meters effect the accuracy? *J Eng Nat Sci*, 41(2), 408–414. <https://doi.org/10.14744/sigma.2023.00043>

Kingdom, B., Liemberger, R., & Marin, P. (2006). *The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries How the Private Sector Can Help A Look at Performance-Based Service Contracting*. THE World Bank Group, Washington DC. PPIAF Water Su. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2157624>

Lambert, A. (2003). Assessing non-revenue water and its components: A practical approach. *Magazine of the International Water Association*. https://www.researchgate.net/publication/293126504_Assessing_non-revenue_water_and_its_components_A_practical_approach

Lambert, A., & Hirner, W. (2000). Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. *International Water Association*.

Ncube, M., & Taigbenu, A. (2019). *Assessment of apparent losses due to meter inaccuracies*. 45(2), 174–182.

Ociepa, E. (2021). *Analysis and assessment of water losses reduction effectiveness using examples of selected water distribution systems*. <https://doi.org/10.5004/dwt.2021.26594>

Pearson, D. (2019). *Standard Definitions for Water Losses: A compendium of terms and acronyms and their associated definition in common use in the field of water loss management*. IWA Publishing London, UK, 0. <https://doi.org/10.2166/9781789060881>

Yılmaz, S. (2017). Müşteri Sayaçlarının Su Kayıplarına Etkisinin Araştırılması. İçinde *YL Tezi* (C. 4).

Yılmaz, S., Fırat, M., Ateş, A., & Özdemir, Ö. (2021). Defining the Optimum Pressure for Active Leakage Control Efficiency by Considering by Considering Economic Criteria. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(07A), 9142–9153.

THERMAL SHOCK TEST SYSTEM SETUP TERMAL ŞOK TEST DÜZENEĞİ KURULUMU*

Yalçın ÖZDEMİR, Seyid Fehmi DİLTEMİZ, Zeki SAKARYA

¹Yalçın ÖZDEMİR, Eskişehir Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği, Katı Cisimler Mekanikliği, ORCID: 0000-0001-5786-4190

²Seyid Fehmi DİLTEMİZ, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Uçak Mühendisliği, Hava-Uzay Araçları Tasarımı ve Malzemesi, ORCID: :0000-0002-3952-4456

³Zeki SAKARYA, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği, Malzeme Tasarım ve Davranışları, ORCID: 0000-0002-4833-817X

Özet

Günümüzde kullanılan pek çok ürün, kullanım koşulları gereği sıcaklık farklarına maruz kalmaktadır. Günlük hayatta sıcak bir içeceğin içerisine attığımız bir buz parçası, termal şoka maruz kalan parçalara iyi bir örnektir. Bilindiği gibi pek çok malzemenin termal genleşme, sertlik, iletkenlik vb. fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri sıcaklıkla değişime uğrarlar. Sıcaklık değişim aralığı ve bu değişimin hızı, parçaların davranışlarını önemli ölçüde etkiler. Havacılıkta kullanılan bir gaz türbini sıcak kısım parçasında bu değerler tipik olarak sırası ile 1200 santigrat derece ve birkaç dakika seviyesinde olabilmektedir. Sıcaklık değişimine maruz kalan kritik parçaların ve komponentlerin, güvenli bir şekilde çalışabilmesi, kullanım sıcaklık aralığındaki davranışlarının belirlenmesi ve kendilerinden beklenen fonksiyonları güvenle yerine getirebilmesi için termal şok testleri uygulanır. Termal şok testleri, parçaların gerçek çalışma koşullarına yakınsayabilmesi amacıyla çok çeşitli boyut, ısınma-soğuma hızı ve sıcaklık aralıklarında üretilirler. Termal şok test ihtiyacı duyulan parça- komponentlere örnek olarak; cam, şişe ve optik ekipmanların kırılması hareketli parçaların bağlanması veya gevşemesi, elektronik bileşenlerdeki değişiklikler hızlı su veya don oluşumu nedeniyle elektronik veya mekanik arızalar, benzer olmayan malzemelerin farklı daralması veya genişlemesi, yüzey kaplamalarının çatlaması verilebilir. Gaz türbin sıcak kısım parçalarında, kullanım ömrünün arttırılması, çalışma sıcaklığının daha yüksek olması gibi çeşitli amaçların yerine getirilebilmesi için metalik parçalar üzerine seramik esaslı Termal Bariyer Kaplama (TBK) uygulanmaktadır. Seramik – metal malzemeler arasındaki termal genleşme farklılığı, çalışma sıcaklık aralığının ve ısınma – soğuma hızının yüksek olması, bu kaplamaların ömürlerini sınırlayan en önemli faktörlerden birisi olmaktadır. Bu çalışmada, gaz türbinleri sıcak kısım TBK'ları gibi sistemlerin termal şok testlerini yapabilecek nitelikte bir termal şok test sistemi tasarlanarak imal edilmiştir. Isı kaynağı olarak; gerçek çalışma koşullarına benzer ısı transfer ve oksidasyon karakteristiği nedeniyle oksijen ile zenginleştirilen doğal gaz torcu seçilmiştir. Soğutucu ortam olarak basınçlı hava kullanılmıştır. Test numunelerinin ana metal ve kaplama kalınlıkları, numune boyutları, ısıtıcı torç mesafesi, yanıcı ve yakıcı gaz debileri, soğuk hava nozzle mesafe ve açısı, soğuk hava basıncı, sıcak ve soğuk zonda bekleme süreleri, numune ilerleme hızı, toplam çevrim sayısı tasarlanan termal şok test tezgahının ayarlanabilen parametrelerini oluşturmaktadır. Numunenin ilerleyerek sıcak ve soğuk zona girebilmesi için

* Bu çalışma Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri komisyonu tarafından kabul edilen 20ADP206 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

gerekli hareket, bir step motor ile hareketin aktarıldığı dişli bir mil yardımıyla yapılmıştır. Tüm tezgâh hareket parametreleri bilgisayar ortamında bu amaçla hazırlanan bir kod aracılığı ile kontrol edilebilmektedir. Numunenin test süresince maruz kaldığı tüm sıcaklık, kaplama tarafında infrared kamera ile kullanılarak kaydedilmektedir. Yapılan çalışma yardımı ile, gaz türbinleri için kritik öneme sahip TBK'ların, termal şok ömürlerinin optimize edilmesi, böylelikle daha uzun süreler güvenle çalışabilmesi mümkün olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Termal Bariyer Kaplama, Air Plazma Sprey, Termal Özellikler

Abstract

Many products used today are exposed to temperature differences due to usage conditions. In daily life, an ice cube placed in a hot beverage is a good example of a piece subjected to thermal shock. As is well-known, the thermal expansion, hardness, conductivity, and various other physical, chemical, and mechanical properties of many materials change with temperature. The temperature variation range and the speed of this change significantly affect the behavior of parts. For example, in a gas turbine used in aviation, these values can typically be around 1200 degrees Celsius, and within a few minutes for hot-section parts. Thermal shock tests are applied to determine the behavior of critical parts and components exposed to temperature changes and to ensure their safe operation within the usage temperature range, allowing them to perform their expected functions reliably. These tests are produced in various sizes, heating-cooling rates, and temperature ranges to closely simulate real operating conditions. Examples of parts and components requiring thermal shock testing include glass bottles and optical equipment (which may break), moving parts (which may bind or loosen), electronic components (which may experience changes due to rapid water or frost formation), electronic or mechanical failures, differing shrinkage or expansion of dissimilar materials, and surface coatings (which may crack). For the hot-section parts of gas turbines, Thermal Barrier Coatings (TBC), which are ceramic-based, are applied to metallic parts to fulfill various purposes, such as increasing service life and operating temperature. The thermal expansion difference between ceramic and metal materials, combined with the high operating temperature range and heating-cooling speed, is one of the most critical factors limiting the lifespan of these coatings. In this study, a thermal shock test system capable of testing hot-section TBC systems, such as those in gas turbines, was designed and manufactured. As the heat source, a natural gas torch enriched with oxygen was chosen due to its heat transfer and oxidation characteristics, which are similar to real operating conditions. Pressurized air was used as the cooling medium. The adjustable parameters of the designed thermal shock test bench include the base metal and coating thicknesses of the test specimens, sample sizes, the distance of the heating torch, combustible and oxidizing gas flow rates, cold air nozzle distance and angle, cold air pressure, dwell times in the hot and cold zones, sample advancement speed, and the total number of cycles. The necessary movement for the sample to enter and exit the hot and cold zones was achieved using a step motor, with the movement transmitted through a threaded rod. All test bench parameters can be controlled via a computer code specifically developed for this purpose. Throughout the test, the temperature the sample is exposed to, particularly on the coating side, is recorded using an infrared camera. Through this study, it becomes possible to optimize the thermal shock lifespan of TBCs, which are of critical importance for gas turbines, thereby enabling them to operate safely for longer durations.

Keywords: Thermal Barrier Coatings, Air Plasma Sprey, Thermal properties

1. GİRİŞ

Literatürde farklı numune tiplerine gerekli görülen şartlarda termal şok işlemi uygulanmıştır. Bu işlemler için farklı özelliklerde termal şok düzenekleri kullanılmıştır. Ayrıca gerekli çalışma koşullarını yansıtmak amacıyla değişken deney koşulları belirlenmiştir.

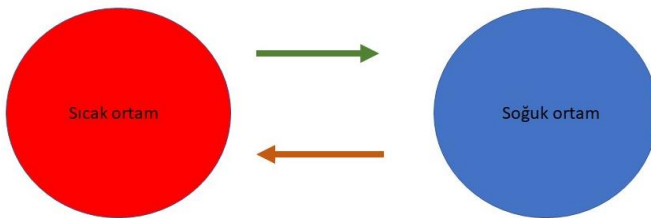
2018 yılında gerçekleştirilen çalışmada araştırmacılar termal bariyer kaplama üzerine inceleme yapmıştır. Numune yüksek sıcaklık ortamına girip çıkmaktadır. Sistem elektrik motoru ile tahrik edilmektedir. Sıcaklık değeri dakikada 5 °C artmaktadır. Numune 1100 °C’de 5 dakika bekletilmektedir. Sonrasında sistem hareket etmekte ve numune ortam sıcaklığına getirilmektedir. Termal şok uygulamasını gerçekleştirmek için belirli sayıda çevrim yapılması gereken çalışmada numune hasar alana kadar sırasıyla 700, 900, 1050 ve 1200 çevrimlere ulaşılmaktadır. Yüksek/düşük sıcaklık ortamları arasında gerçekleştirilen test sonucunda kaplama yüzeyinde çatlamlar ve ayrılmalar gözlemlendiği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Lee, Kim, Lee, & Kim, 2018).

Karaoğlanlı vd. tarafından termal şok ve termal oksidasyon testleri sonucunda termal bariyer kaplama üzerinde araştırma ele alındı. İnceleme kapsamında mikro yapı karakterizasyonu ve termal oksit incelemesi yapılmaktadır. “Burner rig” test metodu yazarlar tarafından uygulanmıştır. Disk geometrisine sahip olan numuneler 1200 °C civarına ısıtılmaktadır. Isıtma işleminde propan ve oksijen gazlarından faydalanılmaktadır. Ardından basınçlı hava ile soğutulmaktadır. İşlemler esnasında sıcaklık ölçümleri termal kameradan faydalanılarak yapılmaktadır. Termal şok testi esnasında çevrim sayısı kaydedilmektedir. Testler kaplama hasarı gözlemlenebilir olana kadar devam ettirilmektedir. Test numuneleri hasarlandıktan sonra elektron mikroskobunda incelenerek analizleri yapılmaktadır (Karaoğlanlı, Turk, Ozdemir, & Ustel, 2015) .

Kokini vd. termal şok deney setinde numuneyi ısıtmak için lazer kaynağından yararlanmaktadırlar. Isıtma esnasında kaplama yüzeyi merkezine odaklanılmıştır. Dört saniye süreyle numune lazer ısı kaynağına maruz bırakılan numunelere ardından deneyinde yapıldığı alüminyum plate üzerinde ortam soğumasına bırakılmaktadır. Yüzey sıcaklık değişimi pirometre ile ölçülmüş ve yazılım vasıtasıyla kaydedilmiştir. Test sürecinde oluşan tüm çatlaklar ölçülerek kaydedilmiştir. Hasar alan numune optik mikroskop aracılığı ile incelenmektedir (Kokini, DeJonge, Rangaraj, & Beardsley, 2002).

2. YÖNTEM

Termal şok düzeneği kurulumunda numunenin iki farklı sıcaklık değerinde olan ortamlar arası geçiş yapması gerekmektedir. Farklı sıcaklık değerinde olan ortamlardan bir tanesi sıcak diğeri ise soğuk olmalıdır. Numune sıcaklığı birinde yükselirken diğeri ise düşmesi amaçlanmaktadır. Ortamlar arası geçiş şematik olarak aşağıda verilmektedir.



Şekil 1. Termal şok testinde ortamlar arası geçiş

İki farklı sıcaklık ortamının oluşturulmasında basınçlı hava ve yanıcı gazlardan faydalanılmıştır. Yanıcı gaz olarak lpg ve oksijen kullanılmıştır. Böylece numune sıcaklığının istenilen değerleri ulaşması hedeflenmiştir. Kompresörden gelen basınçlı hava kullanılarak soğuk ortam oluşturulmuştur. Bu ısıtma işleminde oksijen kaynağı torcu kullanılmıştır. Farklı lüleler gözlemlenerek uygun numaradaki lüle kullanılmıştır. Lüle numaralarına göre lüle yapısı değişmektedir. Bu sebeple bunun gözlemlenerek karar verilmesi sağlıklı bir düzenek kurulumunda önemlidir. Buradaki diğer etkin faktör ise numune büyüklüğüdür. Karar aşamasında göz önünde bulundurulması gereken parametredir.



Şekil 2. Basınçlı hava tabancası ve lüle görüntüsü

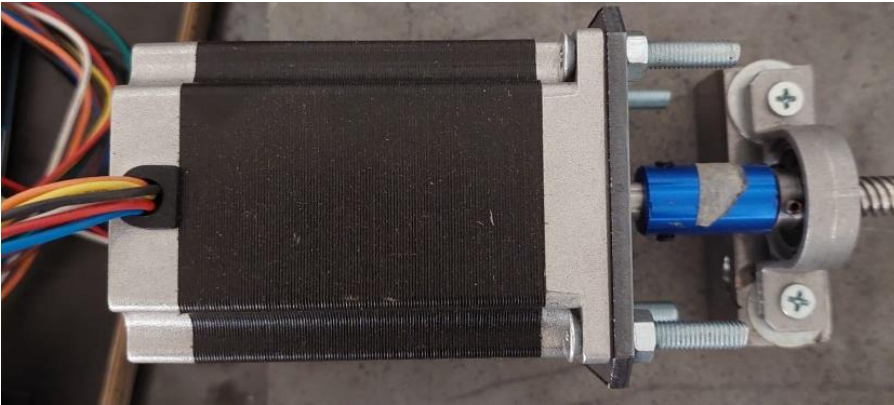
Soğutma ortamında soğutma işlemi basınçlı hava kullanılmaktadır. Basınçlı hava kaynağı olarak kullanılan kompresörün kapasitesi sistem açısından etkilidir. Soğutma işlemi esnasında hava akışının süreklilik arz etmesi gerekmektedir. Hava hattından gelen havanın basıncını stabil olarak amacıyla şartlandırıcıdan faydalanılmıştır. Böylece işlem sürecinde düzenli bir şekilde soğutma işlemi gerçekleştirildi.

Numune ön ve arka yüzeylerinin sıcaklıklarını kontrol etmek amacıyla termal kameralar kullanılmaktadır. Gerekli düzenlemeler yapılarak sıcaklık kontrolü yapılmaktadır. Sıcaklık kontrolünün en önemli amacı numunenin maruz kaldığı ortamlardaki bekleme süresinin tespitidir. Numunenin gerekli sıcaklığa çıkmak veya inmesi için belir bir süre beklemesi gerekmektedir. Bu süreç ilerle-bekle-ilk konuma dön-bekle şeklinde bir süreç ile açıklanabilir.



Şekil 3. Deney seti montaj görüntüsü

Numunenin hareketi esasında vidalı mil sisteminden faydalanılmaktadır. İki adet kayar yatak üzerinde bir tabla vidalı mil sayesinde hareket etmektedir. Kayar yataklar uygun yüzey özelliklerine sahip miller üzerinde hareket etmektedir. Hareket kaynağı olarak step motor (Nema23) kullanılmıştır (şahinrulman, 2024). Motor ile vidalı mil arasında kaplin ile hareket iletimi gerçekleştirilmektedir. Step motor kontrolü arduino (Uno) kart (www.arduino.cc, 2024) ve motora uygun sürücü ile sağlamaktadır. Bilgisayar ortamında yazılan kod kart ortamına aktarılmıştır. Kod ile motorun hareketi gerçekleştirilmektedir. Step motora gönderilen sinyal sayısı ve kod içindeki bekleme süreleri değiştirilerek numune hareketi değiştirilmektedir. Yapılan gözlemler sonucu hareket parametreleri değiştirilmekte ve sistem kullanılabilir hale gelmektedir. Ölçülen sıcaklık değerleri geri dönüt sağlamaktadır. Böylece istenilen deney koşullarına erişilmektedir.



Şekil 4. Step motor bağlantısı (Motor, kaplin, vidalı mil)

Deney süreleri uzun zaman alabilmektedir. Kurulan sistem çalışma süresi açısından stabilitesini bozmadan test sürecine devam etmektedir. Sistemde motor için standart bir adaptör yerine profesyonel bir güç kaynağına yer verilmiştir. Bir dizüstü bilgisayar ile sistem hareket parametreleri kararlı haline gelene denk kod üzerinde değiştirmeler yapılmıştır. Bilgisayarda batarya bulunduğu için elektrik kesintilerinden etkilenilmemektedir. Kompresör kapasitesi

büyük olduğunda belirli bir süre basınçlı hava sağlanmaktadır. Motor sürümünde kurulan sistemde bir güç kaynağı bulunmamaktadır. Isı kaynağında ise elektrikli bir ekipman dahil değildir.

3. BULGULAR

Üretimi yapılan deney düzeneğinde denemeler yapıldı. Test işlemlerinde değişkenler değerlendirildi. Deneme numunelerinde istenilen sıcaklık değerlerine erişildiği tespit edildi. Numunenin hareketi için geçen süreler ölçülerek optimum değerler belirlendi. Toplam hareket süresi üzerinden bir çevrim süresi belirlendi. İstenilen anda sistem durdurularak toplam çevrim sayısı tespit edildi.

Çalışma esnasında sistem sıcaklık değerleri kontrol edildi. Takribi çalışma sürelerinde sistemin tahribatına sebep olacak bir sıcaklık değeri gözlenmedi. Sistem çalışmasını güvenli sahada bitirebileceği gözlemlendi.

Testler esnasında özellikle basınçlı havanın belirli bir seviyede gürültü meydana getirdiği belirlendi. Sürekli olarak deney başında duran araştırmacıların kulak için güvenlik ekipmanları kullanmaları gerekebileceği fark edildi.

Numunenin üzerinde etkin bir alev odaklanması sağlanmasında lüle geometrisinin önemli olduğu ve denemeler ile karar verilmesi gerektiği gözlemlendi.

Termal kamera kullanımında kamera parametrelerinin seçiminin önemi parametre değişimi ile incelendi. Parametrelerin okunacak olan sıcaklık değerlerinde yüksek oranda etkili olduğu yapılan denemeler ile tespit edildi.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Termal şok test düzeneği test numunesinin istenilen sıcaklığa çıkarılıp ve ardından basınçlı hava ile soğutulması denenerek başarıyla devreye alınmıştır. Düzeneğin kritik olan ısı kaynağına yakın olan parçalarından ve numuneyi tutan parçaları, ısı iletkenlik katsayısı düşük olan malzemeden seçilmiştir. Numune yüzeyinin erişeceği sıcaklık değerleri numunenin alev önünde durma süresi ve soğutucu hava önünde kalma süresi değiştirilerek başarıyla sağlanmıştır.

Kurulan sistem ile denemeler yapıldı. Denemeler ile sistemin kararlı bir şekilde çevrimleri tamamladığı gözlemlendi. Toplam çevrim sürelerinde değişimler olmadan sonlandırıldı. Bu sayede toplam çevrim sayısı hesaplandı.

5. KAYNAKLAR

(2024, 10 01). www.ardunio.cc: <https://www.arduino.cc/> adresinden alındı

(2024, 10 01). şahinrulman: <https://www.sahinrulman.com/step-motor-nema-23-22nm/> adresinden alındı

Karaoglanli, A., Turk, A., Ozdemir, I., & Ustel, F. (2015). Comparison of Oxidation and Thermal Shock Performance of Thermal Barrier Coatings. *Materials and Manufacturing Processes*, 30(6), 717-723.

Kokini, K., DeJonge, J., Rangaraj, S., & Beardsley, B. (2002). Thermal shock of functionally graded thermal barrier coatings with similar thermal resistance. *Surface and Coatings Technology*, 154(2-2), 2-3.

Lee, D., Kim, T., Lee, K., & Kim, C. (2018). Thermal Shock Resistance of Bilayered YSZ Thermal Barrier Coating. *Journal of the Korean Ceramic Society*, 55(5), 452-460.

THE EFFECT OF COMPUTER GAMES ON INCREASING CYBER VIOLENCE USING DEEP LEARNING ALGORITHMS

Younes Fayand¹, Dr. Mohammad Ali Balafar², Reza Fayand³,

*¹PhD student in Artificial Intelligence, Department of Computer Science, Faculty of
Electrical and Computer Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran*

*²Professor of in Artificial Intelligence, Department of Computer Science, Faculty of
Electrical and Computer Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran*

*³Master student in Computer, Department of Computer Science, Faculty of Electrical and
Computer Science, University of Azad Islami Tabriz, Tabriz, Iran*

Abstract

With the development of computer systems, families are also involved in a new problem called cyber violence. Today, most children and teenagers are busy with computer games instead of traditional games, and families have less control over their behavior on social networks than in the past. One of the main problems of this way of life is the increasing cyber violence among young people and children. Managing and controlling this problem seems almost impossible without using smart systems. Using machine learning algorithms, especially deep learning, researchers have been able to achieve good results in preventing and detecting cyber violence caused by computer games. In this research, by using the combination of deep learning algorithms, we have been able to achieve better results than previous methods in detecting cyber violence in computer games. In this research, by using the combination of LSTM and CNN deep learning algorithms, we have been able to improve the evaluation criteria in the detection and even prevention of cyber violence.

Keyword: *Artificial Intelligence, Deep Learning, Machine Learning, Social Networks, CNN, LSTM Algorithm*

FLEXURAL RESPONSE OF FG-PLATES BASED ON A HIGHER ORDER THEORY

Slimane MERDACI¹, Adda HADJ MOSTEFA².

¹University of Sidi Bel-Abbes, Algeria, Structures and Materials,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8221-3760>

²University of Rélizane, Algeria, Structures and Materials,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0086-9280>

Abstract

A flexural response of functionally graded material (FGM) plates is carried out using multi quadric radial based functional based meshless method. The governing equations are based on the higher order shear deformation theory are obtained using energy principle. In present paper, the effects of significant parameters, such as gradation index, span to thickness ratio is obtained at transverse point load. The present paper mainly focuses on the analysis of FGM plates under point load.

Keywords: Point load; FGM; Plates; Meshless method; RBF; Flexural.

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CHANGING SOCIAL CULTURE AMONG STUDENTS

Younes Fayand¹, Dr. Mohammad Ali Balafar², Reza Fayand³

¹PhD student in Artificial Intelligence, Department of Computer Science, Faculty of Electrical and Computer Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²Professor of in Artificial Intelligence, Department of Computer Science, Faculty of Electrical and Computer Science, University of Tabriz, Tabriz, Iran

³bachelor student in Computer Science, Department of Computer Science, Faculty of Electrical and Computer Science, University of Azad Islami Tabriz, Tabriz, Iran

Abstract

With the ever-increasing development of technology, social relations have undergone many changes so that this effect can be seen in the daily interactions between people, families, schools and even between students. With the advent of artificial intelligence, these changes are taking place at a very fast speed. With the development of machine learning, especially deep learning, artificial intelligence has been able to enter all levels of people's lives and without people's knowledge, have a great impact on their identity and social culture. Today, with the intelligentization of equipment and the creation of intelligent intermediaries between humans and computers, the way of social interaction between people has changed significantly. In this research, various factors of artificial intelligence such as the development of computer games, social networks, smart artificial intelligence systems are stated and the factors affecting the social and emotional relationship of students and the changes in the interactions between them and the latest studies in this field are also stated.

Keyword: *Artificial Intelligence, Social culture, Machine Learning, Deep Learning*

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

SÜNİ İNTELLEKTİN TİBBDƏ TƏTBİQİ

QARDAŞBƏYOVA NAILƏ ADƏM QIZI, QULIYEVA ADİLƏ ADƏM QIZI

Naxçıvan Dövlət Universiteti, Orcid id 0000-0002-0199428

XÜLASƏ

Süni intellekt sürətlə inkişaf edən və cəmiyyətin müxtəlif sahələrinə dərin təsir göstərən bir sahədir. Süni intellekt (SI) tibbdə bir sıra müxtəlif sahələrdə tətbiq olunur və bu texnologiya həkimlərə, tibb işçilərinə və xəstələrə böyük faydalar təmin edir. Sİ-in bir çox tətbiq sahələri var. Sİ-tibbi görüntülmə (rentgen, MRT, KT və s.) vasitəsilə xəstəliklərin aşkarlanmasında istifadə olunur. Süni intellekt böyük məlumat bazalarını analiz edərək müəyyən xəstəliklərin inkişaf ehtimalını proqnozlaşdırmağa bilər. Tibbdə süni intellekt (Sİ) getdikcə daha geniş tətbiq olunur və müxtəlif sahələrdə inqilabi dəyişikliklər yaradır. Onun tətbiqləri həm diaqnostik prosesləri təkmilləşdirir, həm də müalicə üsullarını dəstəkləyir. Sİ, böyük həcmli sağlamlıq məlumatlarını təhlil edərək yeni nümunələr və əlaqələr aşkar edə bilər. Bu, həm tədqiqatlar üçün, həm də səhiyyə sistemlərinin təkmilləşdirilməsi üçün çox dəyərli bir vasitədir. Ümumilikdə, tibbdə süni intellektin istifadəsi səhiyyədə dəqiqliyi, sürəti və effektivliyi artırmaqla yanaşı, səhv ehtimallarını azaldır və xəstə baxımını təkmilləşdirir.

Açar sözlər: Süni intellekt, kompüter, rentgen, alqoritm, cərrahi robotlar, texnologiya

180

SUMMARY

Artificial intelligence is a field that is rapidly developing and has a profound impact on various areas of society. Artificial intelligence (AI) is applied in a number of different areas in medicine, and this technology provides great benefits to doctors, healthcare workers and patients. SI has many application areas. SI-medical imaging (X-ray, MRI, CT, etc.) is used to detect diseases. Artificial intelligence can predict the probability of developing certain diseases by analyzing large databases. Artificial intelligence (AI) is increasingly being used in medicine and is revolutionizing various fields. Its applications both improve diagnostic processes and support treatment methods. AI can discover new patterns and relationships by analyzing large volumes of health data. It is a valuable tool both for research and for improving healthcare systems. In general, the use of artificial intelligence in medicine increases accuracy, speed and efficiency in healthcare, reduces the likelihood of errors and improves patient care.

Keywords: Artificial intelligence, computer, x-ray, algorithm, surgical robots, technology

Süni intellekt (SI) — kompüterlərin və digər texnoloji sistemlərin insan zəka funksiyalarını təqlid etməsi ilə bağlı elmdir. Süni intellekt sahəsi maşın öyrənməsi, təbii dil emalı, görmə qabiliyyəti, robototexnika və digər sahələri əhatə edir. Süni intellekt sistemləri verilənləri təhlil edərək və öyrənərək qərar qəbul edə bilər, insanlarla ünsiyyət qura bilər və müxtəlif vəzifələri yerinə yetirə bilər.

Süni intellektin tətbiq sahələri olduqca genişdir. Onun köməyi ilə tibbi diaqnozlar qoyulur, avtomobillər avtomatik idarə olunur, səsli köməkçilər istifadəçilərə xidmət edir və çox sayda başqa işlər görülür. Süni intellektin inkişafı cəmiyyətə həm müsbət, həm də mənfi təsirlər edə

bilər. Müsbət tərəfdən, məhsuldarlığı artırır və insanların həyatını asanlaşdırır. Mənfi tərəfdən isə iş yerlərinin avtomatlaşdırılması və məlumat məxfiliyi kimi problemlər yarada bilər.

Süni intellektin inkişafı ilə bağlı etik və hüquqi məsələlər də böyük maraq doğurur. Məsələn, süni intellekt sistemlərinin qərarları necə qəbul etməsi, məsuliyyətin kimə aid olması və sistemlərin nə dərəcədə etibarlı olması kimi suallar aktuallaşır.

Ümumilikdə, süni intellekt sürətlə inkişaf edən və cəmiyyətin müxtəlif sahələrinə dərin təsir göstərən bir sahədir.

Süni intellekt (SI) tibbdə bir sıra müxtəlif sahələrdə tətbiq olunur və bu texnologiya həkimlərə, tibb işçilərinə və xəstələrə böyük faydalar təmin edir. Sİ-in bir çox tətbiq sahələri var.

Süni intellekt səhiyyədə də sürətlə qaydaları dəyişən yeniliklərlə qarşımıza çıxır. Süni intellektlə işləyən alətlər tibb mütəxəssislərinə xəstəliklərin diaqnostikasında, tibbi şəkilləri təhlil etməkdə və fərdi müalicə planlarını tövsiyə etməkdə kömək edir. Sİ-tibbi görüntülmə (rentgen, MRT, KT və s.) vasitəsilə xəstəliklərin aşkarlanmasında istifadə olunur. Alqoritmlər şəkilləri analiz edərək xərçəng, ürək-damar xəstəlikləri və digər ciddi xəstəlikləri erkən mərhələdə aşkar edə bilər. Bu sistemlər şişlərin və ya digər xəstəliklərin aşkar edilməsində radioloqlara kömək edir. Süni intellekt böyük məlumat bazalarını analiz edərək müəyyən xəstəliklərin inkişaf ehtimalını proqnozlaşdırır. Həmçinin modelləri böyük həcmli tibbi məlumatları təhlil edərək, bir insanın müəyyən xəstəliklərə (məsələn, diabet, ürək xəstəlikləri) tutulma ehtimalını proqnozlaşdırır. Elektron sağlamlıq qeydləri və xəstə məlumatları vasitəsilə süni intellekt potensial təhlükəli halları erkən müəyyən edə bilər.

Süni intellekt fərdi xəstələrin genetik məlumatlarını və tibbi tarixçələrini analiz edərək xüsusi müalicə planları hazırlaya bilər. Bu yanaşma daha effektiv və dəqiq müalicə nəticələrinə nail olmaq məqsədi daşıyır.

- SI, elektron sağlamlıq qeydlərini avtomatik olaraq təhlil edərək, xəstələrin tibbi məlumatlarının effektiv idarə olunmasını və təhlilini təmin edir. Bu, həkimlərə xəstələr haqqında tam məlumatı sürətlə əldə etməkdə kömək edir.

- Süni intellekt dərmanların daha sürətli kəşfi və sınaqdan keçirilməsi üçün istifadə olunur. Alqoritmlər mövcud məlumatları təhlil edərək yeni dərmanların hazırlanmasına və onların effektivliyinin öyrənilməsinə kömək edir. Süni intellekt texnologiyaları dərmanların kəşfi prosesini sürətləndirir. Bu texnologiya kimyəvi və bioloji məlumatları təhlil edərək potensial dərman maddələrini sürətli şəkildə müəyyən edir. Eyni zamanda, klinik sınaqların planlaşdırılması və icrasında da Sİ istifadə olunur.

Süni intellekt əsasında yaradılan virtual köməkçilər xəstələrə suallara cavab vermək, simptomları qiymətləndirmək və onlara uyğun məsləhətlər vermək üçün istifadə olunur. Bu, xəstələrin ilkin tibbi yardımını əldə etməsinə imkan verir.

Süni intellekt (SI) cərrahiyyədə getdikcə daha mühüm rol oynamağa başlayır və bu sahədə bir sıra inqilabi yeniliklərə səbəb olur. Cərrahi robotlar, süni intellektlə təchiz edilərək, cərrahların daha dəqiq əməliyyatlar aparmasına kömək edir. Sİ real vaxtda məlumatlar təqdim edir və cərraha əməliyyat zamanı riskləri minimallaşdırmaqda yardım edir. Məsələn, robotik sistemlər minimal invaziv cərrahiyyə üçün dəqiqliyi artırır. Sİ-nin cərrahiyyədəki əsas rolları aşağıdakılardır: - Süni intellekt idarə olunan robotlar cərrahiyyə əməliyyatlarında istifadə olunur, bu da əməliyyatların dəqiqliyini və təhlükəsizliyini artırır. Robotlar həkimlərin nəzarəti altında daha mürəkkəb əməliyyatları yerinə yetirə bilərlər. Bu tətbiq sahələri süni intellektin tibbdə getdikcə daha geniş yayılmasına və onun insan sağlamlığına daha çox fayda verməsinə səbəb olur. SI sistemləri böyük miqdarda tibbi verilənləri təhlil edərək həkimlərə diaqnostika

prosesində kömək edir. Bu sistemlər xəstələrin tibbi tarixi, laboratoriya analizləri və görüntüləmə nəticələri əsasında daha dəqiq diaqnozlar qoya bilir və cərrahiyyə qərarlarını dəstəkləyə bilir. Robotlaşdırılmış cərrahiyyə də isə süni intellekt robotların cərrahiyyə əməliyyatlarını daha dəqiq və minimal invaziv üsullarla həyata keçirməsinə imkan yaradır. Robot cərrahiyyə sistemləri SI-nin köməyi ilə cərrahın hərəkətlərini təhlil edir və dəqiqliklə təkrarlayır, bu da əməliyyatların uğurla icra olunmasını təmin edir. Məsələn, "da Vinci" kimi robotik cərrahiyyə sistemləri süni intellekt texnologiyasını istifadə edərək cərrahlara dəstək olur.

Süni intellekt əməliyyat planlarının hazırlanmasında mühüm rol oynayır. O, cərrahiyyə öncəsi mərhələdə virtual simulyasiyalar və modellər vasitəsilə əməliyyatların nəticələrini proqnozlaşdırmağa kömək edir. Bu yanaşma ilə cərrahlar riskləri azaldaraq əməliyyatın daha yaxşı planlaşdırılmasına nail olurlar. Əməliyyatdan sonra isə xəstələrin reabilitasiya prosesini izləyir və fərdi bərpa proqramları hazırlayır. Bu sistemlər xəstələrin vəziyyətini daima monitorinq edərək, lazımi məqamda həkimlərə məlumat verir və bərpa prosesini optimallaşdırır.

Süni intellekt həmçinin cərrahların və tibb tələbələrinin təhsilində də istifadə olunur. Virtual reallıq və simulyasiya texnologiyaları ilə birləşən Sİ, cərrahiyyə əməliyyatlarının təhlükəsiz mühitdə təkrarən öyrənilməsinə imkan yaradır. Beləliklə, süni intellekt cərrahiyyədə daha geniş tətbiq olunduqca, bu sahədə həm təkmilləşmə, həm də daha mürəkkəb etik və hüquqi məsələlər ortaya çıxır. Lakin onun potensialı artıq cərrahiyyə əməliyyatlarının keyfiyyətini və təhlükəsizliyini artırmaqda əhəmiyyətli rol oynamaqdadır. Bu tətbiq sahələri süni intellektin tibbdə getdikcə daha geniş yayılmasına və onun insan sağlamlığına daha çox fayda verməsinə səbəb olur.

Son zamanlar süni intellekt texnologiyalarını təkcə həkimlər üçün deyil, həm də xəstələr üçün həllər yaratmaq üçün tətbiq etmək cəhdlərinə daha çox diqqət yetirilir. Məsələn, Britaniyanın Your.MD şirkətinin 2015-ci ilin noyabrında istifadəyə verilmiş mobil tətbiqini göstərmək olar. Bu proqram süni intellekt, maşın öyrənməsi və təbii dil emal texnologiyalarından istifadə edir. Bu, xəstəyə sadəcə olaraq, məsələn, "Başım ağrıyır" deməyə və sonra smartfondan izləmə tövsiyələrini və ekspert məsləhətini almağa imkan verir. Bunun üçün Your.MD süni intellekt sistemi eyni Your.MD tərəfindən yaradılmış dünyanın ən böyük simptomlar xəritəsi ilə birləşdirilir. Burada identifikasiyası 350 min saatdan çox vaxt aparan 1,4 milyon simptom nəzərə alınır. Hər bir simptom Britaniya səhiyyə sistemində mütəxəssis tərəfindən yoxlanılıb. Süni intellekt smartfon sahibinin unikal profilinə əsaslanaraq ən uyğun simptomu seçir.

Sİ, böyük həcmli sağlamlıq məlumatlarını təhlil edərək yeni nümunələr və əlaqələr aşkar edə bilir. Bu, həm tədqiqatlar üçün, həm də səhiyyə sistemlərinin təkmilləşdirilməsi üçün çox dəyərli bir vasitədir. Ümumilikdə, tibbdə süni intellektin istifadəsi səhiyyədə dəqiqliyi, sürəti və effektivliyi artırmaqla yanaşı, səhv ehtimallarını azaldır və xəstə baxımını təkmilləşdirir.

Ədəbiyyat

1. Kordon Arthur K. Applying Computational Intelligence: How to Create Value. Heidelberg: 2010, 447 p. 3
2. Bitter, C. D. Elizondo and T. Watson, "Application of artificial neural networks and related techniques to intrusion detection", The 2010 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2010.
3. Chraa S. "Network Centric Warfare and Defence Industrial Implications", Journal of Defense Studies & Resource Management, vol. 01, no. 02, 2012

CRUNCHY FISH SNACK BASED ON FISH SCALES**Danial Jauhari Sidar & Faiz Asmaan Hamizan Rujili****Culinary Arts Department, Keningau Vocational College, Sabah, Malaysia****Abstract**

This project intends to create crunchy fish scale-based snack product offering a sustainable and health-conscious alternative to traditional crackers. Targeted at individuals aged 8-45, this eco-friendly snack is rich in collagen, protein, and minerals, making it ideal for those focused on wellness. The key partners for the business include fish markets for raw materials, spice suppliers, and major retailers like 7-Eleven. Key activities span the production process—grinding, mixing, forming, and frying the fish scale crackers. Marketing efforts are concentrated on social media platforms and participation in food expos. Distribution channels include online sales through Shopee and TikTok Shop, as well as partnerships with restaurants and cafes. This project ensures quality customer relations by maintaining responsive service and offering bulk purchase discounts. Revenue streams consist of direct product sales and selling business molds to entrepreneurs.

Keywords: eco-friendly snack, fish scale crackers, collagen,

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A HYDRAULIC BEARING REMOVAL MACHINE

Nur Alia Ayuni Muahamad Husrin, Dylan Ivander Lucas,

Mohd Adyzaidee Mohd Jaidin

Welding Technology Programme, Keningau Vocational College, Keningau, Sabah

Abstract:

This project focuses on the design and development of a compact hydraulic bearing removal machine aimed at simplifying and improving the bearing removal process in various mechanical devices such as car engines, washing machines, refrigerators, and electric motors. Conventional bearing removal machines are large, heavy, and difficult to handle, often making the process labor-intensive, time-consuming, and hazardous. To address these issues, we designed a smaller, lighter, and more portable hydraulic machine that enhances both safety and efficiency. The objectives of this project were twofold: first, to expedite the bearing removal process with less manpower, and second, to ensure the procedure is safe, preserving both the machine and the bearing's integrity. The project followed a structured process, starting with sketching the design, gathering materials, cutting and welding components, and finally assembling the machine. Additionally, the machine features small tires for easy mobility during use. To evaluate the machine's performance, we conducted a 5-point testing evaluation with a panel of five welding experts, who provided insights based on their expertise. The compact design successfully achieved its goals, improving ease of handling and reducing occupational risks during maintenance and repair work.

Keywords: Hydraulic bearing removal machine, compact design, welding, mechanical devices, maintenance, safety, efficiency, bearing removal

FABULOUSLY FLAVORED FACIAL: A FACIAL CREAM MADE OF LEMON, COFFEE AND HONEY

Avy Chascy Teo Fung Seh

Abstract

This innovative blend is a thoughtfully crafted combination of three powerful natural ingredients: coffee grounds, honey, and lemon. Each component brings its own unique benefits to the mix, resulting in a skincare solution that effectively addresses multiple concerns. The exfoliating power of coffee grounds lies in their ability to gently remove dead skin cells, revealing the fresh, healthy skin beneath. This natural exfoliant not only helps to smooth the skin's texture but also stimulates circulation, which can contribute to a more radiant and revitalized appearance.

Complementing the coffee grounds, honey serves as a deeply moisturizing agent. Known for its humectant properties, honey helps to lock in moisture, keeping the skin hydrated and supple. Its natural antibacterial and anti-inflammatory qualities also aid in soothing and calming the skin, making it an ideal ingredient for those with sensitive or irritated skin.

Lemon, the final component of this blend, offers clarifying and brightening effects. Rich in vitamin C and antioxidants, lemon helps to reduce the appearance of dark spots and blemishes, promoting a more even skin tone. Its natural astringent properties can also help to tighten pores and reduce excess oil, making it particularly beneficial for those with oily or acne-prone skin.

Together, these ingredients work harmoniously to create a skincare solution that not only exfoliates and hydrates but also enhances overall skin clarity and radiance. Regular use of this blend can lead to a healthier, more glowing complexion, as it addresses key skincare concerns through the combined power of nature's finest ingredients.

Keywords: exfoliating, moisturizing, dead skin

**ANTI MICROBIAL ACTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF
ESSENTIAL OIL FROM MEDICINAL PLANT****CHOUITAH O. 1*****1 BGMSS, Equipe valorisation therapeutique Bioconversion, Microbiological engineering
and health Security Universite de Mascara - 29000, Algerie****Centre de recherche CNRST Rabat.****Abstract**

Although many pathogens can cause foodborne illnesses. These may also be Potential bioterrorism agents for food sources. The aim of this study is the used of bioactive compounds of essential oil from *glycyrrhiza glabra* leaves like antimicrobial activity and describes the chemical composition of essential oil . The essential oil of *Glycyrrhiza glabra* leaves was obtained by hydrodistillation and analyzed by GC and GC-MS. Other parameters such as refractive index, optical rotation; density, polarimetric deviation;freezing point and Solubility in ethanol are also measured. The main hydrocarbon and oxygen containing compounds were: Isoniazid (15.36 %) ; Diethyltoluamide (7.56 %), Benzoic acid (937 %), Benzene (4.58%), Linalool (2.25 %), Prasterone (5.63 %), Warfarin (1.43 %), Iodoquinol (1.90 %), Phenol, 4-(2-aminopropyl)(1.30 %). The antibacterial activity of the oil was determined using the agar diffusion method and it was found that it was active against *Escherichia coli* (ATCC 25923), *Salmonella typhimurium* (ATCC14028), *Staphylococcus aureus*(ATCC-29213) ,*Bacillus subtilis* (ATCC-6633) , *Escherichia coli* (G-)(ATCC 35218) and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853).

186

Key Words: *food safety, Essential oil, antimicrobial activity.*

CONTEXTUALIZING PEDAGOGY IN PAKISTAN ADAPTING TEACHING APPROACHES FOR A DIVERSE SOCIETY

MUHAMMAD FAISAL

MIS/IT Specialist in Ministry of Safron Pakistan

Former Director (HRIMS), Ministry of Human Rights Commission, Pakistan.

ORCID: 0000-0002-5797-766X

ABSTRACT

Dr Muhammad Faisal well defined about the Pedagogy in Pakistan, as the theory and practice of teaching and learning, holds particular significance when contextualized within Pakistani society. Given Pakistan's unique socio-political landscape, cultural diversity, and educational challenges, pedagogy must be carefully adapted to meet the needs of students across varying backgrounds and environments. Pakistan is home to a variety of ethnic groups, languages, and cultural traditions. A pedagogy tailored to this diversity must embrace multilingualism, recognizing the significance of teaching in both local languages and in English (as is often emphasized). Instructors can employ pedagogical approaches that incorporate cultural narratives and examples to create relatable learning experiences. In a country where Islam deeply influences values and ethical systems, pedagogy should be sensitive to moral education while aligning with the national curriculum. Lessons can integrate ethical perspectives and contribute to character development alongside skill-based learning. With significant socioeconomic divides, pedagogy in Pakistan must address both elite private schooling and the vast public-school system, where resources and access to technology vary greatly. An equitable approach would involve adopting differentiated instruction to cater to both underprivileged students and those with more resources. Teachers in rural or underdeveloped areas might need to apply more interactive, resource-light teaching techniques. Curriculum changes often reflect the political climate in Pakistan, with frequent revisions based on ideological or nationalistic agendas. Teachers play a critical role in ensuring that pedagogical approaches remain neutral, critical, and inclusive, helping students develop independent thought rather than simply following political mandates. Recognizing the different learning needs, styles, and developmental stages of students is vital in the Pakistani classroom. For example, in a society where rote memorization is commonly practiced, shifting towards more inquiry-based, participatory pedagogical models can foster critical thinking and problem-solving abilities. With increasing awareness of mental health issues in Pakistani society, pedagogy must evolve to include approaches that consider students' psychological well-being. Teachers can implement strategies that create a supportive, stress-free environment, particularly in exam-heavy, high-pressure systems. Although this method emphasizes critical thinking and dialogue, it is rarely practiced in traditional classrooms. However, it can be a powerful tool in higher education or in elite private schools where teachers have more flexibility to engage students in discussion-based learning. In public schools, where large class sizes and strict curricula are the norm, adaptation may require more structured, guided questioning to encourage reflective thinking. Many schools still follow a traditional teacher-centered approach with an emphasis on direct instruction, memorization, and standardized testing. However, progressive pedagogical approaches—where learning is student-led and collaborative—can help better

prepare Pakistani students for modern careers and global citizenship. In urban private schools, there is already a shift towards project-based learning, flipped classrooms, and technology integration. In a country with high unemployment and a need for marketable skills, vocational education has gained importance. Teachers in vocational institutes must adopt pedagogy that focuses on hands-on learning and real-world application, ensuring that students can immediately apply what they learn in the workforce. On the other hand, schools and universities focusing on liberal education may aim to cultivate a broader set of skills, including critical thinking, communication, and ethical reasoning. Pedagogy in such settings should emphasize interdisciplinary learning and the development of the whole person. A significant barrier to effective pedagogy in Pakistan is the lack of comprehensive teacher training. Teachers, especially in rural areas, often lack exposure to modern pedagogical theories. Offering more professional development opportunities and training workshops in innovative pedagogical practices would greatly enhance the quality of teaching. With the rise of digital literacy and online learning platforms, Pakistani pedagogy can incorporate blended learning models. This is particularly useful in remote areas where schools are under-resourced, as mobile technology can help bridge educational gaps. Pedagogy in Pakistan must balance between traditional approaches and progressive innovations, adapting to the cultural, social, political, and psychological needs of students. By considering these contexts, teachers can foster environments that support critical thinking, equitable learning, and the holistic development of students across the country. The goal should be to empower learners not just to acquire specific skills but to become engaged, informed citizens.

Keywords: Pedagogy, varying, relatable, underprivileged, exam-heavy, flipped, blended.

NEWBORN SCREENING PROGRAMS AND THEIR IMPORTANCE

YENİDOĞAN TARAMA PROGRAMLARI VE ÖNEMİ

Emel AVÇIN¹¹Öğr. Gör. Dr., Yalova Üniversitesi, SHMYO, 0000-0002-8867-4039**Özet**

Yenidoğan dönemi, gebelik haftasına bakılmadan her bebeğin doğumdan sonraki ilk 28 gününü kapsamaktadır. İlk 28 gün bebeğin anneye olan ihtiyacının fazla olduğu ve gerçekleşen doğum eyleminden sonra yenidoğanın dış ortama uyum sağlamaya çalıştığı süreçtir. Bu süreçte bebeğin sağlık durumunun yakından izlenmesi kritik önem taşımaktadır. Bu nedenle, yenidoğan bebeklerin hayata daha sağlıklı başlamaları adına tarama programları uygulanmaktadır. Yenidoğan tarama programları, yenidoğanın doğumdan sonraki ilk birkaç saatinde veya sonraki günlerinde meydana gelebilecek önemli sağlık problemlerini önleme potansiyeline sahip olduğu için önemli bir yer tutan koruyucu sağlık hizmetleridir. Yenidoğan tarama programları, görülme sıklığı yüksek olan, erken dönemde belirti göstermeyen, tedavi edilebilir veya müdahale edilmediğinde kalıcı sekel bırakan hastalıkların erken tespit edilmesini amaçlar. Bu programlar, mortalite ile morbiditeyi önlemek amacıyla yürütülmektedir. Türkiye’de Sağlık Bakanlığı’nın protokolünde yenidoğanlara yapılmakta olan Neonatal Tarama Programı (NTP), Yenidoğan İşitme Tarama Programı (YİTP), Yenidoğan Görme Tarama Programları (YGTP) ve Gelişimsel Kalça Displazisi (GKD) mevcuttur. Bu programlar, pek çok çocuğun yaşama sağlıklı başlamasını sağlamakta ve ülke genelinde sistemli bir biçimde uygulanmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı NTP kapsamında yenidoğan döneminde alınan topuk kanı ile Fenilketonüri, Kistik Fibrozis, Konjenital Hipotiroidi, Biyotidinaz Eksikliği, Konjenital Adrenal Hiperplazi ve Spinal Musküler Atrofi (SMA) hastalıkları taranmaktadır. Türkiye’de 2023 yılı içerisinde canlı doğmuş olan bebek sayısı 958.408’dir. Bu yenidoğanların yaklaşık 4.500’ü ulusal tarama programı sayesinde pozitif sonuç alan hastalıklarının sonuçlarından korunabilmekte ve gelişebilecek engellilikleri önlenebilmektedir. Ancak Türkiye’de akraba evliliklerinin sık olmasına bağlı Fenilketonüri (FKÜ) sıklığı 1/3.500-4.000 canlı doğumda, Konjenital hipotiroidi (KH) 1/2700 canlı doğumda, Konjenital Adrenal Hiperplazi yaklaşık 1/14.000-18.000 canlı doğumda, Kistik Fibrozis insidansı 1/2.500-3000 canlı doğumda ve Biyotinidaz Eksikliği 1/11.000 canlı doğumda karşılaşılmaktadır. Spinal müsküler atrofi (SMA) tanılı bebek oranının Sağlık Bakanlığı 2022 verilerine göre; ülkemizde toplamda 3 bin civarı olduğu tahmin edilmektedir. Yenidoğan tarama programlarının etkin biçimde sürdürülebilmesi için tarama testlerinin zamanında yapılmasını sağlama, bunun için ailelere taramalar hakkında doğru ve güncel konularda bilgilendirme yapma, postpartum annelerin taburculuk sonrası taramaları yaptırıp yaptırmadığına dair izlemine gerçekleştirme, verileri kayıt altına alma, tanı konulmasını takiben bireyselleştirilmiş tedavi ve bakım girişimlerini sürdürme pediatri hemşirelerinin ve aile sağlığı merkezlerinde çalışan hemşirelerin sorumluluğundadır.

Anahtar kelimeler: Tarama, Topuk kanı, Yenidoğan

Abstract

The neonatal period covers the first 28 days after birth for every baby, regardless of the gestational week. The first 28 days are the period when the baby's need for the mother is high and the newborn tries to adapt to the external environment after the birth. In this process, it is critical to closely monitor the health status of the baby. For this reason, screening programs are implemented for newborn babies to start life in a healthier way. Newborn screening programs are preventive health services that have an important place as they have the potential to prevent important health problems that may occur in the first few hours or days after birth. Newborn screening programs aim at early detection of common diseases that are asymptomatic in the early period, treatable or leave permanent sequelae if not intervened. These programs are carried out to prevent mortality and morbidity. In Turkey, the protocol of the Ministry of Health includes the Neonatal Screening Program (NTP), Newborn Hearing Screening Program (YİTP), Newborn Vision Screening Program (YGTP) and Developmental Hip Dysplasia (DDH). These programs ensure that many children are healthy and are systematically implemented at the national level. Within the scope of the Ministry of Health of the Republic of Turkey NTP, heel prick blood collected during the newborn period is used to screen for Phenylketonuria, Cystic Fibrosis, Congenital Hypothyroidism, Biotinidase Deficiency, Congenital Adrenal Hyperplasia and Spinal Muscular Atrophy (SMA). The number of live-born babies in Turkey in 2023 is 958,408. Thanks to the national screening program, approximately 4500 of these newborns can be protected from the consequences of diseases with positive results and prevent disabilities that may develop. However, due to the frequency of consanguineous marriages in Turkey, the incidence of Phenylketonuria (PKU) is 1/3,500-4,000 live births, Congenital Hypothyroidism (CH) 1/2700 live births, Congenital Adrenal Hyperplasia 1/14,000-18,000 live births, Cystic Fibrosis 1/2500-3000 live births and Biotinidase Deficiency 1/11,000 live births. According to the Ministry of Health 2022 data, the rate of babies diagnosed with spinal muscular atrophy (SMA) is estimated to be around 3 thousand in total in our country. It is the responsibility of pediatric nurses and nurses working in family health centers to ensure that screening tests are performed in a timely manner for the effective continuation of newborn screening programs, to inform families about accurate and up-to-date information about screening, to monitor postpartum mothers after discharge, to record data, and to continue individualized treatment and care interventions following diagnosis.

Keywords: Screening, Heel prick, Newborn

1. YENİDOĞAN TARAMALARININ TANIMI, ÖNEMİ ve ÖZELLİKLERİ

Tarama testleri toplumda asemptomatik belirli bir hastalığa sahip olma durumunu ya da ihtimalini ortaya çıkarmak amacıyla yapılan tıbbi işlemler bütünüdür. Sağlık hizmeti sağlayıcıları, etkili bir tedavinin olduğu hayatı tehdit eden bir hastalığın erken teşhisinin olumlu bir eylem olduğunu kabul etmektedirler (Givler ve Givler, 2021).

Yenidoğan taramaları, toplumda sık görülen, yenidoğan döneminde belirti veren metabolik ve endokrin hastalıklarının oluşturacağı sağlık sorunlarını, erken dönemde belirti vermeyen bu hastalıkların neden olacağı ekonomik yükü önlemek, akraba evliliklerinin yapılmasını en aza indirmek, ebeveynlere genetik danışmanlık hizmeti sunmayı amaçlamaktadır (Akova vd., 2022).

Bütün ülkeler yenidoğan bebeklerin sağlıklı bir yaşama sahip olması için tarama programları uygulamaktadır (Icke ve Genc, 2017). Yenidoğan taraması, tarama, tanı, yönetim, gelişim ve eğitimden oluşan bir halk sağlığı sistemidir. Yenidoğan taramasının ana amacı

etkilenmiş bebeklerin erkenden tanınmasıyla ortaya çıkması muhtemel sağlık sorunlarının önlenmesidir. Tanısı konulmamış çocuklarda zeka geriliği, ciddi sağlık sorunları meydana gelebilir. Bazı konjenital, metabolik, endokrin, hematolojik ve genetik durumların erken tespit edilmesi ve zamanında müdahale edilmesi mortalite ve morbiditede önemli azalmalara neden olur(TUSEB, 2021).

Yenidoğan taraması sadece filtre kağıda kan alınması ve test edilmesi değil, örnek alımından, test edilip, sonuçların analizi, ailelerle paylaşımı, gerekli olması halinde diğer testlerin yapımı, tedavi ve uzun süreli takibi içeren olaylar toplamıdır. Taranan hastalıklar halk sağlığı sorunu olduğundan dolayı tarama faaliyetlerinden devletler sorumludur. Devletlerin ana sorumluluğu her bebeğin taranmasında eşit şansa sahip olmasını sağlamak ve yapılan taramaların sonuçlarının takibidir (Berry, 2015).Yenidoğanın doğumundan sonraki 48-72 saatte yapılacak taramalarla tanı konan yenidoğanlarda tedavi oldukça basit ve etkin olabilir iken, tanı ve tedavide geç kalınması nörolojik sekeller ve ölümle sonuçlanabilmektedir (Evcili vd., 2017).

Bir hastalığın tarama programına alınması hususunda bazı temel ilkeler mevcuttur. Bunların bazıları şunlardır; ilgili hastalığın toplumda sıkça görülmesi, taranabilmesi noktasında laboratuvar şartlarının uygun ve yeterli düzeyde olması, hastalığın vücutta belli bir biçimde yavaş yavaş ilerlemesi, hastalığın ne şekilde tedavi edileceğine ilişkin uzmanlarca bir prosedürün belirlenmiş olması ve muhemel maliyetinin de ne olacağıdır (Berry, 2015). Türkiye’de akraba evlilikleri sıkça görülmektedir ve bu duruma bağlı olarak ise metabolik hastalıklarda görülme sıklığı yükselmektedir (Zeybek, 2003). Ülkemizde Sağlık Bakanlığı’nın mevcut protokolünde yenidoğanlara uygulanan Neonatal Tarama Programı (NTP), Yenidoğan İşitme Tarama Programı (YİTP), Yenidoğan Görme Tarama Programları (YGTP) ve Gelişimsel Kalça Displazisi (GKD) bulunmaktadır. Bu tarama programları, pek çok çocuğun hayata sağlıklı başlamasını sağlamak ve ülke genelinde sistemli bir biçimde uygulanmaktadır (Green vd., 2006).

2. YENİDOĞAN TARAMA PROGRAMLARININ TARİHÇESİ

Yenidoğan tarama programlarının tarihsel gelişimine bakıldığında 1934’te fenilpirüvik asitle öğrenme güçlüğü arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmasının ardından tarama programları düşüncesi ortaya çıkmıştır. 1937 yılında Jervis ve arkadaşları, Fenilketonürinin (FKÜ) sebebini, fenilalanin (Phe)'yi tirozine dönüştürememesi ile neticelenen eksik fenilalanin hidrosilaz aktivitesi şeklinde açıklamışlardır (Donlon vd., 2004). 1959’da Dr. Robert Warner ve Dr. Robert Guthrie’nin araştırmalarının neticesinde basit seviyede, bakteriyolojik inhibisyona bağlı olan bir test geliştirilmiştir. 1961’de ise bu testi daha da basitleştirilmesi ve bütün yenidoğan bebeklerin taranması adına ilgili çalışmalara başlanmıştır. 1963’te bu çalışmalara ait sonuçlar yayınlanmış ve 1965’te ABD’nin yirmi yedi eyaletinde yenidoğan bebekler FKÜ yönünden taranmaya başlanmıştır (Tarini, 2007; Wilcken ve Wiley, 2015).

Yıllar içinde yenidoğan taraması basit kan testiyle tanı konan tek hastalıktan, daha karışık yöntemlerle test edilen 50 farklı hastalığa genişlemiştir(Hsia vd., 1964). 1990’lı yıllarda Tandem Kütle Spektrometrisi (Tandem Mass Spectrometry)’nin yenidoğan taramalarında faydalı olabileceği kanıtlanmıştır (Tarini, 2007). Bu yöntemin artısı aynı kan damlası ile önceki tekniklere göre 4 kat daha fazla hastalığın taranmasına izin vermesidir(Wilcken ve Wiley, 2015). Son yıllarda ise DNA analiz yöntemleri yükselişe geçmekte, bu sayede genetik mutasyonlara bağlı yüzlerce potansiyel hastalık taranabilecektir (Erdem, 2019).

Türkiye’de ise 1983’te Fenilketonürü görülme sıklığını belirleyebilme amacıyla bir pilot araştırma başlatılmış, bu insidansın yüksek düzeylerde olduğu tespit edilmiş ve 1986’dan itibaren de Sağlık Bakanlığı’nın yaptığı çalışmalarla otuz altı ilde tarama programları

yürütölmeye başlanılmıştır. 1993 yılından itibaren de bu program, bütün illerde tatbik edilmiştir. Bu uygulamanın ulusal tarama programına dönüştürölmesi de 1994'te gerçekleştirilmiştir (Tezel vd., 2014). İlgili tarama programına 2006'da Konjenital Hipotroidi, 2008 yılında Biotinidaz Eksikliği, 2015 yılında ise Kistik Fibrozis eklenmiştir. Konjenital Adrenal Hiperplazi (KAH) pilot çalışmaları 2017 yılında başlanmış olup 2022'de bütün illerde yaygınlaştırılmıştır. Mayıs 2022 tarihi itibariyle de Spinal Müsköler Atrofi (SMA) tarama programına ilave edilmiştir (TUSEB, 2022).

3. GENİŞLETİLMİŞ TARAMA PROGRAMI

Yenidoğan taramaları ile belirlenen hastalıkların sadece bu dönemde semptom vermesi vekendine özgü tedavi yöntemlerinin uygulanması ile ileri ki dönemde sağlıklı birey olmalarına olanak sağlamaktadır. Bu yüzden yenidoğan taraması zorunlu halk sağlığı programıdır (Joseph,2017; Arslan, 2010). 1960'lı yıllarda hastalıkların önemli belirtisi olan mentalretardasyonu azaltmak ve oluşmasını engellemek amacıyla ilk yenidoğan taramalarıbaşlamıştır. Taramaların yeni başladığı bu dönemde geleneksel yöntemler kullanılarak hastalıklar taranmıştır. İlerleyen bilimin ve teknolojinin ışığında 1990'lı yıllarda yenidoğan tarama programlarının genişletilmesine ve tıbbi olanakların artmasına zemin oluşturmuştur. Bu amaçla genişletilmiş yenidoğan tarama programı kapsamında ilk etapta gelişmiş ölkelerdebaşlayarak MS/MS yöntemi kullanılmaya başlanmıştır (Marsden vd., 2006). Yenidoğandan topuk kan numunesinin Guthrie kağığına damlatılarak alınması ve uygun şartlarda kurutulması ile alışan MS/MS testi hızlı, doğru, kesin tanımlar yaptığı tespit edilmiştir. MS/MS testinin çalışma sistemi bir çarpışma odasıyla birbirinden ayrılmış ardışık olan iki kütle spektrometrisinden oluşmaktadır (Yahyaoui vd., 2020). Bu yöntemleyenidoğan döneminde rastlanan 30 metabolik hastalığın taranması sağlanmış, 2006 yılındatestin geliştirilmesi ile 50'den fazla metabolik hastalığın taranmasına olanak sağlamıştır (Bakar,2012). MS/MS yöntemi ile test sonucunun yanlış olma ihtimali en aza inmiş, etaboli sonuçlarda ailede güven oluşturmuş ve test tekrarı olmadan tek bir yöntemle oksayıda etabolic hastalıkları tespit edebilecek duruma gelmiştir (Arslan, 2010).

4. YENİDOĞAN TARAMA PROGRAMI KAPSAMINDA TARANAN METABOLİK HASTALIKLAR

Ölkemizde ve diğer ölkelerde yenidoğan taramalarıyla belirlenen hastalıkların görölme prevalansına, ölkelerin politikalarına göre belirlenmektedir. Bu yüzden ölkede genelde tek tip bir uygulama görölmemektedir (Watson vd., 2006). Yapılan bu taramalarla 30'dan fazla hastalıkteşhis edilmektedir. Dünya'da yenidoğan taramaları kapsamında değerlendirilen hastalıklar çeşitlilik göstermektedir. Örneğin; fenilketonüri, konjenital hipotroidi, kistik fibrozis, biyotinaz eksikliği, Akçaağaç şurubu Hastalığı, orak hücreli anemi, müsköler distrofiler, yağasidi emilim bozuklukları, tirozinemi vb. hastalıklar bulunmaktadır. Dünya'da US Department of Health and Human Services and the American College of Medical Genetics and Genomics (ACMG), taramaların zorunlu hale getirilmesini önermiştir.

Türkiye'de ise yenidoğan tarama programıyla saptanan hastalıklar;

- fenilketonüri,
- konjenital hipotroidi,
- kistik fibrozis,
- biyotinaz eksikliği,
- konjenital adrenal hiperplazi,
- Spinal Müsköler Atrofi (SMA) dir (TCSB,2022).

5. YENİDOĞAN TARAMA PROGRAMINDA İŞLEM BASAMAKLARI

Yenidoğan taramaları, ilgili hastalıkların erken dönemlerde tespit edilerek gereken tedavinin en kısa süre içerisinde başlanması amacıyla yapılmaktadır. Ancak tanıya yardımcı olacak belirleyiciler ise farklı zamanlarda oluşabilmektedir. Örneğin; FKU yaşamın ilk sekiz saatinde tespit edilebilir iken, KH ve KAH için yaşamın ilk yirmi dört saatinde alınan kan genellikle testin tekrarlanması gerektirir. Hayatı tehdit eden bu hastalıkların çoğu ilk iki haftanın içinde ortaya çıkmaktadırlar. Kan örneği alma adına en uygun zaman üçüncü ve beşinci günler olmakla beraber doğan her bebeği tarama açısından bebeğin hastaneyi terk ettiği son anda kan örneğinin alınması tavsiye edilmektedir (Durieux-Smith, 2011). Prematüre doğan bebeklerde tarama için topuk kan numunesi doğumdan sonra 48-72. Saatler arasında alınmalıdır. Bu süre içerisinde yenidoğan beslenerek vücutta metabolize olmayan maddeler kanında birikmiş olacaktır. Prematüre bebeğin hastanede izlem süresi 14 günden fazla ise taburculuk işlemlerinden önce topuk kan örneği tekrarlanmalıdır. Hastane takibi 1 aydan uzunsüren prematüre bebeklerin birinci ayda kan örneği tekrar alınması gerekmektedir (Fabie vd., 2019).

Topuk kan örneği almadan önce tarama konusunda ebeveynler bilgilendirilmeli ve numune formunda "Ebeveyn Rıza" beyan bölümü mutlaka kanı alınan veya alınması istenmeyen her bebek için doldurularak ailelere imzalatılmalıdır. Ailenin ve bebeğin kişisel bilgileri (kimlik numarası, iletişim bilgileri, bebeğin doğum yeri, saati, tarihi, ağırlığı, gebelik haftası, kan örneği alınan saati, alındığı kurum, hemşire adı, özeltedavileri vb.) silinmeyen koyu renk siyah tükenmez kalem ile bilgiler doldurulmalı ve ebeveynler tarafından 2 kez kontrol edilmelidir (Büyük, 2014). Numune kartları örnek alınmadan önce kontrol edilmelidir. Bu kartlar güneş ışığından uzak, temiz ve kuru ortamda saklanmalıdır. Deforme olmuş tarama kartları kullanılmamalıdır (Icke ve Genc, 2017).

Kan alınacak bölgede kanın akışını artırmak için ılık bir havlu ya da avuç içiyle topuk ısıtılabilir, bebeğin ayağı kalp seviyesinin altında tutulabilmektedir. Tarama için numune alacak hemşire öncelikle ellerini yıkayıp, eldivenlerini giymelidir. Kan alınacak bölge %70'lik izopropil alkol içeren solüsyon ile temizlenmelidir. Topuk tamamen kuru olmalıdır fazla alkol solüsyonu steril gazlı bezle kurulmalıdır (Aşkan ve Çetinkaya, 2019). Tarama kartları türlerine göre ayrıldıktan sonra laboratuvara gönderme işlemine kadar buzdolabında +2 ila +8 C saklanmalıdır. Kuruyan Guthrie kartlarının kan alınan yerlerine dokunmadan ve üst üste gelmeyecek şekilde kapalı zarf içine koyulmalıdır (Erdim ve İnal, 2018).

Yenidoğan tarama testleri için topuk kan örneği alınmadan önce aile bireylerine, sonuç negatif olduğunda dönüş yapılmayacağı, pozitif veya şüpheli durumlarda ikinci topuk kan örneği alınması için ASM'ye gelmesi gerektiği bilgisi verilmelidir. Alınan ikinci kan numunesinin sonucu pozitif çıkması durumunda ilgili merkeze sevk edileceği konusunda bilgilendirilmelidir. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü'nün web sayfasında taramalarla teşhis edilen her hastalık için hangi kliniklere yönlendirileceği, sonuç değerlendirilmesinde izlenen yöntemler şema şeklinde erişime ulaşımı sağlanmıştır (Bayrakve Ünsal, 2022).

6. YENİDOĞAN TARAMA PROGRAMI KAPSAMINDA TARANAN METABOLİK OLMAYAN HASTALIKLAR

Ülkemizde metabolik tarama programları dışında topuk kanı alınmadan yapılan taramalar da vardır. Bunlar; İşitme Taraması, Görme Taraması, Gelişimsel Kalça Displazisi taramalarıdır. Yapılan bu taramalarında uygulanma zamanları gün ve ay olarak farklılık göstermektedir.

İşitme tarama programlarının başlangıcı, Marion Downs'ın bebeklerin işitmeye ilişkin problemlerinin ilerleyen yaşlarda dilsel gelişime etki ettiğini fark ederek, bu durumun erken yaşlarda ele alınması gerekli olan bir problem durumu olduğunu keşfetmesi ile başlamıştır. Başlangıçta toplumu bilgilendirmeye bir farkındalık oluşturulmak amaçlanmış ancak sonradan bunun yeterli olmadığı fark edilerek, bütün bebeklerin düzenli şekilde teste tabi tutulmasının gerekliliği anlaşılmıştır (Vohr vd., 2001). İlerleyen dönemlerde davranış yöntemi kullanılarak, bebeklerin sese karşı tepki olarak verdikleri solunumun artması, nabzının yükselmesi, boynunu çevirmesi vb. davranışlar gözlemlenmiştir. Daha sonraları bu yöntemin de yine yetersiz olduğu görülerek, bebeğin verilen sese karşı solunum, nabız sayısındaki değişiklikleri ve baş hareketlerini kayıt altına alan cihazların mevcut olduğu işitsel beşikler tasarlanmıştır. 1992 yılına gelindiğinde Amerikan Pediatri Akademisi (APA) işitme açısından risk altında bulunan bebeklere tarama yapılmasını önermiş, 1999 yılındaysa bütün yenidoğanlara tarama yapılması tavsiye edilmiştir. Ülkemizde işitme tarama programı 2000 yılında pilot illerde başlatılmış olup, 2008 yılındaysa tüm illere yaygınlaştırılmıştır (TUSEB, 2022).

Görme taramaları için Amerikan Pediatri Akademisi'nce ilgili rehberler yayımlanmaktadır. 2015 yılında ise yenidoğanların görmelerini değerlendirmeye dönük rehber yayınlanmıştır. Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'nın 2019'da yayınlamış olduğu genelgeyle 0-3 aylık bebeklerin görme taramaları yapılmaktadır. Yine APA tarafınca 2000 yılında kalça dizplazisini değerlendirme ve tanılamaya yönelik bir rehber yayımlanmıştır. Kalça displazisi ülkemizde Sağlık Bakanlığı'nın öncelikleri arasında yer almış olup, Çocuk Ortopedisi Derneği'yle beraber yapılan çalışmalar neticesinde aile hekimlerine eğitimler verilmiş ve 2010'da gelişimsel kalça displazisi tarama programı başlatılmıştır (TUSEB, 2022).

7. YENİDOĞAN TARAMA PROGRAMLARINDA HEMŞİRENİN ROLLERİ

Yenidoğan için tarama testlerinin uygulanmasında, kaydedilmesinde, depolanmasında, transferinde sağlık profesyonelleri olan hemşirelere önemli sorumluluk düşmektedir. Annelerin bilgi eksikliğini en aza indirecek hemşirelerin kendilerini sürekli geliştirmeleri ve güncel konuları takip etmeleri gerekmektedir. Zamanında yapılan eğitim, herhangi bir anormal tarama sonucunda stresi azaltabilir ve süreci kolaylaştırabilmektedir (Aykan ve Fidancı, 2021).

Metabolik yenidoğan taraması için hemşireye kan alma, saklama, transfer işleminde önemli sorumluluklar düşmektedir. Kan örneği alma işleminde alınan bölgenin kanlanması sağlamalıdır. Doğru antiseptik solüsyon ile cilt temizliğini yapmaktadır. Tarama kağıdınadoğru ve yeterli miktarda kanı almakla sorumludur. Alınan numunenin doğru kayıtlamasını ve sonuç takibini yapmaktadır (Joseph, 2017). Hemşirelerin bu süreçte sorumluluklarını bilmesihatalı sonuçları önlemektedir. Topuk kan numunesi alma işlemi yenidoğanda ağrıya neden olmaktadır. Hemşireler tarafından bireyselleştirilmiş gelişimsel bakım ile ağrıyı azaltmaya yönelik uygulamalar yapılmalıdır (Tüfekçi, 2024).

KAYNAKLAR

Akova, İ., Kılıç, E. ve Koşaroğlu, N. E. (2022). Yenidoğan Metabolik ve Endokrin Hastalıklarının 10 Yıllık Tarama Programı Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Sivas ili, Türkiye örneği. *Turkish journal of public health*, 20(3), s. 410-422.

Arslan A. K. (2010). *0-1 Yaş Arası Çocuğu Olan Ebeveynlerin Genişletilmiş Yenidoğan Tarama Programına İlişkin Düşünceleri* (Yüksek Lisans Tezi). YÖK tez merkezinden edinilmiştir.

Aşkan, F. ve Çetinkaya, Ş. (2019). Yenidoğan Tarama Testlerinde Çocuk Hemşiresinin Rolü. *Academic Studies on Natural and Health Sciences*, 5(2), s. 60-68.

- Aykan, E. B. ve Fidancı, B. E. (2021). Pediatri Hemşireliğinde Genetik/Genomik. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care*, 15(4), s. 895-905.
- Bakar, T. F. (2012). , Genişletilmiş Yenidoğan Taraması. *Türkiye Klinikleri J Pediatr*, 21(4), s. 212-23.
- Bayrak, R. ve Ünsal, A. (2022). Yenidoğan Topuk Kanı Taraması İşlem Basamakları ve Görev Alan Sağlık Çalışanları. *Türkiye Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 5(2), s. 60-68.
- Berry, S. A. (2015). Newborn screening. *Clinics in Perinatology*, vol. 42,2 2015: s. 441-453.
- Büyük, E. T. (2014). Annelerin Bebeklerine Yapılan Topuk Kanı Alma İşlemi Hakkındaki Bilgileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), s. 883-891.
- Donlon, J., Levy, H. ve Scriver, C. R. (2004). Hyperphenylalaninemia: phenylalanine hydroxylase deficiency. *The metabolic and molecular bases of inherited disease*. New York: McGraw-Hill.
- Durieux-Smith, A. (2011). Newborn Screening Systems: The Complete Perspective, *International Journal of Audiology*, 50:8, s. 522.
- Erdem, R. D. (2019). *Yenidoğan tarama programını reddeden ailelerin tarama programlarına ilişkin bilgi, tutum ve davranışları ile ret nedenlerinin betimlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). YÖK tez merkezinden edinilmiştir.
- Erdim, L. ve İnal, S. (2018). Yenidoğan Tarama Testlerinde Örnek Alınması ve Gönderilmesinde Hemşirelerin Sorumlulukları/Taking Samples and Sending in Newborn Screening Tests And Responsibilities Of Nurses. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 5(1), s.102-106.
- Evcili, F., Cesur, B., Yurtsal, B. ve Kaya, N. (2017). Annelerin Yenidoğan Tarama Testlerine İlişkin Görüşlerinin ve Tarama Programlarına Katılma Durumlarının Belirlenmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1), 25-35.
- Fabie, N. A. V., Pappas, K. B., Feldman ve G. L. (2019). The Current State of Newborn Screening in the United States. *Pediatr Clin North Am*, 66(2), s. 369-386.
- Givler, D. N. ve Givler, A. (2021). Health Screening. *StatPearls*, StatPearls Publishing.
- Green, N. S., Dolan, S. M., & Murray, T. H. (2006). Newborn screening: complexities in universal genetic testing. *American Journal of Public Health*, 96(11), s. 1955-1959.
- Hsia, D. Y. Y., Berman, J. L. ve Slati, H. M. (1964). Screening newborn infants for phenylketonuria. *Jama*, 188(3), s. 203-206.
- Icke, S. ve Genc, R. (2017). National Newborn Screening Tests Carried Out with Heel Lance and Their Importance. *Journal of Pediatric Research*, vol.4, no.4, s. 186-190.
- Joseph, R. A. (2017). Expanded Newborn Screening: Challenges to NICU Nurses. *Adv Neonatal Care*, 17(3), s. 151-161.
- Marsden, D., Larson, C., Levy, H. L. (2006). Newborn Screening For Metabolic Disorders. *Journal of Pediatrics*, 148(5), s. 577-584.
- Tarini, B. A. (2007). The current revolution in newborn screening: new technology, old controversies. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 161(8), s. 767-772.
- Tezel, B., Dilli, D., Bolat, H., Şahman, H., Özbaş, S., Acıcan, D., Ertek, M., Köse, M.R. ve Dilmen, U. Scientific Committee of Turkish National Newborn Screening Programme. (2014).

The development and organization of newborn screening programs in Turkey. *Journal of clinical laboratory analysis*, 28(1), s. 63-69.

TUSEB, (2021). Evlilik Öncesi ve Yenidoğan Taramaları Mevcut Durum ve Genişletme Modelleri Available from: [http://www.tuseb.gov.tr/tacese.](http://www.tuseb.gov.tr/tacese;); Erişim Tarihi : 25.09.2024.

Tüfekçi, Y. (2024). *Annelerin Yenidoğan Taramaları Hakkında Bilgi ve Tutumları*, (Yüksek Lisans Tezi). YÖK tez merkezinden edinilmiştir.

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı. (2022). Yenidoğan Metabolik ve Endokrin Hastalık Tarama Programı (NTP). FKÜ Akış Şeması. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/cocuk-ergen-sagliği-db/Programlar/FKU_Akis_Semasi.pdf

Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Tarama Programları (2022). Erişim adresi: <http://www.tuseb.gov.tr/tacese>.

Vohr, B. R., Oh, W., Stewart, E. J., Bentkover, J. D., Gabbard, S., Lemons, J., Papille, L. ve Pye, R. (2001). Comparison of costs and referral rates of 3 universal newborn hearing screening protocols. *The Journal of pediatrics*, 139(2), s. 238-244.

Yahyaoui, R., Blasco-Alonso, J., Gonzalo-Marín, M., Benito, C., Serrano-Nieto, J., González-Gallego, I., Ruiz-Sala, P., Pérez, B., González-Lamuño, D. (2020). Metabolic Serendipities of Expanded Newborn Screening. *Genes (Basel)*, 11(9), s. 1018.

Zeybek, Ç. A. (2003). Fenilketonüri tarama programı. *Sağlam Çocuk İzlemi Sempozyum Dizisi*, 35, s. 65-71.

Wilcken, B., & Wiley, V. (2015). Fifty years of newborn screening. *Journal of paediatrics and child health*, 51(1), 103-107.

Watson, M. S., Mann, M. Y., Lloyd-Puryear, M. A. ve Rinaldo, P. (2006). Newborn Screening: Toward AUniform Screening Panel and System. *Genet Med*, 8(1), s. 1-252.

PARENTS' ATTITUDES ABOUT CHILDHOOD VACCINATIONS
EBEVEYNLERİN ÇOCUKLUK ÇAĞI AŞILARI HAKKINDAKİ TUTUMLARI

Emel AVÇIN¹

¹Öğr. Gör. Dr., Yalova Üniversitesi, Termal SHMYO, 0000-0002-8867-4039

Özet

Koruyucu sağlık hizmetlerinden biri olan bağışıklama, kişinin aşılama yoluyla bir hastalığa karşı korunma sürecidir. Aşı, insan ve hayvanlarda hastalık yapma yeteneğine sahip mikropların hastalık özelliklerinden arındırılarak ya da salgıladıkları toksinlerin etkileri ortadan kaldırılarak geliştirilen biyolojik ürünlerdir. Aşı, koruyucu tıp ve halk sağlığı politikalarının temel ve en etkili öğelerinden biri olarak kabul edilir ve toplumun genel sağlığının geliştirilmesinde önemli bir rol oynar. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), aşıyla önlenebilir hastalıklardan korunan çocukların büyüme potansiyelinin ve bu potansiyeli gerçekleştirme olasılığının arttığını belirtmektedir. Ayrıca, bu avantajların ergenlik ve yetişkinlik dönemlerinde daha da belirgin hale geldiği ifade edilmektedir. DSÖ, aşılanmanın her yıl difteri, tetanos, boğmaca ve kızamık nedeniyle tahminen 2.5 milyon ölümün önlenmesine katkıda bulunduğunu rapor etmiştir. Ülkemizde 1985 yılından sonra “Genişletilmiş Bağışıklama Programı (1981)” çerçevesinde bağışıklama “Türkiye Aşı Kampanyası” ile hız kazanmıştır. Yıllar içinde çocukluk çağı aşı takvimi giderek genişlemiş ve gelişmeler günümüze kadar süregelmiştir. Sağlık Bakanlığı bağışıklama çizelgesi ile sağlıklı çocukların doğumdan itibaren düzenli aşılanmasını sağlar. Ülkemizde, bebeklere belli dönemlerde ücretsiz olarak hepatit B, hepatit A, kızamık, kızamıkçık, kabakulak, suçiçeği, tüberküloz (BCG), polio, boğmaca, difteri, hemofilus influenza tip B, tetanoz ve konjuge pnömokok aşıları ulusal aşı takvimi kapsamında uygulanmaktadır. Aşılarla ilgili olumlu gelişmelerin yanı sıra aşı karşıtı argümanlar aşının ilk uygulanmaya başladığı zamandan bu yana dile getirilmiştir. Son yıllarda, aşı tereddüdü ve reddinin yaygınlaştığı ve bu durumun toplumsal bağışıklık açısından endişe verici olduğu üzerinde durulmaktadır. Aşıya karşı tutumlar tamamen kabulden tamamen reddetmeye kadar değişen bir spektrumda bulunmaktadır. Aşı konusunda tereddüt yaşayan bireyler, belirli aşıları reddederken diğerleri kabul edebilir, bazıları geciktirebilir veya aşıları kabul eder ama yaparken kararsızlık yaşayabilirler. Ebeveynler aşılarla dair yanlış ve olumsuz bilgilendirmeleri çoğunlukla yazılı iletişim kanallarında (gazeteler, internet siteleri, sosyal medya vb.) görmektedir. Burada aşıların zehirli olduğu ve çeşitli komplikasyonlara neden olduğu şeklinde yanıltıcı açıklamalar ön plandadır. Aşı reddi/tereddüdü yaşayan ebeveynlerin, aşılanmanın olumlu ve olumsuz yönleri hakkında yeterince ve doğru bilgi sahibi olmayabileceği için karar sürecinde hemşirelere önemli roller düşmektedir. Hemşirelerin toplumu bilgilendirmesi, hastalıkların önlenmesine yönelik bağışıklığın etkili bir şekilde devam etmesine katkı sağlayacaktır. Çocukluk çağı aşılarının uygulanabilmesi onamının ebeveynlere ait olması, çocukların sağlıklı büyüme gelişmesi ve toplum sağlığı açısından aşı reddinin önlenmesi noktasında ebeveynlerin tutumlarının belirlenmesi ve bazı girişimlere zemin oluşturması açısından önemli görünmektedir.

Anahtar kelimeler: Aşı, Çocuk, Ebeveyn

Abstract

Immunization, one of the preventive health services, is the process of protecting a person against a disease through vaccination. Vaccines are biological products developed by eliminating the disease characteristics of microbes capable of causing disease in humans and animals or by eliminating the effects of the toxins they secrete. Vaccination is considered one of the basic and most effective elements of preventive medicine and public health policies and plays an important role in improving the overall health of the population. The World Health Organization (WHO) has reported that vaccinated children who are protected from the threat of vaccine-preventable diseases have the potential to grow and the chance to realize their full potential, and that these advantages are further enhanced by vaccination in adolescence and adulthood. WHO reported that an estimated 2.5 million deaths from diphtheria, tetanus, whooping cough and measles are prevented each year through vaccination. In Turkey, immunization within the framework of the “Expanded Immunization Program (1981)” gained momentum with the “Turkey Vaccination Campaign” after 1985. Over the years, the childhood immunization schedule has gradually expanded and developments have continued until today. The Ministry of Health continues to systematically immunize healthy children from the moment they are born with the immunization schedule. In our country, hepatitis B, hepatitis A, measles, rubella, mumps, chickenpox, tuberculosis (BCG), polio, whooping cough, diphtheria, hemophilus influenza type B, tetanus, conjugated pneumococcal vaccines are administered free of charge to all babies at certain periods within the national vaccination schedule program. In addition to the positive developments related to vaccines, anti-vaccine arguments have been voiced since the vaccine was first introduced. In recent years, it has been emphasized that vaccine hesitancy and refusal have become widespread, which is worrying for public immunity. Attitudes towards vaccination are on a spectrum ranging from complete acceptance to complete rejection. Vaccine hesitant individuals may refuse certain vaccines, accept others, delay others, or accept vaccines but hesitate to administer them. Parents mostly see false and negative information about vaccines in written communication channels (newspapers, websites, social media, etc.). Here, misleading statements that vaccines are toxic and cause various complications are at the forefront. Since parents who experience vaccine refusal/hesitation may not have sufficient and accurate information about the positive and negative aspects of vaccination, nurses have important roles in the decision-making process. Nurses' informing the community will contribute to the effective continuation of immunity for the prevention of diseases. The fact that the consent to administer childhood vaccines belongs to the parents seems to be important in terms of determining the attitudes of parents in terms of healthy growth and development of children and prevention of vaccine refusal in terms of public health and to provide a basis for some interventions.

Keywords: Vaccine, Child, Parent

1. BAĞIŞIKLIK VE BAĞIŞIKLANMA

Bağışıklık, vücuda giren veya vücuda verilen yabancı maddelere (mikroorganizmalar, toksinler, toksoidler, proteinler, polisakkaritler, kompleks yapıdaki moleküller vb.) karşı vücudun genel ve özel savunma mekanizmaları ile direnç göstermesini, kendini korumasını ve zararlı maddeleri eliminasyonunu ifade eden bir biyolojik süreçtir (Mikrobiyoloji.org, 2024).

1.1. Doğal bağışıklık: Doğal (doğuştan gelen) bağışıklık, bireyin kendi vücuduyla antijenle karşılaştığında anında veya birkaç saat içinde, antijene özel olmaksızın ortaya çıkan koruyucu bir mekanizma olarak işlev görür. Her antijenle karşılaştığında tekrar aktive olur ve hafıza hücresi içermez (Turvey ve Broide, 2009). Doğal bağışıklığı etkileyen temel unsurlar; anatomik bariyerler, fizyolojik engeller, fagositik hücreler, kompleman sistemi ve inflamatuvar yanıtıdır.

Doğal bağışıklık, bu mekanizmalar aracılığıyla patojenik ajanları ortadan kaldırabilir veya edinilmiş bağışıklık sistemini, patojenin eliminasyonu için tetikleyebilir (Clem, 2011).

1.2. Edinsel bağışıklık: Canlılar, intrauterin yaşamda ve doğduktan sonra mikroorganizmalar ve bunların toksik maddeleri ya da diğer maddelerle karşılaşır. Edinilmiş bağışıklık, belirli bir antijene karşı spesifik bir yanıt geliştirir ve aynı antijenle yeniden karşılaşıldığında daha güçlü bir savunma mekanizması oluşturur. Bu tür bağışıklıkta hafıza hücreleri bulunur. Aktif ve pasif bağışıklık olmak üzere kendi içinde iki ana kategoriye ayrılır. Aktif bağışıklık, vücudun hastalık yapıcı mikroorganizmalarla karşılaşması sonucu savunma mekanizmalarını devreye sokması veya aşı yoluyla antijenlerin vücuda verilmesiyle oluşan antikor yanıtıyla sağlanır. Pasif bağışıklık ise, bazı hastalıklarda vücudun ani antikor üretimi yapamaması durumunda serumla antikor verilmesi veya anneden bebeğe antikor geçişi yoluyla elde edilir (Baxter, 2007).

Bağışıklama, bireyi ve toplumu hastalıklardan korumak amacıyla uygulanan ekonomik ve etkin bir müdahale yöntemidir. Koruyucu sağlık hizmetlerinden biri olan bağışıklama, kişinin aşılama yoluyla bir hastalığa karşı korunma sürecidir ve toplum sağlığı açısından en önemli uygulamalardan biridir. Bağışıklama birinci basamak sağlık hizmetlerinin en önemli bileşenlerinden olup aynı zamanda temel sağlık hakları arasında yer almaktadır. Bağışıklamanın ana hedefleri arasında; bireylerin ve toplumun belirli bulaşıcı hastalıklara karşı direncini artırmak, hastalıkların kontrolünü sağlamak, patojenlerin yok edilmesini hedeflemek, hastalık gelişimini önlemek ve risk altındaki kişileri korumaktır. Bu hedeflere ulaşabilmek için, dünya çapında bebeklerden yetişkinlere kadar herkesin zamanında ve doğru bir şekilde aşılması dünya çapında öncelikli hale getirilmelidir (Orhon, 2020).

2. AŞI

Aşı insan ve hayvanlarda hastalık yapma yeteneğine sahip mikropların hastalık özelliklerinden arındırılarak ya da salgıladıkları toksinlerin etkilerini ortadan kaldırarak geliştirilen biyolojik üründür (S.B., 2024). Aşı, vücudun doğal savunma mekanizması ile birlikte çalışıp bağışıklık sisteminin antikor oluşturmasını sağlayarak bulaşıcı hastalıklara karşı immün sistem yanıtı oluşturur. Böylece aşı kişiyi hastalıkların neden olduğu sakatlık ve ölümden korurken hastalığa yakalanma riskini de düşürmüştür. Aşı mikropların öldürülmüş veya zayıflatılmış formlarını içerdiklerinden kişide hastalığa ya da hastalığa ait bir komplikasyona neden olması beklenmemektedir. İnsan bağışıklık sistemi herhangi bir hastalığa ait bir aşının, bir ya da birkaç dozuna maruz kaldıktan sonra kişi artık o hastalığa karşı on yıllarca hatta ömür boyu bağışıklık kazanmış olur. Günümüzde aşılama bulaşıcı hastalıklarla ve salgınlarla mücadelenin en ucuz, basit ve etkili yoludur (WHO, 2023).

Aşı, belirli bir hastalığa karşı koruyucu bağışıklık kazandıran biyolojik bir preparattır. Aşılar genellikle hastalığa neden olanlara benzer mikroorganizmaların zayıflatılmış veya etkisiz hale getirilmiş formlarını içeren toksinler veya yüzey proteinleri gibi bileşenler içerir. Bu madde vücudun bağışıklık sistemini uyararak yabancı mikroorganizmalarla tekrar karşılaştıklarında onları tanımasını, hatırlamasını ve yok etmesini kolaylaştırır (Doherty ve ark., 2016). Aşılamanın amacı bireyi bir patojene maruz bırakarak vücutta bir bağışıklık geliştirmek ancak bu süreçte hastalığa yakalanmamaktır. Aşı etkileri tipik olarak bağışıklık sistemi zayıflatılmış veya öldürülmüş bir mikroorganizmaya veya bu mikroorganizmanın bir kısmına maruz kalmaya yanıt verdiğinde ortaya çıkar. Böylece birey bir patojenle karşılaştığında bağışıklık sistemi patojeni hatırlayarak hızlı tepki verir ve böylece hastalık daha ortaya çıkmadan veya hafif bir şekilde atlatılır (Davas ve ark., 2018).

2.1. Aşı Tipleri

2.1.1. Canlı aşilar: Enfeksiyona neden olan virüs ya da bakterininin laboratuvar ortamında zayıflatılarak patojenitesini kaybetmesiyle elde edilir. Mikroorganizma hastalık yapıcı özelliğini kaybederken immünite cevabı oluşturma ve çoğalma özelliğine sahiptir. Canlı aşiların avantajları; hücrel ve humoral bağışıklığı harekete geçirmesi, uzun süreli koruma sağlaması ve tekrarlanan dozlara ihtiyaç duyulmadan tek dozun etkili olmasıdır. Dezavantajları ise patojenin virulent forma geri dönüp hastalık yapma riskini içermesidir. Bu nedenle canlı aşilar, bağışıklık sistemi zayıf olan bireylere uygulanmamalıdır. Canlı aşilar arasında sarı humma, BCG, rotavirüs aşısı, oral polio aşısı (OPA), suçiçeği ve kızamık kızamıkçık kabakulak (KKK) aşiları bulunmaktadır (Deng ve ark., 2020).

2.1.2. Ölü veya inaktif aşilar: Antijenin genellikle ısı ya da formaldehit ya da radyasyon kullanılarak inaktive edilmesi ile üretilen aşilarıdır. İşlem sonunda etken vücutta üreyemez fakat hala bağışıklık sistemi tarafından tanınabilir durumdadır. Bu tür aşilar canlı aşilara kıyasla daha kısa süre koruma sağlar ve antikor düzeyinin zamanla azalması nedeniyle gerekli bağışıklığın elde edilebilmesi için pekiştirme dozu uygulanması gerekebilir (Dai ve ark., 2019). Günümüzde kullanılan kuduz, hepatit A, çocuk felci ve grip aşiları inaktif aşilardandır. Boğmaca, kolera, tifo ve veba aşiları da inaktif bakteri aşilarıdır (S.B., 2024).

2.1.3. mRNA ve DNA bazlı nükleik asit aşilar: Bu aşilar belirli antijenlere kıyasla, plazmid adı verilen genom bölgelerini içeren ve bu antijenleri kodlayan bir veya daha fazla gen tarafından oluşturulan bir bağışıklık tepkisi oluşturur. Bu tür aşiların hazırlanması nispeten basittir, maliyeti düşüktür ve büyük ölçekli üretime uygundur ancak bağışıklık tepkisi yüksek değildir. Bu nedenle çoklu dozların veya adjuvanların kullanılması gerekir. Bu tür aşiların örnekleri arasında Biontech ve Moderna gibi Covid-19 aşiları bulunmaktadır (Deng ve ark., 2020).

2.1.4. Vektör aşiları: Modifiye edilmiş zararsız virüsler, adenovirüs, vaccinia virüsü ve alfa virüs gibi genetik bilgi transferi yoluyla mikroorganizmanın antijenik yapısını oluşturan aşı türleridir. Vektör aşiları hücrel bağışıklığı en etkili şekilde sağlama yöntemlerinden biridir. Örnek olarak Sputnik gibi Covid-19 aşısı gösterilebilir (Deng ve ark., 2020).

2.2. Aşı içerikleri

Paracelsus'un ifadesinde belirttiği gibi, 'Sola dosis facit venenum' yani 'bir maddeyi zehir yapan yalnızca onun dozudur. Hayatta karşılaştığımız birçok madde için, doğru dozda alındığında fayda sağladığı ancak doğru dozda alınmadığında zarar verebileceği belirtilmektedir. Bu durum aşilar için de geçerlidir (Ataç ve Aker, 2014). Temelde aşiların içerdiği antijen, organizmanın bir etkenle karşılaştığında, etkeni tanımasını ve etkene karşı savunma mekanizmalarını harekete geçirmesini sağlayarak bağışıklık tepkisini artırır. Bu sürece yardımcı olmak amacıyla adjuvan maddeler kullanılır. Ayrıca aşiların içeriğinde aşiların etkinliğini sürdürmeye ve mikrobiyolojik buluşmayı engellemeye yönelik koruyucu maddeler ile depolama ve taşıma sırasında aşının bütünlüğünü koruyan stabilizatör maddeler bulunmaktadır (S.B., 2024).

Aşı içerisinde aşının aktif içeriği olan antijen, adjuvan olarak alüminyum tuzları, stabilizatör olarak magnezyum klorid, koruyucu madde olarak en sık tiyomersal (etil civa bileşiği) ve antibiyotikler kullanılır. Ek olarak polisorbata, laktoz, sükröz, mannitol, sorbitol, maltoz, L-Alanin, L-Arjinin Hidroklorür, formaldehit, jelatin ve tamponlayıcı maddeler bulunmaktadır (S.B., 2024).

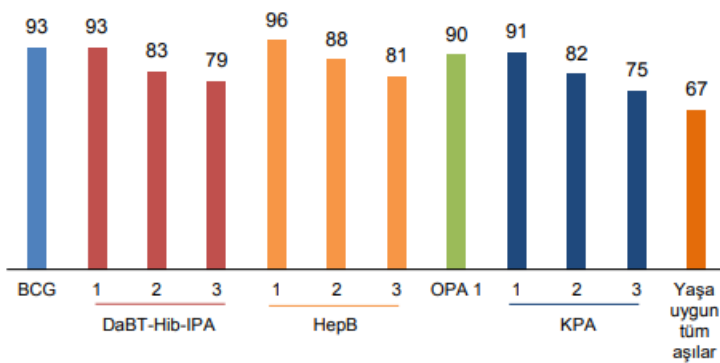
3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE AŞILANMA

DSÖ verilerine göre 2019 yılında tüm dünyada ilk doz kızamık aşısı olan çocukların oranı %86 iken bu oran 2021 yılında %81'e düşmüş 2022 yılında %83'e yükselse de 2019'daki oranın altında kalmıştır. 2019 yılında ilk doz kızamık aşısı yapılmayan çocuk sayısı 19,2 milyon iken bu sayısı 2022 yılında 21,9 milyona ulaşmıştır (WHO, 2019). Bir yaş altı çocuklarda DTP (Difteri-Tetanoz-Boğmaca) aşısı küresel aşılanma kapsamı için bir belirteç olarak kullanılır ve 2021 yılında bir yaş altı çocuklarda aşılanma oranı %81, 2022 yılında %84 olarak tespit edilmiştir. 2021 yılında sıfır dozlu çocuk sayısı 18,1 milyon iken 2022 yılında 14,3 milyona gerilemiştir fakat hala 2019'daki 12,9 milyon olan aşısız çocuk sayısından daha yüksektir (UNICEF, 2023).

DSÖ aşı ile önlenbilir hastalıklar: izleme sistemi. 2020 küresel özeti																				
Türkiye için insidans zaman serisi (TUR)																				
Son güncelleme 15-Temmuz-2020 (12-Ekim-2020 tarihi itibariyle veriler)																				
Sonraki genel güncelleme 2020 sonu																				
Hastalıklar	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
Difteri	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	5	4
Japon ensefaliti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kızamık	2'904	716	84	9	342	565	7'405	349	111	7	4	0	3	34	6'200	8'927	5'844	7'823	30'508	16'244
Kabakulak	476	464	419	544	322	457	597	834	1'609	1.525	2'180	9'514	16'524	19'726	19'754	-	-	-	-	-
boğmaca	60	207	85	22	322	68	33	18	242	48	11	17	63	67	272	389	255	193	182	510
çocuk felci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kızamıkçık	44	22	1	7	16	31	81	43	1.734	84	97	139	644	1'058	2'245	-	-	-	-	-
Kızamıkçık (CRS)	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-	0	-	2	-	-	-	-	-
Tetanoz (yenidoğan)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	7	5	18	32	15	41	32	32	26
Tetanoz (toplam)	18	-	25	16	8	13	15	11	24	25	12	19	19	28	51	37	58	48	56	38
Sanhumma	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	0	0	-	-	-	-	-

Şekil 1. DSÖ aşı ile önlenbilir hastalıklar, Türkiye insidansı

2018 yılında yapılan Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (TNSA) verilerine göre ülkemizde 24-35 aylık çocukların %50'si yaş aralığının gerektirdiği tüm aşıları olmuş, %72'si tüm temel aşıları olmuş ve %3'ü hiç aşı olmamıştır. 12-23 aylık çocukların ise %2'si hiç aşı olmamıştır. Ülkemizde 2018 yılında tüm temel aşılarını yaptırmış 12-23 aylık çocuk oranı %67 iken bu oran 2013 yılında %74, 2008 yılında %77 olarak bulunmuştur. Son on yılda temel aşılarını yaptırmış çocuk sıklığı %10 düşüş göstermiştir (TNSA, 2018). (Şekil 2)



Şekil 2. 2018 tarihinden önce aşılanmış olan 12-23 aylık çocukların yüzdesi, TNSA 2018

4. GENİŞLETİLMİŞ BAĞIŞIKLAMA PROGRAMI

Onsekizinci yüzyılda Edward Jenner'in çalışmasıyla başlayan ve 20. yüzyılda yeni teknolojilerin de ortaya çıkmasıyla gelişen ve hız kazanan aşı üretimi ve bağışıklama çalışmaları günümüzde bulaşıcı hastalıkları önlemede en ucuz ve en etkili halk sağlığı

uygulamalarından biridir (Doherty ve ark., 2016). Bağışıklama hizmetlerinin temel amacı özellikle bebeklerde ve çocuklarda aşı ile önlenebilir hastalıklara bağlı mortalite ve morbiditenin önüne geçmek ve aşılammış çocuk bırakmamaktır (S.B., 2009).

Ülkemizde Genişletilmiş Bağışıklama Programı (GBP) Sağlık Bakanlığı tarafından 1981 yılında 5 hastalığa karşı başlatılmış ve 1985 yılında hazırlanan 'Türkiye Aşı Kampanyası' ile hız kazanarak devam etmiştir. 2013 yılında programın içeriği 13 hastalığa çıkarılarak genişletilmiştir. Bu programın temel amacı dünyaya gelen her bebeğin aşı takvimine uygun şekilde aşılması ve ilgili hastalıklara karşı bağışıklık kazanmasıdır. Genişletilmiş kavramı ise aşısız ve eksik aşıli her bir bebek ve çocuğun tespit edilerek aşılması ve bu yöntemle aşılamanın ülkenin her yerinde eşit olarak yapılması anlamında kullanılmıştır. 2009 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan Genişletilmiş Bağışıklama Programı Genelgesinde temel bağışıklama hedefi her antijen için %95 oranında aşılama ulaşmak ve devamını sağlamaktır (S.B., 2009).

GBP akademisyenlerden oluşan Bağışıklama Danışma Kurulu'nun (BDK) bilimsel desteği ve önerileri doğrultusunda yürütülmektedir (S.B., 2009).

GBP hedefleri şu şekildedir:

- Her bir antijen için etkinliği korunmuş aşı ile ülke genelinde %95 aşılama oranına ulaşmak ve bu oranı sürdürmek.
- 12–23 aylık bebeklerin %90'ının tam aşıli olmasını sağlamak.
- 5 yaş altındaki (0–59 aylık) aşısız veya eksik aşıli çocukları tespit ederek aşılama.
- Okul çağı çocuklarının rapel aşılarını tamamlamak.
- Tespit edilen tüm gebelere uygun tetanoz-difteri aşısı dozunu uygulamak.
- Ülkenin poliomyelitten arındırılmış durumunu devam ettirmek.
- Maternal ve Neonatal Tetanozu ortadan kaldırmak.
- 2010 yılına kadar yerli kızamık virüsünü elimine etmek.
- Kızamıkçık ve Konjenital Rubella Sendromunu kontrol altına almak.
- Difteri, boğmaca, hepatit B, tüberküloz, kabakulak ve hemofilus influenza tip b'ye bağlı hastalıkları kontrol altına almak.
- Streptokokus pnömoniya'ya bağlı invaziv pnömokokal hastalıkları kontrol etmek.
- Aşı güvenliğini sağlamak.
- Kayıt bildirim sistemini güçlendirmek.
- Toplumun katılımını artırmak.

Bu hedefler, sağlıklı bir toplum oluşturmak ve aşılama ile ilgili başarıları artırmak için önem taşımaktadır.

5. ÇOCUKLUK DÖNEMİ AŞI TAKVİMİ

Ülkemizde uygulanan çocukluk çağı aşı takvimine göre BCG, Hepatit B, KPA, DaBt-İPA-Hib, OPA, Su çiçeği, KKK, Hepatit A, DaBt-İPA, Td aşıları ulusal aşı takvimi kapsamında yer almaktadır (S.B., 2020) (Şekil 3).

	Doğumda	1.ayın sonu	2.ayın sonu	4.ayın sonu	6.ayın sonu	12.ayın sonu	18.ayın sonu	24.ayın sonu	48.ay ³	13 yaş
Hep-B	I	II			III					
BCG			I							
KPA			I	II		R				
DaBT-İPA-Hib			I	II	III		R			
OPA					I		II			
Suçiçeği ¹						I				
KKK						I			II	
Hep-A ²							I	II		
DaBT-İPA									R	
Td										R

¹ 1 Ocak 2012 ve sonrasında doğan çocuklara uygulanacaktır.

² 1 Mart 2011 ve sonrasında doğan çocuklara uygulanacaktır.

³ 1 Temmuz 2016 tarihinde doğanlardan başlamak üzere 48.ayına girmiş olan tüm çocuklara uygulanacaktır.

1 Temmuz 2016 tarihinden önce doğmuş ve halen ilköğretime başlamamış olan çocukların KKK ikinci dozu ve DaBT-İPA aşısı ise 2020-2021, 2021-2022 ve 2022-2023 eğitim ve öğretim dönemlerinde okul aşılamaları şeklinde uygulanacaktır.

Hep-B: Hepatit B Aşısı
BCG: Bacille Calmette-Guerin Aşısı
KPA: Konjuge Pnömonokok Aşısı
DaBT-İPA-Hib: Difteri, aselüler Boğmaca, Tetanoz, İnaktif Polio, Hemofilus influenza tip b Aşısı (Beşli Karma Aşı)
OPA: Oral Polio Aşısı
Suçiçeği: Suçiçeği Aşısı
KKK: Kızamık, Kızamıkçık, Kabakulak Aşısı
Hep-A: Hepatit A Aşısı
DaBT-İPA: Difteri, aselüler Boğmaca, Tetanoz, İnaktif Polio Aşısı (Dörtlü Karma Aşı)
Td: Erişkin Tipi Difteri-Tetanoz Aşısı
R: Rapel (Pekiştirme)

Şekil 3. T.C. Sağlık Bakanlığı çocukluk dönemi aşı takvimi (S.B., 2020)

6. AŞI TEREDDÜDÜ/REDDİ

Dünya Sağlık Örgütü Bağışıklama Stratejik Danışma Grubu (SAGE) aşı tereddüdünü, aşı hizmetlerinin erişilebilir olmasına rağmen reddedilmesi ya da geciktirilmesi olarak tanımlamıştır (WHO, 2023). Aşı tereddüdü yaşayan bireyler, yalnızca aşılanmayı geciktiren ve reddeden kişiler olarak sınıflandırılmamaktadır. Özellikle ebeveynler aşı yaptırmayı kabul etseler bile yaşadıkları endişe ve tereddütler de “aşı tereddüdü” kavramına dahil edilmektedir. Bu endişe ve tereddütlerin içinde aşılar karşı isteksizlik, kuşku ve güven eksikliği gibi kavramlar yer almaktadır (Tanrikulu & Tanrikulu, 2021). Aşı tereddütleri kompleks bir nitelik taşır ve duruma bağlıdır; zaman, yer ve farklı aşı türlerine göre değişebilir.

Aşı tereddüdü ve aşı reddi birbirinden farklı iki kavram olup DSÖ ve UNICEF’in ortaklaşa oluşturduğu tanımlamaya göre aşı tereddüdü, ulaşılabilir aşılama hizmetlerine rağmen aşılanmanın kabul edilmesinde veya reddedilmesinde gecikme durumudur. Aşı reddi ise bireyin kendi iradesi ile tüm aşıları yaptırmayı reddetmesi olarak ifade edilmiştir (Bozkurt, 2018). Dünyada 1990’lı yıllarda kendini göstermeye başlayan aşı reddi 1998 yılında gastroenterolog Andrew Wakefield ve arkadaşları tarafından Lancet’te yayınlanan KKK (Kızamık-Kabakulak-Kızamıkçık) aşısı ile otizm arasında ilişki olduğunu iddia eden makale ile hız kazanmıştır. 2010 yılında dergi makaleyi hatalı çalışma gerekçesiyle yayından kaldırmış olsa dahi hız kazandırdığı aşı karşıtlığının önüne geçilememiştir (Sonkaya & Öztürk, 2022; S.B., 2020).

Aşı tereddüdü ve aşı reddi terimleri genellikle benzer olarak algılsa da tanımları ve önleme stratejileri açısından önemli farklılıklar içermektedir. Aşı reddi durumunda, birey tüm aşıları reddeder ve bunları yaptırmaz. Ülkemizde 2010 yılı itibarıyla aşı reddi vakaları görülmeye başlamış ve yıllarla birlikte artış göstermiştir. 2011 yılında çocukluk çağı aşılarını reddeden ebeveyn sayısı 183 iken 2018 yılına gelindiğinde bu sayısı 23 bini geçmiştir (Gür, 2019; Sonkaya & Öztürk, 2022). Bu artışa etki eden en önemli olaylardan biri 2015 yılında bir savcının çocuklarına aşı yaptırmaması üzerine sağlık tedbiri uygulanması amacıyla aileye açılan dava sonucunda mahkemenin aşı için ebeveyn onayı alınmasına karar vermesi olmuştur

(Bozkurt, 2018; Sonkaya & Öztürk, 2022). Bu olay manşetlerde ‘ikiz bebeklerine aşı yaptırmayan savcının hukuk zaferi’ olarak yer almış ve özellikle sosyal medyada yayılarak aşı karşıtı söylemlerde artışa neden olmuştur (Hürriyet Kelebek Gazetesi, 2015).

Türkiye’de aşırıyı reddeden ailelerin sayısı, yıllara göre incelendiğinde 2011’de 183, 2013’te 980, 2015’te 5 bin 400, 2016’da 12 bin, 2018’de 23 bin ve 2019’da 40 bin olarak sürekli bir artış göstermiştir. Aşı reddinin 50 bine ulaşması durumunda, azalmış ve eradike edilmiş çocukluk çağı bulaşıcı hastalıklarının salgınlar yapabileceği tahmin edilmektedir. Son yıllarda Amerika’da ebeveynlerin çocukluk çağı aşı reddi çocuk ihmali olarak değerlendirilmeye başlanmış ve aşı reddinde bulunan ebeveynler çocuk koruma hizmetlerine bildirilmektedir (WHO, 2020). Yapılan bir çalışmada mahkemeye taşınan dokuz aşı reddi vakasının yedisinin çocuk ihmali olarak kabul edildiği ifade edilmiştir (Parasidis & Opel, 2017). Bununla birlikte pek çok ülkede çocukluk çağı aşıları zorunludur hatta bazılarında aşısız çocukların okula gitmesi yasaktır. Türkiye’de ise çocukluk dönemi aşılarının yaptırılma zorunluluğu yoktur ve yaptırılmadığı takdirde ebeveyne herhangi bir hukuki yaptırım uygulanması söz konusu değildir (Sonkaya & Öztürk, 2022). Aşı tereddüdü devamlı değişen ve takip edilmesi gereken küresel bir halk sağlığı sorunudur. DSÖ 2012 yılında konuyu araştırmak için ‘Aşı Tereddütleri Çalışma Grubu (Vaccine Hesitancy Working Group)’ isimli bir araştırma grubu kurmuştur. 2019 yılında ise aşı tereddüdünü küresel sağlığa yönelik on tehditten biri olarak ilan etmiştir (WHO, 2019).

7. HEMŞİRELERİN BAĞIŞIKLAMADAKİ ROLÜ

Aşılama ile birey aşıyla önlenilen bulaşıcı hastalıklardan korunurken aynı zamanda toplumdaki hasta olabilecek insanların sayısı azaltılarak mikrobun yayılımı engellenmektedir. Aşılar sayısız hayat kurtarmakla birlikte aşı ile önlenilen hastalıkların kontrolünü optimize etmek için yüksek bağışıklama kapsama oranlarına ulaşılmalıdır. Aşılamanın reddi ya da uygulanmasının aksatılması halinde aşı olmayan bireyin sağlığı zarar görebilir, aynı zamanda toplum sağlığı için de açık tehdit oluşturabilir. Tıbbi müdahalelerin hukuk kurallarına uygunluğunun temel koşulu küçükse veli veya vasisinin ya da ilgili kişinin onamının alınması veya onamın yerine sayılabilecek bir hukuka uygunluk nedeninin bulunmasıdır (Yücel, 2021). Ülkemizde çocuklarda onam verme yetkisi ebeveynlere aittir. Türkiye’de aşıya dair yasal bir düzenleme olmadığı için çocukluk çağı aşılarını yaptırmak gönüllülük esasına dayalıdır.

Aşılama programının başarısını, programın kapsayıcılığı ve yüksek düzeyde kabul görmesi belirler. Ebeveynlerin aşılama karar sürecinde klinisyenler etkin rol oynar. Aşı reddi ve tereddütü olan ebeveynler, aşılamanın fayda ve riskleri konusunda bilgi sahibi olmayabilir (Yüksel & Topuzoğlu, 2019). Hemşireler bağışıklamada eğitici, planlayıcı, araştırmacı ve uygulayıcı rollerini etkin kullanabilmelidir. Toplumun hemşireler tarafından bilgilendirilmesi, hastalıkların önlenmesi, bağışıklığın etkili biçimde sürmesine katkı sağlayacaktır (Sapçı & Güngörmüş, 2021). Ebeveynlerin çocuklarının aşıları hakkında soruları olabilir ve soruların yanıtlanması ebeveynlerin aşılama seçme konusunda kendilerini güvende hissetmelerine yardımcı olabilir.

American Academy of Pediatrics (AAP), aşı tereddütü olan ebeveynlerle kurulması gereken iletişim önerileri belirlemiştir bunlar:

- Aşılamanın, çocukları zarardan korumanın ve gelişmelerine yardımcı olmanın en etkili yolu olduğunu vurgulayın.
- Ebeveynlerin endişelerini dinleyin ve kabul edin. Ebeveynlerin endişelerini ifade etmelerine izin verin, onların görüşlerinizi dinleme isteklerini artıracaktır.

- Aşıların geçen yüzyılın en önemli bilimsel başarılarından biri olduğu fikrine dikkat edin. Bağışıklama yapılmayan ölümlerin sayısına odaklanmak yerine, olumlu bir yaklaşım olarak bağışıklama ile kurtarılan hayat sayısını vurgulayın.
- Aşıların yararlarını, potansiyel risklerinden veya yan etkilerinden daha sık tartışın. Aşılar hakkında bilinenler ve bilinmeyenler konusunda açık olun. Ebeveynlere aşı bilgi bildirimleri, eğitim kaynakları ve güvenilir Web siteleri sağlayın. Ebeveynlere sağlanan bilgileri kültürel inançlara, aşı endişelerine ve okuryazarlık düzeyine göre kişiselleştirin.
- Toplu faydalardan en az bireysel faydalar kadar bahsedin. Klinik deneylerin ne olduğunu, nasıl çalıştıklarını ve iyi bilinen aşıların neden bu kadar başarılı olduklarını açıklayın (AAP, 2024).

KAYNAKLAR

American Academy of Pediatrics (AAP). (2024). Immunizations, Talking with vaccine hesitant parents. <https://www.aap.org/en/patient-care/immunizations/communicating-with-families-and-promoting-vaccine-confidence/talking-with-vaccine-hesitant-parents/> Erişim tarihi: 28.09.2024.

Ataç, Ö., & Aker, A.A. (2014). Aşı karşıtlığı. *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi*, 30(1), 42-47.

Baxter, D. (2007). Active and passive immunity, vaccine types, excipients and licensing. *Occupational Medicine*, 57(8), 552-556.

Bozkurt, H. B. (2018). Aşı reddine genel bir bakış ve literatürün gözden geçirilmesi. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 8(1), 71-76.

Clem, A.S. (2011). Fundamentals of vaccine immunology. *Journal Of Global Infectious Diseases*, 3(1), 73-78.

Dai, X., Xiong, Y., Li, N., & Jian, C. (2019). Vaccine types, In Vaccines-the history and future. IntechOpen, 59-96.

Davas, A., Özyurt, B., İrgil, E., Etiler, N., & Yasin, Y. (2018). Bağışıklama Hakkında Genel Bilgiler. Birinci Basamak Sağlık Çalışanları İçin Aşı Rehberi, 2. Baskı. Ankara, Türk Tabipleri Birliği Yayınları.

Deng, S.Q., Yang, X., Wei, Y., Chen, J.T., Wang, X.J., & Peng, H.J. (2020). A review on dengue vaccine development. *Vaccines*, 2,8(1), 63.

Doherty, M., Buchy, P., Standaert, B., Giaquinto, C., & Prado-Cohrs, D. (2016). Vaccine impact: Benefits for human health. *Vaccine*, 34(52), 6707-6714.

Gür, E. (2019). Vaccine hesitancy-vaccine refusal. *Turkish Archives of Pediatrics*, 54(1), 1.

Hürriyet Kelebek Gazetesi (2015). İkiz Bebeklerine Aşı Yaptırmayan Savcının Hukuk Zaferi. <https://www.hurriyet.com.tr/kelebek/saglik/ikiz-bebeklerine-asi-yaptirmayan-savcininhukuk-zaferi-29343111> Erişim tarihi: 23.09.2024

Orhon, F.Ş. (2020). Genişletilmiş Bağışıklama programına her yönüyle bakış. *Osmangazi Tıp Dergisi Sosyal Pediatri Özel Sayısı*, 6-14.

Parasidis, E., & Opel, D. J. (2017). Parental refusal of childhood vaccines and medical neglect laws. *American journal of public health*, 107(1), 68-71.

Sağlık Bakanlığı (S.B.) Aşı Portalı. (2020). Sağlık Bakanlığı çocukluk dönemi aşı takvimi. <https://asi.saglik.gov.tr/asi/asi-takvimi2>. Erişim Tarihi:28.09.2024.

Sağlık Bakanlığı Aşı Portalı. (2024). Genel bilgiler. <https://asi.saglik.gov.tr/> Erişim tarihi: 28.09.2024

Sağlık Bakanlığı (S.B.). (2009). Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Genişletilmiş Bağışıklama Programı Genelgesi 2009/17 <https://www.saglik.gov.tr/TR-11137/genisletilmis-bagisiklama-programi-genelgesi-2009.html> Erişim Tarihi: 28.09.2024

Sapçı, E., & Güngörmüş, Z. (2021). Çığ gibi büyüyen evrensel sorun: Aşı karışıklığı-aşı reddi ve hemşirelerin sorumlukları. *Journal of Education and Research in Nursing*, 18(3), 352-55.

Sonkaya, Z. İ., & Öztürk, A. (2022). Vaccine hesitancy and refusal: A case study of Amasya. *Turkish Journal of Pediatric Disease*, 17(2), 139-146.

Tanrikulu, Y., & Tanrikulu, G. (2021). Aşı tereddüdü ve ebeveynlerin tutumları. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(2), 199-204.

Mikrobiyoloji. (2024). Temel Bağışıklık. <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeKardes.aspx?F6E10F8892433CFFA79D6F5E6C1B43FFF7D3E2A2B65A29.02> Erişim tarihi:01.10.2024

Turvey, S., & Broide, D. (2009). Innate immunity. *The Journal Of Allergy And Clinical Immunology*, 125(2), 24-32.

Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (TNSA) 2018. (2018). Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması 2018, Kasım 2019. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://fs.hacettepe.edu.tr/hips/dosyalar/Ara%C5%9Ft%C4%B1rmalar%20-%20raporlar/2018%20TNSA/TDHS2018_mainReport_compressed.pdf](https://fs.hacettepe.edu.tr/hips/dosyalar/Ara%C5%9Ft%C4%B1rmalar%20-%20raporlar/2018%20TNSA/TDHS2018_mainReport_compressed.pdf) Erişim tarihi: 27.09.2024

The United Nations Children's Fund (UNICEF). (2023). COVID-19 salgını nedeniyle yaşanan gerilemenin ardından, çocukluk çağı aşılama oranları yeniden artmaya başladı. 2023. https://www.unicef.org/turkiye/basın_bultenleri/covid-19-salgını-nedeniyle-yaşanan-gerilemenin-ardından-çocukluk-çağı-aşılama Erişim tarihi: 27.09.2024

Yücel, Ö. (2021). Tıbbi müdahalelerde onam hakkının sınırı olarak üstün yarar. *İstanbul Hukuk Mecmuası*, 79(2), 441-483.

Yüksel, G. H., & Topuzoğlu, A. (2019). Aşı Redlerinin Artması Ve Aşı Karışıklığını Etkileyen Faktörler. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 4(2), 244-258.

World Health Organization (WHO). (2019). Vaccination European Commission and World Health Organization Join Forces to Promote the Benefits of Vaccines (2019). Vaccination: European Commission and World Health Organization join forces to promote the benefits of vaccines Erişim tarihi: 28.09.2024

World Health Organization (WHO). (2023). Immunization Coverage <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverage> Erişim tarihi: 27.09.2024

World Health Organization (WHO). (2023). Vaccines and immunization: Vaccine safety. <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/vaccines-and-immunization-what-is-vaccination> Erişim tarihi: 27.09.2024

World Health Organization (WHO). (2020). WHO vaccine-preventable diseases: monitoring system. 2020 global summary. https://apps.who.int/immunization_monitoring/globalsummary/incidences?c=TUR Erişim Tarihi:26.09.2024.

**THE RELATIONSHIP BETWEEN MINDFULNESS AND SYMPTOM
MANAGEMENT FOR SELF-EFFICACY IN INDIVIDUALS WITH CHRONIC
ILLNESS**

**KRONİK HASTALIĞI OLAN BİREYLERDE ÖZ-YETERLİLİK İÇİN SEMPTOM
YÖNETİMİNİN BİLİNÇLİ FARKINDALIKLA İLİŞKİSİ**

Tuğba SARI¹, Merve ÇAYIR YILMAZ²,

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0000-0003-2018-1593>

²Dr. Öğr. Üyesi, Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0000-0002-8576-4127>

ÖZET

Amaç: Bu araştırma kronik hastalığı olan bireylerde öz-yeterlilik için semptom yönetiminin bilinçli farkındalıkla ilişkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Yöntem: Tanımlayıcı nitelikteki bu araştırma bir devlet hastanesinin dahili ve cerrahi kliniklerinde yatan 175 kronik hastalığı olan birey ile yürütülmüştür. Araştırma verileri Mart-Haziran 2024 tarihleri arasında katılımcıların sosyo-demografik ve hastalıkları ile ilgili bilgilerini içeren Tanıtıcı Bilgi Formu, Öz-Yeterlik İçin Semptom Yönetimi Ölçeği ve Bilinçli Farkındalık Ölçeği kullanılarak toplanmıştır.

Bulgular: Kronik hastalığı olan bireylerin yaş ortalaması 68.43 ± 13.20 , ilk kronik hastalığın tanı süresi ortalaması 14.34 ± 10.24 ve rutinde kullanılan ilaç sayısı ortalaması 4.56 ± 3.07 bulunmuştur. Kronik hastalığı olan bireylerin Öz-Yeterlik İçin Semptom Yönetimi Ölçeği puan ortalamasının 59.70 ± 18.30 , Bilinçli Farkındalık Ölçeği puan ortalamasının ise 60.82 ± 11.74 olduğu saptanmış olup bilinçli farkındalık düzeyinin okur-yazar olan bireylere göre ortaöğretim- yükseköğretim mezunu bireylerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca öz-yeterlilik için semptom yönetimi ile ilk kronik hastalığın tanı süresi arasında negatif ($r = -0.418$; $p < 0,01$), rutinde kullanılan ilaç sayısı arasında pozitif ($r = 0.247$; $p < 0,01$) bir ilişki olduğu bulunmuştur. Yapılan doğrusal regresyon analizi sonucuna göre ise bilinçli farkındalığın, öz-yeterlilik için semptom yönetimine pozitif yönde anlamlı bir etkisinin olduğu saptanmıştır ($t = 14.893$; $p < 0.001$).

Sonuç: Kronik hastalığı olan bireylerin öz-yeterlilik için semptom yönetimlerinin ve bilinçli farkındalıklarının orta düzeyde olduğu bulunmuştur. Bireylerin öz-yeterlilik için semptom yönetimlerinin; ilk kronik hastalık tanı süresi arttıkça azaldığı, rutinde kullanılan ilaç sayısı arttıkça arttığı belirlenmiştir. Ayrıca bireylerdeki artan bilinçli farkındalığın öz-yeterlilik için semptom yönetimini arttırdığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilinçli farkındalık, kronik hastalıklar, öz-yeterlilik, semptom yönetimi.

SUMMARY

Objective: This study was conducted to determine the relationship between mindfulness and symptom management for self-efficacy in individuals with chronic disease.

Method: This descriptive study was conducted with 175 individuals with chronic diseases hospitalized in the internal and surgical clinics of a state hospital. The data were collected between March and June 2024 using a Descriptive Information Form including socio-demographic and disease-related information, Symptom Management for Self-Efficacy Scale and Mindfulness Scale.

Results: The mean age of individuals with chronic disease was 68.43 ± 13.20 years, the mean duration of the first diagnosis of chronic disease was 14.34 ± 10.24 years, and the mean number of medications used routinely was 4.56 ± 3.07 years. The mean score of the Symptom Management Scale for Self-Efficacy and the mean score of the Mindfulness Scale were found to be 59.70 ± 18.30 and 60.82 ± 11.74 , respectively, and it was determined that the level of mindfulness was higher in individuals with secondary and higher education graduates compared to literate individuals. In addition, it was found that there was a negative relationship between symptom management for self-efficacy and the duration of diagnosis of the first chronic disease ($r = -0.418$; $p < 0.01$) and a positive relationship between the number of medications used in routine ($r = 0.247$; $p < 0.01$). According to the results of linear regression analysis, it was found that mindfulness had a significant positive effect on self-efficacy for symptom management ($p < 0.05$).

Conclusion: Symptom management for self-efficacy and mindfulness of individuals with chronic diseases were found to be at a moderate level. Individuals' symptom management for self-efficacy decreased as the duration of the first chronic disease diagnosis increased, and increased as the number of medications used in routine increased. It was also found that increased mindfulness in individuals increased symptom management for self-efficacy.

Keywords: Mindfulness, chronic diseases, self-efficacy, symptom management.

FEAR OF OLD AGE AND DEATH ANXIETY IN CAREGIVERS OF THE ELDERLY YAŞLI BİREYLERE BAKIM VERENLERDE YAŞLILIK DÖNEMİ KORKUSU VE ÖLÜM KAYGISI

Kübra SARI¹, Merve ÇAYIR YILMAZ²

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0009-0003-7071-5474>

² Dr. Öğr. Üyesi, Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0000-0002-8576-4127>

ÖZET

Amaç: Yaşlılığın ölüme daha yakın bir evre olarak kabul edilmesi ve bu dönemde deneyimlenen sorun sayısının fazlalığı bakım verenlerde yaşlılık dönemine dair korkuya neden olmaktadır. Bakım vermenin getirdiği yük ve buna bağlı psikolojik sıkıntı konusundaki farkındalığın artmasına rağmen, bakım verenlerde ölüm kaygısının incelendiği çalışma sayısı sınırlıdır. Bu araştırma, yaşlı bireylere bakım verenlerde yaşlılık dönemi korkusunun ve ölüm kaygısının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Yöntem: Tanımlayıcı nitelikteki bu araştırma bir devlet hastanesinin dahili ve cerrahi kliniklerinde yatan yaşlı bireylere bakım veren 143 birey ile yürütülmüştür. Araştırma verileri Mart-Haziran 2024 tarihleri arasında katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini içeren Kişisel Bilgi Formu, Yaşlılık Dönemi Korkusu Ölçeği ve Templer'in Ölüm Kaygısı Ölçeği kullanılarak toplanmıştır.

Bulgular: Yaşlı bireylere bakım veren bireylerin yaş ortalaması 51.56 ± 9.79 bulunmuştur. Bakım veren bireylerin Yaşlılık Dönemi Korkusu Ölçeği puan ortalamasının 32.76 ± 8.95 , Templer'in Ölüm Kaygısı Ölçeği puan ortalamasının 60.53 ± 17.88 olduğu belirlenmiştir. Yaş ile yaşlılık dönemi korkusu arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır ($r=0.0196$; $p<0,05$). Yapılan doğrusal regresyon analizi sonucuna göre ise yaşlılık dönemi korkusunun, ölüm kaygısına pozitif yönde anlamlı bir etkisinin olduğu belirlenmiştir ($t=6.195$; $p<0.001$).

Sonuç: Yaşlı bireylere bakım veren bireylerin yaşlılık dönemi korkularının ve ölüm kaygılarının orta düzeyde olduğu bulunmuş olup yaş arttıkça yaşlılık dönemi korkusunun arttığı belirlenmiştir. Ayrıca bireylerdeki yaşlılık dönemi korkusunun ölüm kaygısını arttırdığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bakım veren, ölüm kaygısı, yaşlı birey, yaşlılık dönemi korkusu.

SUMMARY

Objective: The fact that old age is considered as a stage closer to death and the number of problems experienced during this period causes fear in caregivers about old age. Despite the increasing awareness of the burden of caregiving and related psychological distress, the number of studies examining death anxiety in caregivers is limited. This study was conducted to determine the fear of old age and death anxiety in caregivers of elderly individuals.

Method: This descriptive study was conducted with 143 caregivers of elderly individuals hospitalized in the internal and surgical clinics of a state hospital. The data were collected between March and June 2024 using the Personal Information Form including the socio-demographic characteristics of the participants, the Fear of Old Age Scale and Templer's Death Anxiety Scale.

Results: The mean age of caregivers of elderly individuals was 51.56 ± 9.79 years. The mean score of the Fear of Old Age Scale was 32.76 ± 8.95 and the mean score of Templer's Death Anxiety Scale was 60.53 ± 17.88 . There was a significant positive correlation between age and fear of old age ($r=0.0196$; $p<0.05$). According to the results of linear regression analysis, it was found that fear of old age had a significant positive effect on death anxiety ($t=6.195$; $p<0.001$).

Conclusion: It was found that the fear of old age and death anxiety of caregivers of elderly individuals were at a moderate level, and it was determined that the fear of old age increased with increasing age. In addition, it was determined that fear of old age increased death anxiety in individuals.

Keywords: Caregiver, death anxiety, elderly individual, fear of old age.

PARENTS' VIEWS ON PEDIATRIC NURSES' CARING BEHAVIORS:**A QUALITATIVE STUDY****EBEVEYNLERİN PEDIATRİ HEMŞİRELERİNİN BAKIM DAVRANIŞLARINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ: NİTEL ÇALIŞMA**

Sevinç AKKOYUN¹, Fatma TAŞ ARSLAN²

¹Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Konya/Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-0557-9413

²Prof.Dr., Selçuk Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği ABD, Konya/Türkiye, ORCID ID: 0000-0001-5584-6933

Abstract

Aim: The purpose of the study is to determine the views of parents on the care behaviors of pediatric nurses.

Method: Qualitative research method was used in the study. Data were collected through individual in-depth interviews in July 2024. An introductory information form and a semi-structured interview form were used as data collection tools. Individual interviews were conducted in the hospital with the participation of two researchers. Note-taking techniques and a voice recorder were used during the interviews. Data were analyzed using the content analysis method.

Results: The data obtained from the study were classified using the theme and category method. Four main themes were determined in the findings as “defining care”, “care practices”, “expectations from nurses in care” and “the place of the family in care”. It was determined that parents defined care as feeding, changing diapers and putting the child to sleep; nurses' care practices as measuring vital signs, administering medication and asking about pain; expectations from nurses in care as providing information, spending more time and valuing; and the place of the family in care as the importance of the family and the necessity of not being separated from the child.

Conclusions: As a result of the study, the parents' views on the definition of care, care practices, expectations from nurses in care, and the place of the family in care were determined. In the study, it was found that parents knew the care practices of the nurses providing care as measuring vital signs, administering medication, and asking about pain, that they expected the nurses to provide information, spend more time with them, and value them, and that the majority of them had the opinion that the family was important in care and that they should not be separated from their children.

Keywords: care behavior, child, parent, nurse, qualitative study

Özet

Amaç: Çalışmanın amacı ebeveynlerin pediatri hemşirelerinin bakım davranışlarına yönelik görüşlerinin belirlenmesidir.

Yöntem: Çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanıldı. Çalışmanın örneklem grubunu, bir Tıp Fakültesi Hastanesinde çocuğu yatan, çalışmaya gönüllü katılan toplam 8 ebeveyn oluşturdu. Veriler, Temmuz 2024’de bireysel derinlemesine görüşme yapılarak toplandı. Veri toplama araçları olarak tanıtıcı bilgi formu ve yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanıldı. Bireysel görüşmeler hastane içerisinde iki araştırmacının katılımıyla gerçekleştirildi. Görüşmelerde not tutma tekniği ve ses kaydı cihazı kullanıldı. Veriler, içerik analizi yöntemi ile analiz edildi.

Bulgular: Çalışmadan elde edilen veriler, tema ve kategori yöntemi ile sınıflandırıldı. Bulgularda “bakımı tanımlama”, “bakım uygulamaları”, “bakımda hemşirelerden beklentiler” ve “bakımda ailenin yeri” olarak dört ana tema belirlendi. Ebeveynlerin bakımın tanımını, beslemek, alt değiştirme ve uyutma olarak; hemşirelerin bakım uygulamalarını, vital bulguların ölçülmesi, ilaç uygulama ve ağrısını sorma olarak; bakımda hemşirelerden beklentileri, bilgi verme, daha uzun vakit geçirme ve değer verme olarak; bakımda ailenin yerini, ailenin önemli olduğu ve çocuğundan ayrılmaması gerektiği olarak ifade ettikleri belirlendi.

Sonuç: Çalışmanın sonucunda, ebeveynlerin bakımın tanımı, bakım uygulamaları, bakımda hemşirelerden beklentiler ve bakımda ailenin yerine yönelik görüşleri belirlenmiştir. Çalışmada ebeveynlerin bakım veren hemşirelerin bakım uygulamalarını vital bulguların ölçülmesi, ilaç uygulama ve ağrısını sorma olarak bildiği, hemşirelerden bilgi vermelerini, daha uzun vakit geçirmelerini, değer vermelerini bekledikleri, çoğunluğu bakımda ailenin önemli olduğu ve çocuğundan ayrılmaması gerektiği görüşlerine sahip oldukları bulundu.

Anahtar Kelimeler: bakım davranışı, çocuk, ebeveyn, hemşire, nitel çalışma

1. INTRODUCTION

Care is considered a fundamental nursing value (Turkel et al., 2018, Gierach et al., 2019). Caring is a way for nurses to relate to others and to be a nurse (Watson, 2009; Fenizia et al., 2019). Caring is the activity that includes all practices aimed at caring for individuals in need of care, especially patients or children. Caring includes the family and the community (Holopainen et al., 2019; Fenizia et al., 2022). Nurses' behaviors show that they can show attention to the needs of each patient through respect, support and understanding, while also helping to protect their dignity (Watson, 2012). Such behaviors are defined as caring behaviors, which constitute an observable indicator of the broader dimension of care. In addition, caring behaviors are indicators of the quality of healthcare services (Edvardsson et al., 2017; Fenizia et al., 2022).

The hospitalization of a child affects both the child and the family. It can completely disrupt daily family and social activities and cause psychological and emotional harm (Balliot et al., 2019; Dionne-Odom et al., 2019; Maslak et al., 2019). One of the basic supports provided to these families and children is to help protect their well-being by interacting with pediatric nurses. Therefore, it is important to know which care elements will have an effect on pediatric patients and how they can provide the best care for these children (Wilson et al., 2018; Fenizia et al., 2022). Pediatric nurses provide care, including family-centered care, from the beginning to the end of childhood. In addition, they evaluate the psychological, physical, and emotional needs of the child and their family while providing care. Since each child's developmental level is different, they react differently during the illness and hospitalization process, and the determination and implementation of these reactions according to the child's developmental level should be included in nursing care (Çavuşoğlu, 2019).

Collaboration and trust between pediatric nurses and children's parents is an important factor in the care and recovery of hospitalized children. Collaboration contributes to the provision of optimal nursing care for hospitalized children. Providing care in collaboration with the parents

of hospitalized children is an effective way to ensure the quality of nursing care provided to hospitalized children, regardless of whether the parents are at the bedside (Yoo and Cho, 2020). It is important to determine the views of parents on the care behaviors of pediatric nurses. The family should be included in the care behaviors provided to children. It is thought that determining the views of parents on the care behaviors of pediatric nurses will contribute to this field.

The purpose of this study is to determine the views of parents on the care behaviors of pediatric nurses.

2. METHOD

2.1. Study design

The study used a qualitative research method. The study was reported according to the COREQ Checklist (Tong et al., 2007). The research was conducted at Selcuk University Medical Faculty Hospital.

2.2. Sample

The universe of the study consists of parents of sick children in the inpatient clinics of Selcuk University Medical Faculty Hospital. Although there is no definite rule or clear numbers regarding predetermining the sample size in qualitative studies, it is recommended to select people until the level of saturation and excess is reached in the statements of the participants interviewed within the scope of the study (Lincoln and Guba, 1985; Liehr et al., 2005; Polit and Beck, 2013). The study was conducted with parents who participated voluntarily. Participants were recruited until data saturation was achieved. A total of 8 parents were recruited as participants.

The age range of the participants was 24-40 years, 6 were female and 2 were male. It was determined that 5 of the participants were university graduates and 6 were employed (Table 1).

Table 1. Demographic characteristics of the participants (n = 8)

Participants	Age	Gender	Education Status	Working Status	The clinic where the child is admitted
P1	24	Female	High school	No	Children's clinical
P2	29	Female	High school	Yes	Pediatric surgery clinical
P3	35	Female	University	Yes	Pediatric surgery clinical
P4	37	Male	University	Yes	Children's clinical
P5	30	Male	University	Yes	Children's clinical
P6	40	Female	University	Yes	Pediatric surgery clinical
P7	38	Female	High school	No	Children's clinical
P8	27	Female	University	Yes	Pediatric surgery clinical

2.3. Inclusion and exclusion criteria

Inclusion criteria: (1) Parents whose children are hospitalized in the children's clinics of Selçuk University Medical Faculty Hospital, (2) Parents who have been hospitalized in the clinic for at least two days. **Exclusion criteria:** (1) not willing to participate in the study, (2) The child is in the terminal stage.

2.4. Data collection tool

Introductory information form and semi-structured interview form were used as data collection tools.

Parent Information Form; consists of questions including socio-demographic characteristics of the participants (proximity to the child, age, education status, employment status, clinic where the child is hospitalized).

Semi-structured interview form; There are 5 questions in the semi-structured interview form. The questions were created by the researchers in line with the literature (Yoo and Cho, 2020; Fenizia et al., 2022). Expert opinions were obtained from specialist physicians, academic nurses and nurses working in the pediatric ward regarding the relevant questions.

Questions included in the semi-structured interview form:

1. What does “care” mean to you?
2. What kind of care do nurses provide to your child?
3. What are your expectations from nurses who provide care to your child?
4. How do you evaluate the care provided by nurses?
5. What do you think about the family’s involvement in your child’s care?

2.5. Data collection

Before data collection, the study was explained to the parents and a voluntary informed consent form was signed by the parents who accepted the study. Data were collected in the interview using a parent information form and a semi-structured interview form in July 2024. Individual in-depth interviews were conducted to collect data. In-depth interviews are open-ended, exploratory methods. The purpose of the interview is to explore the interviewer's feelings, perspectives, and perspectives in depth (Baş et al., 2008). Individual interviews were conducted in a suitable meeting room within the hospital with the participation of the researcher. Note-taking techniques were used in the interviews. Each interview lasted approximately 15-20 minutes. The data collection process was terminated when participants made similar statements during individual interviews and data saturation was achieved. Data confirmation was made from the participants at the end of each interview. Participants were coded without giving their names, based on confidentiality.

2.6. Inter-rater reliability

In the scope of the study, after the themes were created according to the participants' opinions in the semi-structured interview form, member checking was performed. In addition, after the study was completed, it was read by an independent researcher and feedback was received (peer debriefing) (Yıldırım and Şimşek, 2013).

2.7. Statistical Analysis

The qualitative data obtained were analyzed by the researchers using the content analysis method. Content analysis enables the discovery of unknown themes and dimensions that require

in-depth data analysis (Yıldırım and Şimşek, 2013). The aim of content analysis is to reach concepts that can explain the collected data and the relationships between concepts (Erdoğan, 2014). In content analysis, the content of the document is classified by placing it under appropriate themes (categories). Themes are structures that encompass the units of analysis. Coding serves as a dictionary in the analysis of documents (Akturan, 2013). In the study, a code list was created independently by both researchers, the data were coded, and appropriate themes were created.

2.8. Ethical aspects

Permission was obtained from the Selcuk University Faculty of Nursing Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee for the study (Decision number: 2024/60). Permission was obtained from Selcuk University Faculty of Medicine Hospital for the study. Before the data were collected, the study was explained to the parents and a voluntary informed consent form was signed.

3. RESULTS

Based on the questions in the semi-structured interview form, the qualitative findings were determined in the form of 5 themes. These themes are; “defining care”, “care practices”, “expectations from nurses in care” and “the place of the family in care”.

3.1. Theme 1: Diagnosing care

The majority of parents expressed the concept of care as feeding, changing diapers and putting them to sleep.

“Care is the process of feeding the child, putting them to sleep, changing their diaper” (P1)

“It is everything we do as mothers and fathers to ensure that the child is calm, peaceful and happy” (P4)

“It is doing everything the child needs, including basic needs such as eating, drinking and sleeping” (P6)

“Doing everything as a mother for young children who cannot do their own work. Feeding, putting them to sleep, changing their diapers and bathing them is care” (P2)

3.2. Theme 2: Care practices

The majority of parents expressed the care provided by nurses as measuring vital signs, administering medication, and asking about pain.

“Nurses measured my child’s temperature and pulse, and checked his/her breathing” (P8)

“When it was time for medication, they administered medication” (P7)

“Nurses frequently asked about my child’s pain, administered medication when he/she was in pain, and checked his/her temperature and pulse” (P5)

“Nurses measured my child’s temperature and counted his/her pulse every day” (P3)

3.3. Theme 3: Expectations from nurses in care

The majority of parents stated that they expect nurses to provide information, spend more time with us and value us.

“When the nurses come to the room, I have questions that I can’t ask if they stay with us a little longer” (P1)

“This is our first time in the hospital, if they give us more information about the procedure they are doing, we will feel more relaxed, otherwise I am very nervous and this is reflected in the child” (P4)

“They looked after everything for my child, reduced his pain, if they talked to us a little more, we would feel better” (P6)

“They look after a lot of patients, that’s why he gets very tired, I wish they would look after fewer patients, give us more information so we could talk more” (P8)

3.4. Theme 4: The role of the family in care

The majority of parents stated that the family is important in care and should not be separated from their child.

“If I am not with my child, he/she gets very scared, I have to be with him/her in the hospital and I have to be with him/her during the care given by the nurses” (P2)

“When the nurse touches my child, he/she cries a lot, I have to be with him/her during every procedure, I know how to calm my child down” (P3)

“It would be great if we and the nurses could do the care together, I would learn things I don’t know” (P7)

“Everything done to my child should be done by me or his/her mother, he/she gets scared and cries when there are people he/she doesn’t know” (P5)

4. DISCUSSION

In this study, parents' views on the care behaviors of pediatric nurses were examined in depth. In our study, the themes of "defining care", "care practices", "expectations from nurses in care" and "the place of the family in care" were formed in line with the views of parents on the care behaviors of pediatric nurses.

When parents' definitions of care were examined, the definition of care was stated as feeding the child, changing diapers and putting him to sleep. Care is a series of activities that include all interactions aimed at looking after individuals in need of care, especially patients or children (Enzman Hines and Gaughan, 2017; Duffy, 2018; Holopainen et al., 2019; Feniza et al., 2022). In the study, it was determined that parents thought that care should be given to younger children. In the definition of care, they stated the most frequent care they gave to their children.

When parents' care practices were examined, they stated that the care given by nurses was measuring vital signs, administering medication and asking about pain. The participants in the study were parents whose children were hospitalized in the pediatric ward and pediatric surgical ward. Compared to children in these intensive care units, pediatric patients whose general conditions were better were followed up in the wards. Nursing care may be more noticeable to families in clinics where critically ill patients are followed up, such as intensive care units. Therefore, the answers given by parents in the study were quite limited.

When parents' expectations from nurses during care were examined, it was stated that they expected nurses to provide information, spend more time with them, and value them. The hospitalization of a child is a situation that affects both the child and the family. It can cause the family's daily and social activities to change and be affected psychologically and emotionally. Parents experience fear and anxiety due to many situations such as hospitalization, the disease process, not knowing the tests and procedures performed, and procedural procedures. In many hospitals, they try to minimize these effects by allowing the family to

accompany the child during his/her hospital stay and by providing support to the family throughout the process (Dionne-Odom et al., 2019; Fenizia et al., 2022). The roles of nurses are important in reducing the fear and anxiety experienced by the family during the hospitalization process. In particular, families want to receive information about what is done during care. Pediatric nurses may have to care for many child patients, which can cause stress (Busch et al., 2019). The answers given by the parents in the study were in this direction.

When the role of the family in the care of parents is examined, it is stated that the family is important in care and should not be separated from the child. Care is comprehensive; it includes the family and the community (Enzman Hines and Gaughan, 2017; Duffy, 2018; Holopainen et al., 2019). Children may experience fear and anxiety because they do not know or understand the procedures performed. Nursing care for children should be with the participation of the child and the family. In this way, it will help both the child and the family to adapt to the hospital (Alinejad-Naeini et al., 2024). The involvement of the family in the care by nurses increases the satisfaction of the parents (Tasalim et al., 2021; Rifai et al., 2024). The care behaviors of nurses are effective in reducing anxiety levels (Nurani et al., 2022; Rifai et al., 2024).

5. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Care in pediatric patients is an important issue. As a result of the study, the parents' views on the definition of care, care practices, expectations from nurses in care, and the place of the family in care were determined. In line with these results, the importance of the care behaviors of pediatric nurses was determined.

There is no scale that can be used to evaluate the behaviors of pediatric nurses. Scales can be developed in this area. In this way, it will be easier to determine the behaviors of pediatric nurses. In addition, conducting studies to determine the views of parents whose children are hospitalized in clinics where critically ill patients are followed, such as hematology, oncology, and intensive care, will also make significant contributions to the field.

6. REFERENCES

Akturan, U. (2013). Nitel araştırma yöntemleri. In Baş T, Akturan U, editors. Doküman incelemesi. 2nd ed. Ankara: Seçkin yayıncılık.

Alinejad-Naeini, M., Sharif Nia, H., & Kermani, M. (2024). The mediating role of emotional intelligence in the relationship of professional quality of life with caring behaviors in pediatric nurses: A path analysis. *Journal of Human Behavior in the Social Environment*, 34(4), 605-618.

Balliot, J., Morgan, M., & Cherven, B. (2019). Caring for the pediatric, adolescent, or young adult patient with acute lymphoblastic leukemia. In *Seminars in Oncology Nursing*, 35(6),150956.

Baş, T., Usta, Y., Uyar, E. (2008). In-depth interview. In Baş T, Akturan U, editors. Nitel araştırma yöntemleri nvivo ile nitel veri analizi. 1st ed. Ankara: Seçkin Yayıncılık San ve Tic AŞ.

Busch, I. M., Moretti, F., Travaini, G., Wu, A. W., & Rimondini, M. (2019). Humanization of care: Key elements identified by patients, caregivers, and h hcare providers. A Systematic Review. *The Patient*, 12(5), 461-474.

Çavuşoğlu, H. (2019). Çocuk Sağlığı Hemşireliği. 12. Baskı, Sistem Ofset.

- Dionne-Odom, J. N., Currie, E. R., Johnston, E. E., & Rosenberg, A. R. (2019). Supporting family caregivers of adult and pediatric persons with leukemia. In *Seminars in oncology nursing* (Vol. 35, No. 6, p. 150954).
- Duffy, J. R. (2018). *Quality caring in nursing and health systems. Implication for clinicians, educators, and leaders* (3rd ed.). Springer Publishing Company.
- Edvardsson, D., Watt, E., & Pearce, F. (2017). Patient experiences of caring and person-centredness are associated with perceived nursing care quality. *Journal of advanced nursing*, 73(1), 217-227.
- Erdoğan, S. (2014) Nitel araştırmalar. In Erdoğan S, Nahcivan N, Esin MN, editors. *Hemşirelikte Araştırma*. 1st ed. İstanbul: İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Enzman Hines, M., & Gaughan, J. (2017). Advanced holistic nursing practice narratives: A view of caring praxis. *Journal of Holistic Nursing: Official Journal of the American Holistic Nurses' Association*, 35(4), 328–341.
- Fenizia, E., Marchetti, A., Biagioli, V., Romano, M. C., Raso, A., Gambera, A., ... & Piredda, M. (2019). Psychometric testing of the Caring Behaviors Inventory for nursing students. *Journal of Clinical Nursing*, 28(19-20), 3567-3574.
- Fenizia, E., Marchese, C., La Spina, M., Coppola, L., Rostagno, E., Castaing, M., ... & Russo, G. (2022). Pediatric Version of the Nurse Caring Behavior Scale: A Cross-Sectional Study in Pediatric Hemato-Oncology Centers. *Journal of Nursing Measurement*, 31(3), 404-411.
- Gierach, M., Knuppe, M., Winterboer, V., & Randall, R. (2019). Creating a culture of caring: A collaborative academic-practice approach to clinical education. In *Nursing forum*, 54 (3); 386-391.
- Holopainen, G., Nyström, L., & Kasén, A. (2019). The caring encounter in nursing. *Nursing ethics*, 26(1), 7-16.
- Lincoln, Y., Guba, E. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Liehr, P., Marcus, M., Cameron, C. (2005). *Qualitative approaches to research*. Cameron C, Sing MD, editors. *Nursing Research in Canada, Methods, Critical Appraisal and Utilization*. Elsevier Canada: A Division of Harcourt Canada Ltd.
- Maslak, K., Favara-Scacco, C., Barchitta, M., Agodi, A., Astuto, M., Scalisi, R., ... & Di Cataldo, A. (2019). General anesthesia, conscious sedation, or nothing: Decision-making by children during painful procedures. *Pediatric Blood & Cancer*, 66(5), e27600.
- Nurani, I., Firdaus, A. D., & Maulidia, R. (2022). Relationship Between Nurse Caring and Parents Anxiety Level in Children Who Has Hospitalized Based on Approach Swanson Theory. *Jurnal Keperawatan dan Fisioterapi (JKF)*, 4(2), 163-171.
- Polit, D.F., Beck, C.T. (2013). *Essentials of nursing research: Appraising evidence for nursing practice*, 8th Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Rifai, SI, Mukaromah, RS, Nugraha, D. ve Fuadah, NT (2024). Hemşirelerin Bakım Davranışı, Ebeveyn Kaygısı ve Pediatrik Yatan Hasta Savaşındaki Memnuniyeti. *Endonezya Küresel Sağlık Araştırmaları Dergisi*, 6 (1), 213-222.
- Tasalim, R., Basit, M., & Agustina, R. (2021). Nurse Caring Attitude Relationships with Parents Patient Satisfaction Level in Public Hospitals Pambalah Batung Amuntai. *International Journal of Clinical Inventions and Medical Sciences (IJCIMS)*, 3(2), 78-85.

- Tong, A., Sainsbury, P., Craig, J. (2007). Consolidated criteria for reporting qualitative research (COREQ): a 32-item checklist for interviews and focus groups. *International Journal for Quality in Health Care*, 19(6): 349-357.
- Turkel, M. C., Watson, J., & Giovannoni, J. (2018). Caring science or science of caring. *Nursing Science Quarterly*, 31(1), 66-71.
- Watson, J. (2009). *Assessing and measuring caring in nursing and health science* (2nd ed.). Springer Publishing Company.
- Watson, J. (2012). *Human caring science. A theory of nursing*. Jones & Barlett Learning.
- Wilson Smith, M. G., Sachse, K., & Perry, M. T. (2018). Road to Home Program: a performance improvement initiative to increase family and nurse satisfaction with the discharge education process for newly diagnosed pediatric oncology patients. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 35(5), 368-374.
- Yıldırım, A., Şimsek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık San ve Tic AŞ.
- Yoo, S. Y., & Cho, H. (2020). Exploring the influences of nurses' partnership with parents, attitude to families' importance in nursing care, and professional self-efficacy on quality of pediatric nursing care: A path model. *International journal of environmental research and public health*, 17(15), 5452.

**MOBILIZATION IN PEDIATRIC PATIENTS IN THE POSTOPERATIVE PERIOD
POSTOPERATİF DÖNEMDE ÇOCUK HASTALARDA MOBİLİZASYON****Sevinç AKKOYUN****Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Konya/Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-0557-9413****Abstract**

Mobilization is an important part of postoperative care. Early mobilization is included in the strategies of ERAS (Enhanced Recovery After Surgery Society), a multidisciplinary approach to patient management in the perioperative period that aims to rapidly improve the patient's functional status, to ensure accelerated recovery and early discharge from the hospital. It is recommended to start mobilization as soon as possible to ensure homeostatic balance and prevent complications in the postoperative period. Early mobilization has many positive effects such as reducing postoperative complications, accelerating recovery, providing early nutrition and improving the patient's quality of life. It is essential to ensure the mobilization of pediatric patients in the postoperative period. Mobilization is not easy to achieve in children. It is necessary to increase their compliance with mobilization. In children, the anxiety that mobilization will cause pain decreases their desire to move, and as a result, their recovery process is delayed and their hospital stay may increase. In order to reduce children's anxiety and increase their compliance with mobilization, it is recommended to implement family-centered care approaches and ERAS protocols, to cooperate with the child, and to implement practices such as games or distraction according to the child's age group. There are very few suggestions on how to provide early mobilization in children in the postoperative period. Various strategies such as using attractive materials and making it fun have been effective in children. In addition, insufficient number of nurses in the postoperative period, lack of information, and the presence of a nasogastric tube and drainage in the patient are among the situations that may prevent mobilization. There are limited studies examining practices that encourage mobilization in the postoperative period and early postoperative mobilization in children.

Keywords: mobilization, pediatric, postoperative**Özet**

Mobilizasyon postoperatif dönemde bakımın önemli bir parçasıdır. Hastanın fonksiyonel durumunun hızla iyileşmesini hedefleyen perioperatif dönemde hasta yönetimine yönelik multidisipliner bir yaklaşım olan ERAS (Enhanced Recovery After Surgery Society) stratejilerinde hızlandırılmış iyileşme ve hastaneden erken taburcu olma sağlamak için erken mobilizasyon yer almaktadır. Postoperatif dönemde homeostatik dengenin sağlanması, komplikasyonların önlenmesi için mümkün olan en kısa sürede mobilizasyonun başlatılması önerilmektedir. Erken mobilizasyonun, postoperatif komplikasyonları azaltma, iyileşmeyi hızlandırma, erken dönemde beslenmeyi sağlama ve hastanın yaşam kalitesini artırması gibi birçok olumlu etkisi vardır. Çocuk hastaların postoperatif dönemde mobilizasyonunu sağlamak esastır. Çocuklarda mobilizasyonun sağlanması kolay olmamaktadır. Mobilizasyona uyumunun artırılması gereklidir. Çocuklarda mobilizasyonun ağrıya sebep olacağı kaygısı hareket etme isteklerini azalmakta buna bağlı olarak iyileşme süreçleri gecikmekte ve hastanede

kalış süreleri artabilmektedir. Çocukların anksiyetelerini azaltmak ve mobilizasyona uyumlarını artırmak için aile merkezli bakım yaklaşımlarının ve ERAS protokollerinin uygulanması, çocuk ile iş birliği yapmak, çocuğun yaş grubuna göre oyun veya dikkati başka yöne çekme gibi uygulamaların yapılması önerilmektedir. Postoperatif dönemde erken mobilizasyonun çocuklarda nasıl sağlanacağına dair öneri oldukça azdır. Çocuklarda dikkat çekici materyallerin kullanılması ve eğlenceli hale getirilmesi gibi çeşitli stratejiler etkili olmuştur. Ayrıca postoperatif dönemde hemşire sayısını yetersizliği, bilgi eksikliği, hastada nazogastrik tüp ve drenajın olması gibi durumlarda mobilizasyona engel olabilecek durumlar arasında yer almaktadır. Çocuklarda postoperatif dönemde mobilizasyonu teşvik eden uygulamaları ve erken postoperatif mobilizasyonu inceleyen sınırlı çalışma vardır.

Anahtar kelimeler: mobilizasyon, pediatrik, postoperatif

1. INTRODUCTION

Mobilization is defined as “physical activity sufficient to elicit acute physiological effects that enhance ventilation, central and peripheral perfusion, circulation, muscle metabolism, and alertness and that counteract venous stasis and deep vein thrombosis.” (Cameron et al., 2015). Mobilization is considered an important aspect of postoperative care. In particular, early initiation is recommended. The Enhanced Recovery After Surgery Society (ERAS) attaches importance to early mobilization in its perioperative care guidelines (Castelino et al., 2016).

Postoperative mobilization regulates respiration, increases intestinal peristalsis, improves gastrointestinal system functions, reduces abdominal distension, strengthens muscle contraction, increases venous return to the extremities, and reduces the risk of thrombophlebitis (Dolgun et al., 2017; Cuello-Garcia et al., 2018; Owens and Tapley 2018; Tsuboi et al., 2019). It is essential to ensure that children are mobilized after surgery and to increase their mobilization time. However, strategies to encourage compliance with mobilization are very few in children. There are many obstacles to mobilizing children (Herbsman et al., 2020). It is recommended that approaches to increase compliance be developed. Mobilization is one of the most important situations that can cause anxiety in children in the postoperative period. Anxiety that children will experience trauma due to mobilization can lead to prejudice against mobilization in children, and this anxiety can prevent children from standing up early (Topçu et al., 2023). By implementing family-centered approaches, informing the child and parents about mobilization before surgery and explaining ERAS protocols can increase compliance with mobilization and duration (Roberts et al., 2020). Practices and recommendations for providing mobilization to children, especially in the postoperative period, are quite few.

1.1. ERAS (Enhanced Recovery After Surgery Society)

ERAS (Enhanced Recovery After Surgery Society) is a multidisciplinary approach to patient management in the perioperative period, aiming at the rapid improvement of the patient's functional status (Kehlet et al., 2019; Salaün et al., 2021). As a multidisciplinary approach, ERAS includes preoperative counseling, limitation of narcotics, limited intravenous (IV) fluid intake, prevention of postoperative nausea and vomiting, early enteral intake, early mobilization, limited narcotic use, non-routine surgical drainage, and reduction of tube use. ERAS strategies have been developed to provide accelerated recovery and early discharge from the hospital (Arena et al., 2021; Dagorno et al., 2021). Early mobilisation is an important component of the enhanced surgical recovery pathway, and patients who mobilise as part of the ERAS pathway are more likely to be mobilised (Rafeeqi and Pearson, 2021).

Implementation of ERAS guidelines is key to reducing hospital length of stay and costs through early mobilization, early feeding, and early discharge. Increasing evidence of its benefits has encouraged its application in children and adolescents, and its successful application in pediatric surgery has been described. Despite these promising results, to date there are limited studies to support the widespread application of the ERAS protocol in pediatric patients with the same encouraging results obtained in adult populations (Arena et al., 2021; Salaün et al., 2021).

Early mobilization is generally defined as physical activity implemented within 24 to 48 hours of hospital admission (de Wijkerslooth et al., 2020; Manzoor et al., 2023). It aims to improve functional cognitive or physical outcomes and quality of life by restoring or maintaining the patient's pre-hospitalization condition through early mobilization (Noone et al., 2023). Early mobilization includes activities that help critically ill patients move, sit on the edge of a hospital bed without back support, sit in a chair after transfer from a hospital bed, walk with or without assistance using a walker and/or staff support, moving in bed, standing, pacing, walking down the hallway, and low-intensity exercise (Rocha et al., 2017; Abd-Elhamed et al., 2020). It is considered an advanced physical therapy to restore strength and function of the musculoskeletal system. Although it is recommended that patients be turned every two hours, additional mobility may be necessary to reduce the risk that immobility poses to the patient. It reduces the likelihood of postoperative recurrence, which in turn reduces treatment costs by shortening the length of hospital stay and accelerating the development of functional walking capacity (Browning et al., 2011).

1.2. Postoperative mobilization in children

The postoperative period is a process that begins with the transfer of the child from the operating room and continues until discharge (Dolgun et al., 2017). In the postoperative period, the aim is to ensure homeostatic balance, prevent surgery-related complications, and initiate mobilization as soon as possible (Rove et al., 2018; Bailey et al., 2019; Roberts et al., 2020). An important element of ERAS protocols is early mobilization (Gather et al., 2018; Abd-Elhamed et al., 2020). It is recommended to initiate mobilization as soon as possible to ensure homeostatic balance and prevent complications in the postoperative period (Rove et al., 2018; Roberts et al., 2020).

Surgical intervention-related anxiety can be seen in children (Jones et al., 2021). In addition, the perception that mobilization will cause pain in the postoperative period is one of the situations that creates anxiety and stress (Schwab et al., 2020). This anxiety and stress can cause children to develop a prejudice against mobilization in the postoperative period. In this case, it can prevent children from mobilizing early in the postoperative period (Topçu et al., 2023). The use of different applications is recommended to reduce children's anxiety and stress regarding mobilization and to ensure their compliance with mobilization. Explaining the importance and benefits of mobilization to the child and family in the preoperative period and providing information is also effective (Bailey et al., 2019; Abd-Elhamed et al., 2020). The use of robots in pediatric surgery clinics is recommended to reduce children's anxiety regarding mobilization. There are limited studies examining the effect of early mobilization on anxiety in the postoperative period in children. In a study examining the effect of an interactive robot on anxiety and mobilization in the postoperative period in children, it was determined that interactive robots positively affected mobilization in the postoperative period in children, reduced the anxiety level of children before mobilization, and increased the mobilization time (Topçu et al., 2023).

In order to minimize the psychological negative feelings that develop during the mobilization process of child patients, approaches such as family-centered care, therapeutic play, child and parent education, and pain control can be applied. It is stated that providing preoperative education to children and their families and implementing several elements of ERAS protocols such as early postoperative mobilization can shorten the child's compliance with mobilization and the duration of hospital stay, and increase the satisfaction of their parents (Roberts et al., 2020).

In the postoperative period, obstacles to early mobilization may be the insufficient number of nurses, lack of knowledge, complications, and treatments such as urinary catheters, nasogastric tubes, and abdominal drainage (Hu et al., 2019). Especially in pediatric patients, these obstacles may prevent early mobilization. There are very few recommendations on how to provide early mobilization in children. Various strategies such as using attractive materials and making it fun have been successful in children. In early mobilization, approaches such as pain control and nurse encouragement should be developed (Rafeeqi et al., 2021; Topçu et al., 2023). Ensuring the child's movement with age-appropriate games will facilitate his/her adaptation to mobilization in the postoperative period.

1.3. Benefits of mobilization

The benefits of early mobilization were recognized in the 1940s and it was reported that it accelerated recovery, improved gastrointestinal and urinary tract function, and reduced the frequency of postoperative pulmonary complications (Browning et al., 2011; Abd-Elhamed et al., 2020). When the literature is examined, it is seen that early mobilization reduces postoperative complications, accelerates recovery, provides early nutrition, and improves the patient's quality of life (Gather et al., 2018; Gao et al., 2019). In addition, mobilization regulates breathing, supports intestinal peristalsis, improves gastrointestinal system functions, reduces abdominal distension, strengthens muscle contraction, promotes venous return to the extremities, reduces the risk of thrombophlebitis, and helps prevent postoperative ileus by promoting the return of bowel function (Dolgun et al., 2017; Cuello-Garcia et al., 2018; Owens and Tapley, 2018; Tsuboi et al., 2019; Abd-Elhamed et al., 2020). ERAS protocols have been found to shorten the length of stay, reduce in-hospital costs, complications, and narcotic use (Arena et al., 2021). Early postoperative mobilization is an important component of most ERAS protocols, which are based on improved venous stasis, reduced insulin resistance, and muscle strengthening (Turan et al., 2023).

Mattioli et al. (2009) showed that early mobilization can be achieved in children who underwent colon resection. It was determined that early mobilization had a significant effect on the length of hospital stay in children who underwent appendectomy surgery. It was noted that patients who stood up immediately after surgery experienced less nausea, vomiting and abdominal distension, as well as less postoperative pain and often required less narcotic analgesic medication (Rothman et al., 2016). In a study conducted in children who underwent appendectomy surgery, mobilization was started 4 hours after surgery and it was determined that pain scores were reduced in children who were mobilized early (Manzoor et al., 2023). Ileus, especially seen in the postoperative period in abdominal surgeries, is a significant concern. Postoperative ileus is the absence or abnormality of peristalsis after surgery that causes a functional obstruction without mechanical obstruction. Physiological ileus can occur up to 72 hours after surgery (Venara et al., 2016; Abd-Elhamed et al., 2020). Early postoperative mobilization reduces the catabolic effects of surgery on skeletal muscle, improves lung function and circulation by increasing oxygen delivery to tissues, and reduces the risk of venous thromboembolism and helps prevent postoperative ileus by promoting the return of bowel

function (Saleh and Majumbar, 2012). Therefore, early mobilization is a widely practiced and important component of postoperative care after abdominal surgery (Abd-Elhamed et al., 2020).

In a study conducted with children who were mobilized early, it was determined that the first gas and first defecation times were statistically significant (Abd-Elhamed et al., 2020). In a study conducted with pediatric liver transplant patients, it was determined that early mobilization enabled children to walk earlier and shortened their hospital stay (Tsuboi et al., 2019). In this context, it is important to ensure that children are mobilized after surgery and to increase their mobilization times (Gather et al., 2018; Abd-Elhamed et al., 2020). More studies are needed to examine practices that encourage mobilization and early postoperative mobilization, which is an important element of ERAS protocols for accelerated postoperative recovery in children.

Early mobilization of patients is important in preventing possible psychosocial and physical adverse events. After surgery, children may perceive mobilization as a practice that will cause pain and damage to the incision area and may not want to be mobilized, which may prevent them from being mobilized (Tadyanemhandu et al., 2018; Schwab et al., 2020). Due to the pain experienced by children in the postoperative period, their desire to move decreases, and their recovery process is delayed and their hospital stay is extended (Dehghan et al., 2017; Gonzalez-Mercado et al., 2017). On the contrary, mobilization positively affects pain management and makes participation in care more active (Abd-Elhamed et al., 2020).

2. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Early start of postoperative mobilization is an important issue in pediatric patients. Studies have shown that early mobilization has many benefits. Mobilization is more difficult to achieve in children than in adult patients. Factors such as the child's age group, pain level, and type of operation can affect the mobilization process. Approaches that ensure the participation of children should be determined and implemented.

There are more studies in the literature on reducing pain in the postoperative period, but there are limited studies on mobilization. There is a need for studies on mobilization in children in the postoperative period; studies that determine the factors affecting the duration and compliance of mobilization. In particular, methods that facilitate the child's movement according to age groups can be effective in ensuring compliance with mobilization. In the preoperative period, it is important to inform both the child and the family about the importance of mobilization and to ensure the participation of the child and the family. In addition, solutions should be developed for obstacles to mobilization. It is important to use guidelines in this field in clinics and to provide training to health professionals.

3. REFERENCES

Abd-Elhamed, A. G., Osman, M. A., Mobarak, A. A., & Hussien, A. A. (2020). Efficacy of chewing gum versus early mobilization on bowel motility for children after abdominal surgery. *Assiut Scientific Nursing Journal*, 8(20.00), 257-265.

Arena, S., Di Fabrizio, D., Impellizzeri, P., Gandullia, P., Mattioli, G., & Romeo, C. (2021). Enhanced recovery after gastrointestinal surgery (ERAS) in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 25(11), 2976-2988.

Bailey, C. R., Ahuja, M., Bartholomew, K., Bew, S., Forbes, L., Lipp, A., ... & Stocker, M. (2019). Guidelines for day-case surgery 2019: Guidelines from the Association of Anaesthetists and the British Association of Day Surgery. *Anaesthesia*, 74(6), 778-792.

Browning, L., Denehy, L., & Scholes, R. L. (2007). The quantity of early upright mobilisation performed following upper abdominal surgery is low: an observational study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(1), 47-52.

Castelino, T., Fiore Jr, J. F., Niculiseanu, P., Landry, T., Augustin, B., & Feldman, L. S. (2016). The effect of early mobilization protocols on postoperative outcomes following abdominal and thoracic surgery: a systematic review. *Surgery*, 159(4), 991-1003.

Cameron, S., Ball, I., Cepinskas, G., Choong, K., Doherty, T. J., Ellis, C. G., ... & Fraser, D. D. (2015). Early mobilization in the critical care unit: A review of adult and pediatric literature. *Journal of critical care*, 30(4), 664-672.

Cuello-Garcia, C. A., Mai, S. H. C., Simpson, R., Al-Harbi, S., & Choong, K. (2018). Early mobilization in critically ill children: a systematic review. *The Journal of pediatrics*, 203, 25-33.

Dagorno, C., Montalva, L., Ali, L., Brustia, R., Paye-Jaquen, A., Pio, L., & Bonnard, A. (2021). Enhancing recovery after minimally invasive surgery in children: A systematic review of the literature and meta-analysis. *Journal of Pediatric Surgery*, 56(12), 2157-2164.

Dehghan, Z., Reyhani, T., Mohammadpour, V., Aemmi, S. Z., Shojaeian, R., & Asghari, N. S. M. (2017). The effectiveness of dramatic puppet and therapeutic play in anxiety reduction in children undergoing surgery: a randomized clinical trial.

de Wijkerslooth, E. M., van den Boom, A. L., & Wijnhoven, B. P. (2020). Disease burden of appendectomy for appendicitis: a population-based cohort study. *Surgical Endoscopy*, 34, 116-125.

Dolgun, E., Van Giersbergen, M. Y., Altınbaş, Y., Aslan, A., Eroğlu, B., Polat, M., & İslamoğlu, A. (2017). Çocuk hastaların ameliyat sonrası ilk ayağa kaldırılma süreleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 10(2), 79-82.

Gao, R., Yang, H., Li, Y., Meng, L., Li, Y., Sun, B., ... & Guo, F. (2019). Enhanced recovery after surgery in pediatric gastrointestinal surgery. *Journal of International Medical Research*, 47(10), 4815-4826.

Gather, K. S., von Stillfried, E., Hagmann, S., Müller, S., & Dreher, T. (2018). Outcome after early mobilization following hip reconstruction in children with developmental hip dysplasia and luxation. *World Journal of Pediatrics*, 14, 176-183.

Gonzalez-Mercado, V. J., Williams, P. D., Williams, A. R., Pedro, E., & Colon, G. (2017). The symptom experiences of Puerto Rican children undergoing cancer treatments and alleviation practices as reported by their mothers. *International journal of nursing practice*, 23(1), e12500.

Herbsman, J. M., D'Agati, M., Klein, D., O'Donnell, S., Corcoran, J. R., Folks, T. D., & Al-Qaqa, Y. M. (2020). Early mobilization in the pediatric intensive care unit: a quality improvement initiative. *Pediatric quality & safety*, 5(1), e256.

Hu, Y., McArthur, A., & Yu, Z. (2019). Early postoperative mobilization in patients undergoing abdominal surgery: a best practice implementation project. *JBI Evidence Synthesis*, 17(12), 2591-2611.

Jones, M. T., Kirkendall, M., Grissim, L., Daniels, S., & Boles, J. C. (2021). Exploration of the relationship between a group medical play intervention and Children's preoperative fear and anxiety. *Journal of Pediatric Health Care*, 35(1), 74-83.

- Kehlet H, Wilmore DW, Kehlet H, et al. (2019). Implementation of an enhanced recovery program in pediatric laparoscopic colorectal patients does not worsen analgesia despite reduced perioperative opioids: A retrospective, matched, non-inferiority study. *J Pediatr Surg*.
- Manzoor, F., Afzal, M., Sarwer, H., & Mahy-Ud-Din, G. (2023). Effects of Early Mobilization on Pain Among Children Post Appendectomy at Children Hospital Lahore: Early Mobilization on Pain. *NURSEARCHER (Journal of Nursing & Midwifery Sciences)*, 57-61.
- Mattioli, G., Palomba, L., Avanzini, S., Rapuzzi, G., Guida, E., Costanzo, S., ... & Jasonni, V. (2009). Fast-track surgery of the colon in children. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 19(S1), s7-s9.
- Noone, C. E., Franck, L. S., Staveski, S. L., & Rehm, R. S. (2023). Barriers and facilitators to early mobilisation programmes in the paediatric intensive care unit: A scoping literature review. *Nursing in critical care*, 28(4), 526-544.
- Owens, T., & Tapley, C. (2018). Pediatric mobility: The development of standard assessments and interventions for pediatric patients for safe patient handling and mobility. *Critical Care Nursing Quarterly*, 41(3), 314-322.
- Rafeeqi, T., & Pearson, E. G. (2021). Enhanced recovery after surgery in children. *Translational Gastroenterology and Hepatology*, 6.
- Rocha, A.M., Martinez, B.P., da Silva, V.M., Junior, L.F. (2017). Early mobilization: Why, what for and how?. *Medicina Intensiva*. 41(7): 429-36.
- Roberts, K., Brindle, M., & McLuckie, D. (2020). Enhanced recovery after surgery in paediatrics: a review of the literature. *BJA education*, 20(7), 235-241.
- Rothman, K., Garvan, C., & Neu, M. (2016). The impact of early ambulation in the pediatric postoperative appendectomy patient. *Journal of pediatric surgical nursing*, 5(3), 70-75.
- Rove, K. O., Edney, J. C., & Brockel, M. A. (2018). Enhanced recovery after surgery in children: Promising, evidence-based multidisciplinary care. *Pediatric Anesthesia*, 28(6), 482-492.
- Salaün, J. P., Ecoffey, C., & Orliaguet, G. (2021). Enhanced recovery in children: how could we go further?. *World Journal of Pediatric Surgery*, 4(2).
- Saleh, S., & Majumbar, A. (2012). Innovations in the care of postoperative hysterectomy patients. *Hysterectomy*, 251-268.
- Schwab, M., Brindl, N., Studier-Fischer, A., et al. (2020). Postoperative complications and mobilisation following major abdominal surgery with vs. without fitness trackerbased feedback (EXPELLIARMUS): Study protocol for a student-led multicentre randomised controlled trial (CHIR-net SIGMA study group). *Trials*, 21, 293.
- Tadyanemhandu, C., Van Aswegen, H., & Ntsiea, V. (2018). Early mobilisation practices of patients in intensive care units in Zimbabwean government hospitals—a cross-sectional study. *Southern African Journal of Critical Care*, 34(1), 16-21.
- Turan, A., Khanna, A. K., Brooker, J., Saha, A. K., Clark, C. J., Samant, A., ... & Sessler, D. I. (2023). Association between mobilization and composite postoperative complications following major elective surgery. *JAMA surgery*, 158(8), 825-830.

Topçu, S. Y., Semerci, R., Kostak, M. A., Güray, Ö., Sert, S., & Yavuz, G. (2023). The effect of an interactive robot on children's post-operative anxiety, mobilization, and parents' satisfaction; randomized controlled study. *Journal of Pediatric Nursing*, 68, e50-e57.

Tsuboi, N., Hiratsuka, M., Kaneko, S., Nishimura, N., Nakagawa, S., Kasahara, M., & Kamikubo, T. (2019). Benefits of early mobilization after pediatric liver transplantation. *Pediatric Critical Care Medicine*, 20(2), e91-e97.

Venara, A., Neunlist, M., Slim, K., Barbieux, J., Colas, P. A., Hamy, A., & Meurette, G. (2016). Postoperative ileus: Pathophysiology, incidence, and prevention. *Journal of visceral surgery*, 153(6), 439-446.

**RADON CONCENTRATION MEASUREMENT IN GAYDA POND (BITLIS)
WATER SAMPLES****GAYDA GÖLETİ (BİTLİS) SU ÖRNEKLERİNDE RADON KONSANTRASYON
ÖLÇÜMÜ****Halime KAYAKÖKÜ****Dr. Öğr. Üyesi, Bitlis Eren Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Hizmetler ve
Teknikler Bölümü, ORCID: [0000-0003-4036-4012](https://orcid.org/0000-0003-4036-4012)****Özet**

İnsanların iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmasının en önemli sebeplerinden biri radyoaktif radon gazı ve bozunum ürünleridir. Radon (^{222}Rn), yeryüzündeki çoğu toprakta, kayada ve suda bulunan Uranyum-238 radyoçekirdeklerinin doğal bozunumu sonucunda sürekli olarak üretilir. Radon gazının solunum ve sindirim yoluyla vücuda girmesi, insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Bu çalışmada Bitlis ilinin Hizan ilçesinde bulunan, başta sulama olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılan ve set bir gölet olan Gayda Göleti yüzey su örneklerinin radon konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu amaçla, gölde 10 farklı noktadan yüzey su örnekleri alınmıştır. Örneklerde, AlphaGUARD PQ 2000 PRO radon ölçüm sistemi kullanılarak aktif radon ölçümü yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda radon konsantrasyonları $0,05 \pm 0,01$ ile $0,31 \pm 0,07$ Bq/L aralığında bulunmuştur. Ortalama ^{222}Rn konsantrasyonu ise $0,16 \pm 0,04$ Bq/L olarak hesaplanmıştır. En düşük radon konsantrasyonu G-6 numaralı örnek için elde edilirken, en yüksek radon konsantrasyonu ise G-3 numaralı örnek için elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçların uluslararası önerilen sınır değerlerin altında olduğu görülmüştür

Anahtar kelimeler: Gayda Göleti, Su, Radon, AlphaGUARD**Abstract**

One of the most important causes of human exposure to ionising radiation is radioactive radon gas and its decay products. Radon (^{222}Rn) is continuously produced as a result of the natural decay of Uranium-238 radionuclides, which are found in most soils, rocks and water on Earth. The entry of radon gas into the body through respiration and digestion causes adverse effects on human health. In this study, radon concentrations of surface water samples of Gayda Pond, which is located in Hizan district of Bitlis province, used for various purposes, especially irrigation, and is a set pond, were determined. For this purpose, surface water samples were taken from 10 different points in the lake. Active radon was measured in the samples using AlphaGUARD PQ 2000 PRO radon measurement system. As a result of the calculations, radon concentrations were found between 0.05 ± 0.01 and 0.31 ± 0.07 Bq/L. The average ^{222}Rn concentration was calculated as 0.16 ± 0.04 Bq/L. The lowest radon concentration was obtained for sample G-6 and the highest radon concentration was obtained for sample G-3. The results obtained in the study were found to be below the internationally recommended limit values.

Keywords: Gayda Pond, Water, Radon, AlphaGUARD

1. GİRİŞ

Toprakta bulunan radyoçekerdekler suya, toprağa karışarak ve yer altı sularına sızarak, canlıları etkileyebilir (Kesese, 2021). Su canlıların yaşamında önemli bir yere sahiptir. Suların doğal radyoaktiviteleri içinden geçtikleri veya temas halinde buldukları radyoaktif kütleler veya minerallerden ileri gelmektedir. Doğal sularda uranyum ailesine, aktinyum ve toryum ailesinden çok daha sık rastlanır (Şahin, 2004).

Radon (^{222}Rn) 3,8 günlük yarı ömrü ile uranyumun (^{238}U) radyoaktif bozunma zincirinin önemli bir üyesidir (Liu vd., 2023). Radona maruz kalmanın sağlık üzerindeki etkileri hakkında birçok rapor bulunmaktadır (Hosoda vd., 2009). Radon gazının yeryüzüne sızması ve canlılar tarafından solunum yoluyla alınması sonucunda çeşitli, sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Bu rahatsızlıkların en önemlisi akciğer kanseridir (WHO, 2004; USEPA, 2011).

Radonun ölçümüyle ilgili aktif ve pasif yöntemler kullanılmaktadır. Aktif ölçüm olarak alfa parçacıklarının sayımı kullanılmaktadır. AlphaGUARD cihazı aktif ölçüm yöntemi prensibi ile çalışmaktadır. Dünyada farklı bölgelerde çeşitli su tipleri için radon konsantrasyonunu belirleme amaçlı çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Baykara ve Dogru, 2006; Tarım vd., 2012; Bal vd., 2016; Kayakökü ve Dogru, 2020; Kayakökü, 2021; Bozkurt ve Erturk, 2022; Kayakökü, 2023; Turhan vd., 2023; Jameel, 2023; Wu vd., 2024; Çelik ve Bal, 2024; Omirou vd., 2024; Shikha vd., 2024 etc.)

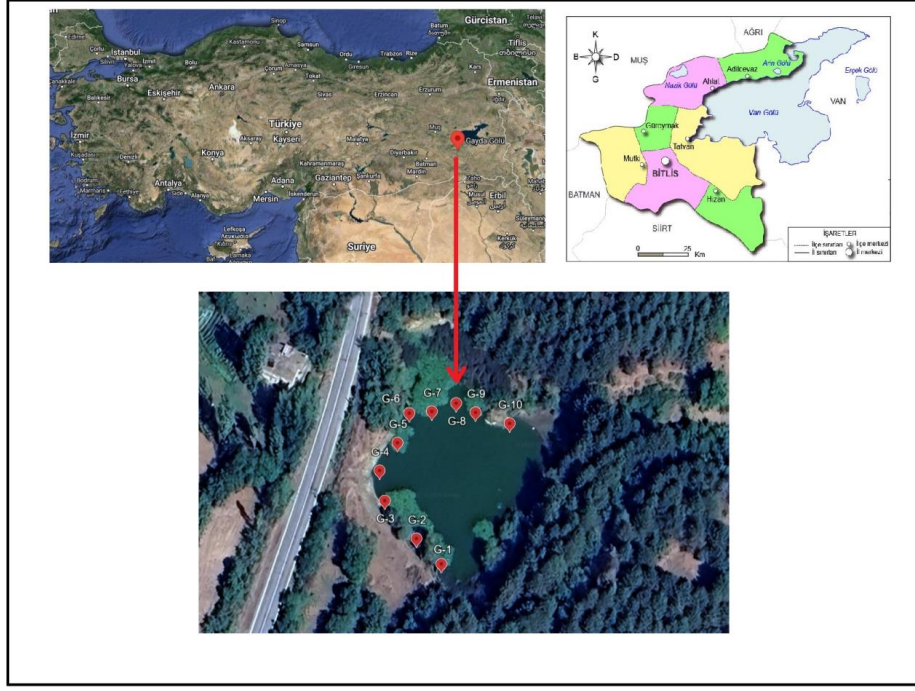
Bu çalışmada amaç, Bitlis ilinin Hizan ilçesinde bulunan Gayda Göleti'nden alınan yüzey su örneklerinin radon konsantrasyonlarını belirlemektir. Radon konsantrasyon seviyeleri, Saphymo GmbH AlphaGUARD Professional radon monitörü ile aktif ölçüm yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

2. YÖNTEM

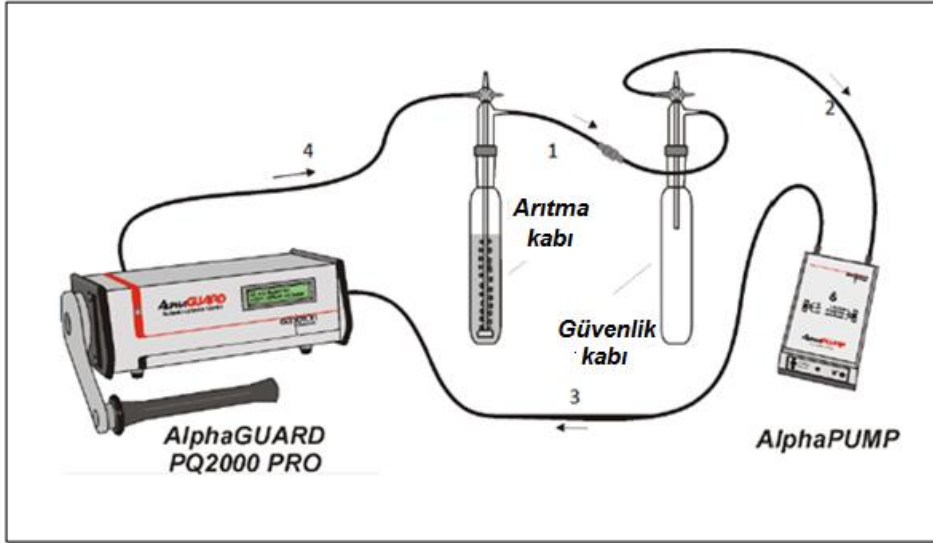
Gayda Göleti yaklaşık 2,08 km²'lik bir alana sahiptir. Göletin en geniş bölgesinde iki kıyı arasındaki mesafe 744 metreye ulaşırken, en dar yerinde bu mesafe 293 metre olarak ölçülmüştür. Gölet, 1292 m rakıma sahiptir ve set kısmı 335 m uzunluğundadır. Setin ön ve arka kısımlarındaki yükseklikler hesaba katıldığı zaman, göletin ortalama derinliğinin 3 ile 5 m aralığında olduğu öngörülmektedir.

Gayda havzasında bulunan kaynaklar, geçici akarsu ve daimi akarsulara ait suların çoğu Gayda Göleti'nde birikmektedir. Göletin suyu sulama amaçlı kullanıldığı gibi, hayvanlar için içme suyu olarak ve yüzme amaçlı da kullanılmaktadır. Ayrıca, gölde balık da avlanmaktadır.

Bu çalışmada, gölden 10 farklı noktadan, yüzeyden 20 cm derinlikten örnekler alınarak 1 litrelik polietilen şişelere konulmuştur. Su örnekleri daha sonra, filtre kağıdı kullanılarak süzölmüş ve zaman kaybedilmeden, ölçüm ve analiz işlemlerine geçilmiştir. Örnek alım noktaları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Gayda Gölü'nden su örneği alım noktaları



Şekil 2. Suda radon ölçme düzeneğinin şematik görünümü (Genitron Instruments, 2001, 2007; Tanrıverdi, 2016).

AlphaGUARD PQ2000 PRO radon ölçüm sistemi, AquaKIT ve AlphaPUMP cihazları ile suda radon ölçümü için kullanılmıştır (Şekil 2). AlphaGUARD radon dedektörü kullanılarak radon konsantrasyonu $2-2 \times 10^6$ Bq/m³ aralığında ölçülebilmektedir. Ancak böylesi geniş bir aralığa sahip olmasına rağmen, sistemden kaynaklanan %3 oranında bir hata payı mevcuttur. AlphaGUARD dedektörü radon konsantrasyon ölçüm sonuçlarını Bq/m³ olarak verirken, aynı zamanda atmosfer basıncı, sıcaklık ve nem oranı gibi iklimsel parametreleri de ölçülebilmektedir: Bu parametrelerin birimleri ise, sırasıyla, mbar, °C ve % rH olarak ifade edilir (Genrich, 2006).

Arıtma şişesi kısmı boş iken yani su örneği ile doldurmadan önce yaklaşık 10 dakika ölçüm yapılır. Bu ölçümün sonucu doğal arka plan konsantrasyonu (C_0) olarak kaydedilir. Arıtma kabı

100 ml su örneği ile doldurulur. Pompa açıkken 10 dk ve pompa kapalı iken 20 dk, toplamda 30 dk ölçüm alınır. Bu ölçümün sonucu (C_{hava}) da olarak kaydedilir. Her örnek dolumundan önce, sistemi gazlar vs. den arındırabilmek için, temizleme işlemi yapılır. Sistemde, radon değeri ortam konsantrasyonuna ulaştığında temizleme işlemi tamamlanmış demektir. Bundan sonra, başka bir örnek için ölçüm süreci yeniden başlatılabilir. Ölçümler sonucunda elde edilen tüm veriler DataEXPERT programında değerlendirilir.

$$C_{Su} = \frac{C_{hava} \left(\frac{V_{sistem} - V_{örnek}}{V_{örnek}} + k \right) - C_0}{1000} \quad (1)$$

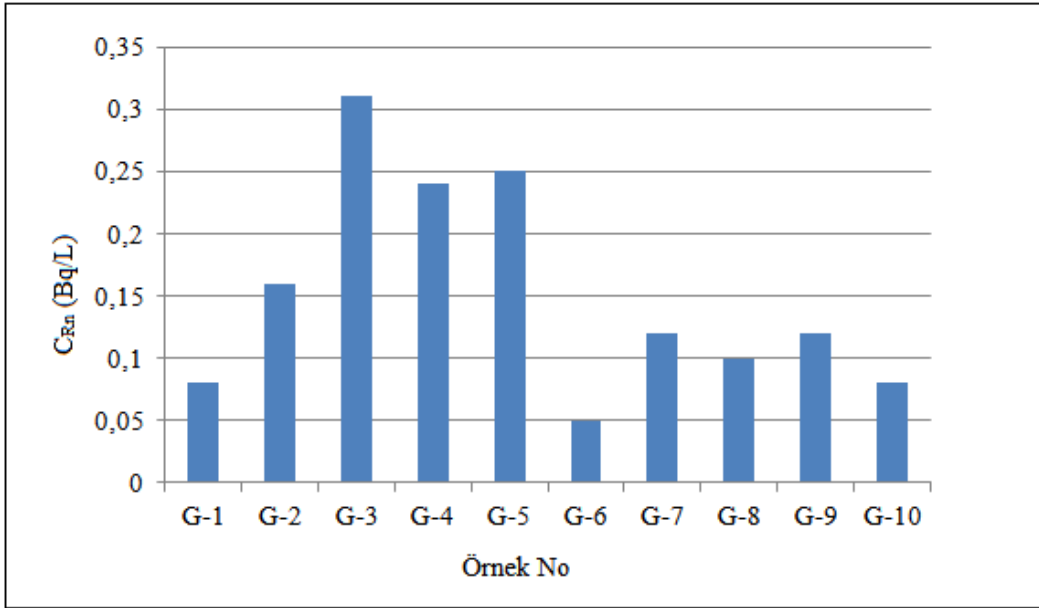
Bu denklemde C_{Su} , su örneğinin radon konsantrasyonunu (Bq/L); C_{hava} , yapılan ölçümler sonucunda elde edilen konsantrasyon değerini (Bq/m³); C_0 , doğal arka plan konsantrasyonunu (Bq/m³); V_{sistem} , ölçüm sisteminin hacmini (560 ml); $V_{örnek}$, örneğin hacmini (100 ml); k ise radon yayılma (difüzyon) katsayısını göstermektedir (Genitron Instruments, 2007).

3. BULGULAR

Su örnekleri için hesaplanan ²²²Rn konsantrasyonları Tablo 1 ve Şekil 2' de verilmiştir.

Tablo 1. Gayda Göleti su örneklerinde ²²²Rn konsantrasyonları (Bq/L)

Örnek No	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Basınç (mbar)	k	C_{Rn} (Bq/L)
G-1	27,2	39,5	817	0,21	0,08 ± 0,02
G-2	28,3	39,5	817	0,21	0,16 ± 0,04
G-3	28,3	36,9	817	0,21	0,31 ± 0,07
G-4	28,1	36,5	817	0,21	0,24 ± 0,06
G-5	28,8	35,0	817	0,21	0,25 ± 0,06
G-6	28,7	35,6	817	0,21	0,05 ± 0,01
G-7	28,6	37,3	816	0,21	0,12 ± 0,03
G-8	28,5	40,9	816	0,21	0,10 ± 0,02
G-9	28,4	44,6	816	0,21	0,12 ± 0,03
G-10	28,4	41,8	816	0,21	0,08 ± 0,02
Ortalama	28,3	38,8	817	0,21	0,16 ± 0,04



Şekil 2. Yüzey su örneklerindeki radon konsantrasyonları

Örneklerin ^{222}Rn aktivite konsantrasyonları, $0,05 \pm 0,01$ ile $0,31 \pm 0,07$ Bq/L aralığında değişmektedir. Ortalama ^{222}Rn konsantrasyonu ise, $0,16 \pm 0,04$ Bq/L olarak hesaplanmıştır. En düşük radon konsantrasyonu G-6 numaralı örnek için elde edilirken, en yüksek radon konsantrasyonu ise, G-3 numaralı örnek için elde edilmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), B.M. Radyasyon Etkisi Komitesi (UNSCEAR) ve U.S. Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından içme suyu için belirlenen sınır değerler olan 100 Bq/L, 40 Bq/L ve 11,1 Bq/L'dir (WHO, 2004; UNSCEAR, 1993; USEPA, 2011).

Kayakökü ve Dogru (2020), Van Gölü yüzey su örneklerinde radon konsantrasyonlarını hesaplamışlardır. Deneysel çalışmalar, CR-39 pasif radon iz detektörleri ve RadoSYS radon ölçüm sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Radon konsantrasyonunun ortalaması sonbahar dönemi için $0,065 \pm 0,006$ Bq/L olarak hesaplanırken, ilkbahar dönemi için, $0,040 \pm 0,004$ Bq/L olarak hesaplanmıştır (Kayakökü and Dogru, 2020). Sonuçlar bu çalışmada elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Kayakökü (2021), Bitlis ilinde bulunan Aygır Gölü'nde 13 farklı noktadan alınan su örneklerinde radon gazı (^{222}Rn) aktivitesini belirlemiştir. Su örneklerinin radon aktivitelerinin ölçülmesinde AlphaGUARD PQ2000 PRO radon izleme sistemi kullanılmıştır. Yapılan ölçümler, radon konsantrasyonlarının $0,15 \pm 0,01$ ile $0,70 \pm 0,08$ Bq/L arasında değiştiğini göstermiştir. Sonuçlar, uluslararası önerilen değerlerle karşılaştırıldığında, bu değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Bu da radon seviyesinin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu işaret etmektedir.

Çelik ve Bal (2024), Arın Gölü'nde 27 farklı noktadan aldıkları su örneklerinde radon seviyelerini, $2-2 \times 10^6$ Bq/m³ aralığına sahip olan AlphaGUARD PQ2000 PRO radon izleme sistemini kullanarak belirlemişlerdir. Radon konsantrasyon sonuçları $0,06$ ile $0,39$ Bq/L aralığında olup, ortalama değer $0,17$ Bq/L olarak elde edilmiştir. Sindirim (Deff-ing) ve solunum (Deff-inh) için yıllık etkin dozlar $0,14$ ila $0,99$ $\mu\text{Sv/yıl}$ aralığında hesaplanmıştır. Çalışmada radon seviyeleri uluslararası standart değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Yousef ve diğeri, 2017 yılında Mısır'ın Nil Deltası'nın doğusundaki Manzal Gölü'nden aldıkları yirmi iki su örneğinde radon konsantrasyonlarını ve soluma hızlarını CR-39 ve LR-115 nükleer iz detektörleri kullanılarak ölçmüşlerdir. Radon konsantrasyonlarının ortalama değerleri 1,73 ile 6,40 Bq/L aralığında bulunmuştur.

Sharrad ve Farhood (2019), Irak'ın güneyindeki Samawa şehrinde bulunan Sawa Gölü'nden aldıkları 85 su örneğinde radon konsantrasyon ölçümleri yapmışlardır. Ölçümler için, sürekli radon izleme dedektörü (RAD7) kullanılmıştır. Kış mevsiminde iki aylık (1 Aralık 2018'den 1 Şubat 2019'a kadar) süre boyunca örnekler alınarak ölçümler yapılmıştır. Elde edilen radon konsantrasyonlarının 0,111 Bq/L ile 0,965 Bq/L arasında değiştiği görülmüştür.

Bu çalışmada elde edilen radon konsantrasyon sonuçlarının yukarıda verilen çalışmalarla uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Bitlis ili ve ilçelerinin kayaç türü daha çok kireç taşı ve magmatik özelliğe sahip, granit, granitik gnayslar, andezitler, dasitler ile bazik karakterli bazaltik lavlardan oluşmaktadır (ÇŞM, 2012). Gayda Göleti'nin bulunduğu bölge Bitlis metamorfizmi üzerinde ve güncel tektoniğin etkin olduğu lokasyonda yer almaktadır. Sular bu ortamlardan geçerken, kayaçlarla temas ederek bazı maddeleri çözer ve kendileri ile birlikte taşırlar. Bu durumda, sulara çözülmüş çeşitli katı maddelerle birlikte, yer aldıkları ve geçtikleri ortama bağlı olarak radyoaktif maddeler de katılabilir. Sudaki radyoaktivite seviyesi ortamın jeolojik yapısına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Ayrıca, meteorolojik parametrelerdeki (sıcaklık, basınç ve nem) farklılıklar da, örneklerde radon içeriğinin farklı olmasına neden olabilmektedir.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Bitlis'in Hizan ilçesinde bulunan set bir gölet olan Gayda Göleti'nden alınan yüzey su örneklerinin radon konsantrasyonu, Bitlis Eren Üniversitesi Fizik Bölümü bünyesinde bulunan AlphaGUARD PQ 2000 PRO radon ölçüm sistemi kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen radon konsantrasyonlarının, WHO, UNSCEAR ve USEPA tarafından önerilen, sırasıyla, 100 Bq/L, 40 Bq/L ve 11,1 Bq/L olan sınır değerleri aşmadığı görülmüştür.

Bu bulgular, analiz edilen Gayda Göleti'nin suyunun tarımsal faaliyetlerde (sulama vs.) ve balık yetiştiriciliğinde kullanılmasının, radyolojik açıdan bir tehlike oluşturmayacağını göstermektedir.

5. KAYNAKLAR

Bal, S.Ş., Kılıç, Ö., Gönültaş, F., 2016. Bitlis kaynak sularında radon konsantrasyonunun belirlenmesi. Sakarya University Journal of Science 10.16984/saufenbilder.283530.

Baykara, O., and Dogru, M., 2006. Measurements of Radon and Uranium Concentration in Water and Soil Samples from East Anatolian Active Fault Systems (Turkey), Radiat. Meas. 41, 362.

Bozkurt, V., Erturk, S. 2022. Evaluation of radon gas concentration in indoor air of spasand in spring water in the central Anatolia region of Turkey. Radiation and Environmental Biophysics, 61: 609–614.

Çelik, Ş.K., Bal, S.Ş. 2024. An Evaluation of Radon Concentrations in Arin Lake, Bitlis. Water Air Soil Pollut 235, 94.

ÇŞM, 2012. Bitlis Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Bitlis İli Çevre Durum Raporu, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/bitlis_icdr2011.pdf (Erişim tarihi:20.07.2024).

Genitron Instruments, 2001. AlphaPUMP technical description. Genitron Instruments GmbH Heerstraße 149, 6-7s., Germany.

Genitron Instruments, 2007. AquaKIT Accessory for radon in water measurement in combination with the radon monitor AlphaGUARD. Genitron Instruments GmbH Heerstraße 149, 15s., Germany.

Genrich, V. 2006. Genitron Instruments AlphaGUARD PQ2000/MC50, Multiparameter radon monitor, Characterisation of its physical properties under normal climatic and severe environmental conditions, 3s. Germany.

Hosoda, M., Tokonami, S., Sorimachi, A., Janik, M., Ishikawa, T., Yatabe, Y., ..., Uchia, S. 2009. Experimental system to evaluate the effective diffusion coefficient of radon. Rev. Sci. Instrum., 80 (1), Article 013501.

Jameel, A.N. 2023. Measurement of Radon Concentration in Drink and Well Water Samples for Selected Regions in Baghdad City. Ibn AL-Haitham Journal For Pure and Applied Sciences. 36, 3 (Jul. 2023), 100–108.

Kayakökü, H., Dogru, M., 2020. Radon concentration measurements in surface water samples from Van Lake, Turkey using CR-39 detectors. Bitlis Eren University Journal of Science and Technology 10 (1), 35-42.

Kayakökü, H. 2021. Determination of Radon Concentrations in Surface Water Samples of Aygır Lake in Bitlis (Turkey). J. Inst. Sci. and Tech. 11:1040–1049.

Kayakökü, H. 2023. Bazı Kaynak Sularında Radon Konsantrasyonlarının ve Etkin Doz Değerlerinin Belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 6(1): 462-475.

Kesese, B. 2021. The effect of natural radioactive elements in the soil and ground water toward human beings. Nuclear Science, 6(1): 5.

Liu, H., Wang, M., Chen, G., Zhou, H., Dong, J., Yang, L., ..., Dou, G. 2023. Effects of radon exposure on gut microbiota and its metabolites short-chain fatty acids in mice. Toxicology, 486, Article 153449.

Omirou, M., Clouvas, A., Leontaris, F., Kaissas, I. 2024. Risk assessment from radon in domestic water for the Greek population. Radiation Protection Dosimetry, 200 (4): 339–354.

Sharrad, A.A., Farhood, K.A. 2019. Radon Concentration Measurements and Physiochemical Parameters of Sawa Lake Water-Samawa City, South of Iraq. Journal of Global Pharma Technology. 11. 532-543.

Shikha, P., Selina, Y., Mayeen, K., Afia, B. 2024. Determination of radon concentration in bottled drinking water of Dhaka City. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 10.1080/03067319.2024.2320407.

Şahin, S., 2004. Kangal (Sivas) Balıklı Kaplıcasının Toplam Alfa ve Toplam Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenmesi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Tanrıverdi, E., 2016. Bitlis Bölgesindeki Sularda Radon Aktivitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.

Tarım, U.A., Gurler, O., Akkaya, G., Kilic, N., Yalcin, S., Kaynak, G., Gundogdu, O. 2012. Evaluation of radon concentration in well and tap waters in Bursa, Turkey. Radiation Protection Dosimetry, 150 (2):207–212.

Turhan, Ş., Kurnaz, A., Aydın, E. 2023. Assessment of internal radiation exposure caused by radon in commercially bottled spring waters consumed in Turkey. *International Journal of Environmental Health Research*, 34(2), 1215–1226.

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), 1993. Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.94.IX.2. United Nations, New York.

U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), 2011. Proposed radon in drinking water regulation. DC, EPA: 600/R-09/ 052F.

World Health Organization (WHO), 2004. Guidelines for Drinking Water Quality Recommendations.1: 206-209.

Wu, J., Liu, S., Hu, T., Lin, F., Xie, R., Yuan, S., Yi, H., Mo, Y., Sun, J., Cheng, L., Li, H., Liu, Z., Fan, Z., Tan, Y. 2024. Measurement of the radon and thoron exhalation rates from the water surface of Yixin Lake, *Nuclear Engineering and Technology*, 56(4): 1538-1543.

Yousef, H.A., El-Farrash, A.H., Magdy, A. 2017. Radon levels in surface water samples from Manzala Lake East Nile Delta, Egypt using Nuclear Track Detectors. *Journal of Nuclear and Particle Physics* 7(2): 36-42.

FACTORS AFFECTING THE LACTATION PROCESS AND MIDWIFERY CARE

LAKTASYON SÜRECİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE EBELİK BAKIMI

Ebru ERTAŞ¹, Feride ÇEVİK²¹Öğretim Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ebelik Bölümü,

ORCID: 0000-0001-7749-7033

² Araştırma Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ebelik Bölümü,

ORCID: 0000-0001-6799-7050

Özet

Laktasyon (emzirme), yenidoğan bebeğin anne sütü ile beslenmesi için emzirilmesini ifade etmektedir. Emzirme, yenidoğan bebekler ve anneler için son derece yararlı bir beslenme türü olarak bilinmektedir. Emzirme ve anne sütü bebeği fiziksel, zihinsel, ruhsal ve sosyal gelişim açısından destekler. Sağlıklı bir geleceğe sahip olmak için, doğum sonrası en az 6 ay sadece anne sütü ve sonrasında iki yıl süren emzirme süreci önerilmektedir. Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması'nın (TNSA) 2018 verilerine göre emzirme oranı %98 iken bu oran yaşla beraber hızla azalmakta, 0-1 ay arası çocuklarda %59'a, 4-5 ay arası çocuklarda %14'e düşmektedir. Ülkemizde emzirmeye başlama alışkanlığı yaygın olmasına rağmen mama ve ek gıdalara erken dönemde geçilmekte, biberon ile besleme tercih edilmektedir. Emzirme sürecini etkileyen pek çok faktör vardır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre emzirmeye etkide bulunan faktörlerden bazıları, annenin yaşı, eğitim seviyesi, sosyoekonomik durum, annenin emzirme deneyimi, doğum şekli, annenin gebeliği istemesi ve annenin emzirmeye ilişkin bilgi alma durumudur. Ayrıca yenidoğanda sağlık sorunu olması, erken doğum, düşük doğum ağırlığı gibi sebepler erken dönemde emzirmeye başlanmasını engellemektedir. Galaktogog kullanımı, beslenme, probiyotik kullanımı, sigara kullanımı, ilaç kullanımı gibi faktörlerde laktasyon sürecini etkilemektedir. Kadınların laktasyon sürecini etkileyen faktörleri bilmesi emzirmeyi başlatmada ve devam ettirmekte önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle kadına gerekli bakım ve danışmanlığı sağlayan ebeler, laktasyon sürecini etkileyen faktörler hakkında da kadınlara eğitim vermeli bu konuda danışmanlık sağlamaları önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Anne sütü, ebelik, emzirme, laktasyon

Abstract

Lactation (breastfeeding) refers to breastfeeding a newborn baby to feed them with breast milk. Breastfeeding is known to be an extremely beneficial type of nutrition for newborns and mothers. Breastfeeding and breast milk support the baby in terms of physical, mental, spiritual and social development. In order to have a healthy future, it is recommended to exclusively breastfeed for at least 6 months after birth and then breastfeed for two years. According to the 2018 data of the Turkey Demographic and Health Survey (TDHS), while the breastfeeding rate is 98%, this rate decreases rapidly with age, falling to 59% in children aged 0-1 month and 14% in children aged 4-5 months. Although the habit of starting breastfeeding is widespread in our country, formula and supplementary foods are switched to early, and bottle feeding is preferred. There are many factors that affect the breastfeeding process. According to the results of the research, some of the factors that affect breastfeeding are the mother's age, level of education,

socioeconomic status, the mother's breastfeeding experience, the type of birth, the mother's desire for pregnancy and the mother's status of receiving information about breastfeeding. In addition, health problems in the newborn, premature birth, low birth weight, etc. prevent the early initiation of breastfeeding. Factors such as the use of galactogogues, nutrition, probiotic use, smoking, and medication use also affect the lactation process. Women's knowledge of the factors affecting the lactation process plays an important role in initiating and continuing breastfeeding. Therefore, midwives who provide the necessary care and counseling to women should also educate women about the factors affecting the lactation process and provide counseling on this issue.

Keywords: Breast milk, midwifery, breastfeeding, lactation

1. GİRİŞ

Laktasyon (emzirme), meme bezlerinin süt üretmesi ve salgılaması süreci olup yenidoğan bebeğin anne sütü ile beslenmesi için emzirilmesini ifade etmektedir (Farah et.al., 2021). Anne sütü, bebeğe besin desteğinin yanı sıra ek faydalar sağladığı ve annenin sağlığına da katkıda bulunduğu için bebekler için en uygun besin olarak kabul edilir. Emzirmenin, sütün besin değerinin ötesinde bebekler üzerinde sayısız olumlu etkisi bulunmaktadır. Anne sütü, doğumdan sonraki ilk altı ay boyunca bebekler için en iyi besindir. İki yaşına kadar ek gıdalarla birlikte emzirmeye devam edilmesi önerilir. Geçiş ve olgun anne sütünün bileşimi, emzirmenin ilk günlerinde salgılanan ve birçok immünojenik bileşen içeren kolostrumdan büyük ölçüde farklılık göstermektedir. B6, B12 vitaminleri ve C vitamini (askorbik asit) dahil olmak üzere anne sütündeki bazı bileşenlerinin konsantrasyonu, kalsiyum, demir, çinko ve bakır konsantrasyonları emzirme boyunca kademeli olarak azalır (Golan & Assaraf, 2020). Tüm bu olumlu etkiler, emzirme ve anne sütünün bebeği fiziksel, zihinsel, ruhsal ve sosyal gelişim açısından desteklediğini göstermektedir. Sağlıklı bir geleceğe sahip olmak için, doğum sonrası en az 6 ay sadece anne sütü ve sonrasında iki yıl süren emzirme süreci önerilmektedir (Eidelman et.al., 2012; WHO, 2009). Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması'nın (TNSA) 2018 verilerine göre emzirme oranı %98 iken bu oran yaşla beraber hızla azalmakta, 0-1 ay arası çocuklarda %59'a, 4-5 ay arası çocuklarda %14'e düşmektedir (TNSA, 2018).

Emzirme, bebeğe ve anneye oldukça faydalı olması, bebekleri beslemenin en doğal yolu olmasına rağmen, günümüzde birçok anne emzirme zorluklarından şikayetçidir. Emzirme sürecini etkileyen pek çok faktör vardır. Anne yaşı, eğitim düzeyi, sosyoekonomik durum, emzirme deneyimi, doğum şekli, annenin emzirmeye ilişkin bilgi alma durumu ve annenin gebeliği istemesi emzirmeyi etkileyen bazı durumlar arasında yer almaktadır. Yenidoğanda sağlık sorunu, prematüre bebek, düşük doğum ağırlıklı bebek gibi sebepler doğum sonu erken dönemde emzirmeye başlanmasını engellemektedir. Galaktogog (süt artırıcı) kullanımı, beslenme, probiyotik kullanımı, sigara kullanımı, ilaç kullanımı gibi faktörlerde laktasyon sürecini etkilemektedir (Yahşi & Şaylı, 2022; Dünder, 2021; Erçin & Köseoğlu, 2022). Eş desteği, stres ve bebeğin emzirme yeteneği gibi emzirme sonuçlarını etkileyebilecek çevresel faktörlere ek olarak, anne genetiği gibi içsel faktörler de anne sütünün niceliksel üretimini ve niteliksel içeriğini etkileyebilir (Golan & Assaraf, 2020).

1.1. Laktasyon Sürecini Etkileyen Faktörler

Anne yaşının küçük olması laktasyon sürecini fizyolojik olarak etkileyebilmektedir. Bu anlamda memeler ve hormonlar süt yapımı ve salınımı konusunda gelişmemiş olabilir. Gelir ve eğitim düzeyi yüksek olan annelerin laktasyon konusunda bilgi düzeyinin daha iyi olduğu ve emzirmeye daha erken başlayıp daha geç bıraktığı bilinmektedir. Diğer yandan çalışan annelerin emzirme, süt sağma ve sütü saklama konusunda zamansal ve mekânsal sorunlar

nedeniyle bebeğini anne sütü ile besleme sürelerinin daha kısa olduğu belirtilmektedir (Erçin & Köseoğlu, 2022). Laktasyonu etkileyen anne kaynaklı bir diğer durum ise doğum şeklidir. Normal doğum yapan annelerin sezaryen doğum yapan annelere göre süt üretimi ve salınımı daha hızlı ve erken olmakla birlikte doğum sonrası bebek ile teması erken gerçekleşmektedir. Bu nedenle normal doğum yapan anneler sezaryen yapan annelere göre laktasyona daha erken dönemde başlamaktadır (Huang et.al., 2017). Doğum öncesi ve doğum sonrası dönemde annenin emzirme ile ilgili bilgilendirilmiş olması laktasyon başarısını artırmakta, eksik veya yanlış bilgiler ise bebeği memeye yanlış yerleştirme, meme travması, bebeği anne sütü dışında başka gıdalar ile besleme gibi nedenlerden kaynaklı olarak laktasyonu erken bırakılmasına neden olabilmektedir (Erçin & Köseoğlu, 2022). Laktasyonun başlatılmasında önceki emzirme deneyimi, sosyal destek, özellikle eş desteği laktasyon sürecinin başlaması ve devam ettirilmesini olumlu yönde etkilemektedir (Lok, Bai & Tarrant, 2017). Gebeliğin planlı olması ve bebeğin istenen bebek olması anne-bebek ilişkisinin güçlü olmasına ve buna bağlı olarak laktasyon sürecini de pozitif etkilediği bildirilmektedir (Yeşilçiçek Çalık, Coşar Çetin & Erkaya, 2017).

Yenidoğanda sağlık sorunu, prematüre bebek, düşük doğum ağırlıklı bebek gibi sebepler doğum sonu erken dönemde emzirmeye başlanmasını engellemektedir. Prematüre bebekler (37 haftadan daha erken yaşta doğanlar), tam dönem bebeklere kıyasla kısmi emzirme ve anne sütüyle beslenmenin erken kesilmesi açısından daha yüksek risk altındadır. Gestasyonel yaşı küçük ve doğum ağırlığı düşük olan bebeklerin emme reflekslerinin zayıf olması, yenidoğan yoğun bakım ihtiyacının bulunması, doğumsal sağlık sorunları gibi nedenlerle anne bebek etkileşiminin zayıf olması, laktasyon süreci tamamlanmadan doğumun gerçekleşmesi ile birlikte emzirme gecikebilir veya hiç olmayabilir. Bu gibi durumlar laktasyonu olumsuz yönde etkilemektedir (Levene et.al., 2024).

Galaktogoglar süt artırmak, laktasyonun başlatmak ve artırmak amacıyla kullanılan rezene, anason, ıhlamur, bulgur gibi bitkisel kökenli ürünlerdir. Galaktogog kullanımı süt üretimini artırması yönünden laktasyon sürecini olumlu olarak etkilemektedir. Galaktogogların yanı sıra annenin beslenmesinin yetersiz veya dengesiz olması süt miktarını etkilemezken sütün kalitesini olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Annenin gebelik süresince probiyotik kullanımının laktasyon sürecinde süt içeriğinde immunglobulinleri artırarak sütün kalitesini artırdığı ve doğum sonu dönemde bebekte alerjik hastalıkların önüne geçebileceğine dair kesin olmayan sonuçlar bildirilmiştir. Laktasyon döneminde sigara kullanımının prolaktini baskıladığı, sigaranın içeriğindeki zararlı maddelerin anne sütünün kalitesini bozması sonucu laktasyonun kesintiye uğradığı bildirilmektedir. Annenin laktasyon döneminde ilaç kullanımının (östrojen, antimetabolit, radyoaktif maddeler, antidepresanlar vb) anne sütüne geçişi olsun veya olmasın laktasyonu olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Erçin & Köseoğlu, 2022; Filikçi, 2020; Uçar & Yılmaz, 2020).

1.2. Ebelik Bakımı

Ebeler kadınlara doğum öncesi ve sonrasında emzirme desteği sağlamaktadır. Kadınlar hastaneden taburcu olduktan sonra ev ziyaretleri sırasında ebelik bakımı devam eder. Günümüzde çoğu kadının emzirme güçlükleri yaşaması ebelik bakımındaki rolünün önemini göstermektedir. Ebelerin doğum öncesi bakımdaki rolü laktasyon hakkında bilgi vermek ve emzirmenin anne ve çocuğa faydalarını sunmaktır. Doğum öncesi eğitimlerde kadınların emzirmeye ilk hazırlıkları önemlidir. Doğum sonu dönemde ise ebelerin görevi yenidoğan ile annesinin ten tene temasını sağlamaktır. Ebeler, bebeği memeye tutmanın doğru yolunu öğretmek için uygun pozisyonun seçilmesine yardımcı olurlar. Laktasyon fizyolojisi temelinde ebeler annede laktasyonu etkileyen olumlu ve olumsuz faktörleri

belirleyip gerekli olan girişimleri uygulamalıdır. Ebeler laktasyon sürecinde tıbbi görüşme, annenin genel ve ruhsal durumunun gözlemlenmesi, annenin beslenmesi, ilaç kullanımı, çevresel faktörler, eş desteği sosyal destek, meme muayenesi, emzirmenin ve emzirme etkinliğinin değerlendirilmesini yapmaktadır. Tüm bu değerlendirmeler ışığında ebeler, en doğru ve en etkili ebelik bakımını sağlayarak laktasyon sürecini komplikasyonsuz bir şekilde sürdürmeye destek olmaktadır (Surówka, Humaj-Grysztar & Madetko, 2021).

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; kadınların laktasyon sürecini etkileyen faktörleri bilmesi emzirmeyi başlatmada ve devam ettirmekte önemli rol oynamaktadır. Emziren bir kadında laktasyonu etkileyen faktörlerin ebeler tarafından tespit edilmesi, duruma yönelik ebelik bakımının belirlenmesi ve uygun girişimlerin uygulanması önemlidir. Bu nedenle kadına gerekli bakım ve danışmanlığı sağlayan ebeler, laktasyon sürecini etkileyen faktörler hakkında da kadınlara eğitim vermeli bu konuda danışmanlık sağlamalıdır.

3. KAYNAKLAR

Dündar, T. (2021). Emzirmeyi etkileyen faktörler. Özsoy S, editör. Emzirme ve anne sütü ile beslemede danışmanlık/güncel yaklaşımlar. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, p.59-65.

Eidelman, A.I., Schanler, R.J., Johnston, M., Landers, S. & Noble, L., et al. (2012). Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics*, 129(3): e827-e841.

Erçin, E. & Köseoğlu, S.Z.A. (2022). Güncel bilgilerle laktasyon dönemi ve etkileyen faktörler. *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(2): 94-99

Farah, E., Barger, M.K., Klima, C., Rossman, B. & Hershberger, P. (2021). Impaired lactation: review of delayed lactogenesis and insufficient lactation. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 66(5): 631-640.

Filikci, A. (2020). 0-24 ay arasında bebeği olan kadınların anne sütü ve emzirme konusundaki bilgi ve davranışları ile anne sütünü artırmaya yönelik uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Golan, Y & Assaraf, Y.G. (2020). Genetic and physiological factors affecting human milk production and composition. *Nutrients*, 12(5): 1500.

Huang, P., Ren, J., Liu, Y., Luo, B. & Zhao, X. (2017). Factors affecting breastfeeding adherence among Chinese mothers. *Wolters Kluwer Health, Medicine*, 96(38): 1-6.

Levene, I., Fewtrell, M., Quigley, M. A. & O'Brien, F. (2024). The relationship of milk expression pattern and lactation outcomes after very premature birth: A cohort study. *Plos one*, 19(7): e0307522.

Lok, K.Y.W., Bai, D.L. & Tarrant, M. (2017). Family members' infant feeding preferences, maternal breastfeeding exposures and exclusive breastfeeding intentions. *Midwifery*, 53: 49-54.

Surówka, J., Humaj-Grysztar, M. & Madetko, R. (2021). The midwife's role in lactation care in Poland. *Nursing Problems/Problemy Pielęgniarstwa*, 29(1): 26-30.

Türkiye Nüfus Sağlık Araştırması (TNSA). 2018 Ana Raporu. Erişim tarihi: 22.09.2024, http://www.hips.hacettepe.edu.tr/tnsa2018/rapor/TNSA2018_ana_Raporu.pdf.

Uçar, Z. & Yılmaz, H.O. (2020). Laktasyon döneminde beslenme: Enerji ve makro besin öğeleri. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 2(1): 37-46.

WHO (2009). Infant and young child feeding: model chapter for textbooks for medical students and allied health professionals. Geneva: World Health Organization; SESSION 1, The importance of infant and young child feeding and recommended practices. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK148967/>

Yahşı, A. & Şaylı, T. (2022). Anne sütünü etkileyen faktörler ve emzik kullanımının emzirme üzerine etkileri. Pamukkale Medical Journal, 15(4): 788-795.

Yeşilçiçek Çalık, K., Coşar Çetin, F. & Erkaya, R. (2017). Annelerin emzirme konusunda uygulamaları ve etkileyen faktörler. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(3): 80-91.

EFFECT OF PREMENSTRUAL SYNDROME ON NUTRITIONAL PREFERENCES PREMENSTRUAL SENDROMUN BESLENME TERCİHİNE ETKİSİ

Feride ÇEVİK¹, Ebru ERTAŞ²

¹ Araştırma Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ebelik Bölümü,

ORCID: 0000-0001-6799-7050

² Öğretim Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ebelik Bölümü,

ORCID: 0000-0001-7749-7033

Özet

Premenstrüel sendrom (PMS), dünya üzerindeki tüm üreme çağındaki kadınlarda görülen rahatsızlıklardan biridir. Kadınların %80-90'a yakınında görülmekte ve yaşam kalitesini düşürdüğü bilinmektedir. Menstrual döngü sırasında meydana gelen hormonal iniş çıkışlar kadında fiziksel, psikolojik ve davranışsal değişikliklere sebep olabilmektedir. Fiziksel semptomlar arasında memelerde dolgunluk hissi, karında şişkinlik hissi, ödem, baş ağrısı yer alır. Psikolojik ve davranışsal semptomlar arasında ise; depresyon, yeme isteğinde değişiklikler, yorgun hissetme, halsizlik, ruh hali değişimleri, öfkelenme, uyku bozuklukları, gerginlik, sosyal içe kapanıklık, cinsel istekte değişiklik, dalgınlık ve konsantre olamama yer alır. Amerikan Obstetrik ve Jinekologlar Birliği'nin (ACOG) tanı kriterlerine göre PMS tanısı konulabilmesi için, oluşan bu belirtilerin menstruasyondan önceki 5 gün içerisinde ortaya çıkması ve menstruasyon başladıktan sonra 4 gün içinde kaybolması gerekmektedir. Kadınların birçoğu hafif veya orta şiddette bu semptomları yaşarken %20'ye yakını ciddi düzeyde yaşamaktadır. Kadınların yaşadığı en büyük semptomlardan biride iştahın artması ve besin tercihinde değişikliklerin olmasıdır. Menstruel döngüyle ilgili hormonal iniş çıkışlar yeme isteği ve yeme davranışını etkilemekte ve farklılıklara yol açabilmektedir. Yapılan birçok çalışmada bazı besinlerin alımı ile PMS belirtileri arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Bu dönemde yağlı, karbonhidrat içeren, tuz oranı yüksek besinlerin tüketiminin arttığı bildirilmektedir. Bu besinlerden en çok tercih edilenler ise çay, kahve, gazlı içecekler, alkol, çikolata, süt, şeker yönünden zengin yiyecek ve içeceklerdir. Sonuç olarak; PMS kadınların çoğunluğunda görülen ve beslenme tercihini etkileyen bir durumdur. Bu nedenle kadına gerekli bakım ve danışmanlığı sağlayan ebeler, kadınların yeterli, dengeli ve sağlıklı beslenmeleri için bu durumu göz önüne alarak gerekli eğitim ve danışmanlık hizmetini vermelidir.

Anahtar kelimeler: Besin tercihi, beslenme alışkanlıkları, premenstrual sendrom

Abstract

Premenstrual syndrome (PMS) is one of the disorders seen in women of reproductive age all over the world. It is seen in nearly 80-90% of women and is known to reduce the quality of life. Hormonal ups and downs that occur during the menstrual cycle can cause physical, psychological and behavioral changes in women. Physical symptoms include a feeling of fullness in the breasts, a feeling of bloating in the abdomen, edema, and headaches. Psychological and behavioral symptoms include depression, changes in food desire, feeling tired, weakness, mood swings, anger, sleep disorders, tension, social withdrawal, changes in sexual desire, absent-mindedness and inability to concentrate. According to the diagnostic criteria of the American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG), in order to

diagnose PMS, these symptoms must occur within 5 days before menstruation and disappear within 4 days after menstruation begins. While most women experience these symptoms at a mild or moderate level, nearly 20% experience them at a severe level. One of the biggest symptoms women experience is increased appetite and changes in food preferences. Hormonal ups and downs related to the menstrual cycle affect food desire and eating behavior and can lead to differences. Many studies have shown a relationship between the intake of certain foods and PMS symptoms. It is reported that the consumption of fatty, carbohydrate-containing, and salty foods increases during this period. The most preferred of these foods are tea, coffee, carbonated drinks, alcohol, chocolate, milk, and foods and drinks rich in sugar. In conclusion; PMS is a condition seen in the majority of women and affects their nutritional preferences. Therefore, midwives who provide the necessary care and counseling to women should take this situation into consideration and provide the necessary training and counseling services for women to have adequate, balanced and healthy nutrition.

Keywords: Food preference, eating habits, premenstrual syndrome

1. GİRİŞ

1.1. Menstrual Siklus

Menstruasyon siklus üreme çağındaki kadınların hayatındaki önemli fizyolojik süreçlerden biridir. Bu durum her ay düzenli olarak tekrarlanır. Menstruasyon sürecinde, kadının uterus ve overlerinde değişikliklerin meydana gelir. Meydana gelen bu döngüyü luteinize hormon (LH), östrojen, progesteron, folikül stimüle edici hormon (FSH) gibi hormonlar etkiler. Menstrual siklus, menstruasyonun gerçekleşmesi (1.-5. gün), foliküler faz (1.-13. gün), ovulasyon (14. gün) ve luteal fazdan (15.-28. gün) meydana gelmektedir (Özer ve Güvenç, 2023).

1.2. Premenstrual Sendrom

Premenstruel sendrom tanımı ilk kez 1931'de R.D. Frank tarafından yapılmıştır. 1985'de ise Reid tarafından yapılan tanımla birlikte genel olarak kabul görmüştür. Yapılan tanıma göre "PMS; fiziksel, psikolojik ve davranışsal değişikliklerle karakterize, şiddetli olduğu durumda kişilerarası ilişkileri ve normal aktiviteleri bozan, tekrarlayıcı luteal faz durumudur." (Akmalı vd., 2020; Sarı Çetin ve Erbil, 2020). Premenstruel sendrom (PMS); menstrual döngünün luteal fazında ortaya çıkar. Menstrual döngünün luteal faz evresinde meydana gelen hormonal iniş çıkışlar kadında fiziksel, psikolojik ve davranışsal değişikliklere sebep olabilmektedir. Fiziksel semptomlar arasında memelerde dolgunluk hissi, karında şişkinlik hissi, ödem, baş ağrısı yer alır. Psikolojik ve davranışsal semptomlar arasında ise; depresyon, yeme isteğinde değişiklikler, yorgun hissetme, halsizlik, ruh hali değişimleri, öfkelenme, uyku bozuklukları, gerginlik, sosyal içe kapanıklık, cinsel istekte değişiklik, dalgınlık ve konsantre olamama yer alır. Tüm bu değişimler menstruasyonun oluşmasıyla birlikte gittikçe iyileşme gösterir. Amerikan Obstetrik ve Jinekologlar Birliği'nin (ACOG) tanı kriterlerine göre PMS tanısı konulabilmesi için, oluşan bu belirtilerin menstruasyondan önceki 5 gün içerisinde ortaya çıkması ve menstruasyon başladıktan sonra 4 gün içinde kaybolması gerekmektedir (Sarı Çetin ve Erbil, 2020; Bakır ve Kızılkaya Beji, 2021; Özkan ve Koç, 2020).

1.2.1. Premenstrual Sendrom Prevalansı

Premenstruel sendrom prevalansı ülkeden ülkeye ve yaş gruplarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Dünya üzerindeki tüm kadınların %80-90'a yakınında PMS görülmekte ve yaşam kalitesini düşürdüğü bilinmektedir. Türkiye'deki PMS prevalansı ile ilgili yapılan çalışmalarda, 15-49 yaş arası kadınlarda PMS prevalansı; %6 ile %76 arasında değişmektedir. En fazla 30-40 yaş arası kadınlarda görülmektedir. PMS yaşayan kadınların yaklaşık %80'i

semptomları hafif şiddette, %20-50'si orta şiddette ve yaklaşık %5-15'i şiddetli düzeyde yaşayabilmektedirler. Kadınların birçoğu hafif veya orta şiddette bu semptomları yaşarken %20'ye yakını ciddi düzeyde yaşamaktadır (Büleç ve Yalvaç, 2021; Akmalı vd., 2020; Çağırın Yılmaz ve Çağırın, 2023).

1.2.2. Premenstruel Sendrom Risk Faktörleri

Premenstruel sendrom risk faktörleri arasında; yaş, stres, beden kitle indeksinin fazla olması, çocuk sayısı, sosyoekonomik düzeyin düşük olması, genetik, evli olmak, sigara-alkol kullanımı yer almaktadır (Büleç ve Yalvaç, 2021).

1.3. Premenstruel Sendromun Beslenme Tercihine Etkisi

Premenstrüel sendrom (PMS), dünya üzerindeki tüm üreme çağındaki kadınlarda görülen rahatsızlıklardan biridir. Kadınlar bu dönemde birçok farklı semptom yaşamakta ve yaşanan en büyük semptomlardan biride iştahın artması ve besin tercihinde değişikliklerin olmasıdır. Premenstruel sendrom yaşayan kadınlarda luteal fazda iştahlarının arttığı ve bazı besinlere karşı istek duyulduğu bilinmektedir. Yapılan birçok çalışmada bazı besinlerin alımı ile premenstrüel sendrom belirtileri arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Menstruel döngüyle ilgili hormonal iniş çıkışlar yeme isteği ve yeme davranışını etkilemekte ve farklılıklara yol açabilmektedir. Luteal fazdaki yeme davranışı değişikliklerinde östrojen ve progesteron hormonlarına bağlı olarak, magnezyum ve serotonin ihtiyacının artması sonucunda haz duygusu amacıyla luteal fazda çikolata ve tatlı tüketiminin arttığı düşünülmektedir. Aynı zamanda luteal fazda insülin reseptör sayılarının foliküler faza kıyasla iki katına çıkarak karbonhidrat toleransını arttırdığı ve bu nedenle bireylerin yüksek karbonhidrat içeren besin tüketimine yöneldiği bildirilmiştir. Bu dönemde yağlı, karbonhidrat içeren, tuz oranı yüksek besinlerin tüketiminin arttığı bildirilmektedir. Bu besinlerden en çok tercih edilenler ise çay, kahve, gazlı içecekler, alkol, çikolata, süt, şeker yönünden zengin yiyecek ve içeceklerdir. Menstruel döngünün luteal fazında daha fazla enerji alımı ve kişilerin özellikle çikolata, tatlı gibi yüksek şeker içeren besinlere karşı isteklerinin olduğu bildirilmektedir. Yapılan çalışmalarda premenstruel sendrom ile basit şeker içeren besin tercihinin ilişkili olduğu görülerek luteal fazda farkında olmadan tatlı yiyeceklere yönelimin olduğu saptanmıştır. Kişilerin yaşadıkları semptomlara göre besin tercihlerine bakıldığı zaman karbonhidratlı besin tüketme isteğinin sınırlılık, depresyon, kaygı gibi psikolojik faktörlerle orantılı olduğu ortaya konmuştur (Çoban ve Karlı, 2023; Uzunlar & Gezmen Karadağ, 2024).

1.3.1. Tedavi Edici Yöntemler

Premenstrüel sendrom semptomlarını azaltmak için tedavi seçenekleri kişiye göre değişiklik göstermektedir. Hem farmakolojik hem de nonfarmakolojik tedavi seçenekleri vardır. Beslenme tercihinde değişiklik ve fazla yeme isteğini azaltmak için; egzersiz-spor-yoga vs. yapmak, mineral ve vitamin takviyesi almak, masaj, davranışsal ve bilişsel olarak davranış değişiklikleri yapmak, sigara-alkol kullanımının azaltmak gibi yaşam aktivitelerinin düzenlenmesi nonfarmakolojik olan yöntemlerden bazılarıdır. Aynı zamanda menstruasyon siklusunun luteal fazında sigara ve alkol kullanımı, şekerli ve gazlı içecekler, çikolata ve kafein kısıtlaması gibi beslenme programında yapılan iyileştirmeler etkili olduğu bilinmektedir. Bu dönemde sodyum alımının azaltılması, vücutta ödem oluşumun önüne geçilmesi ve homeostazinin korunması için uygulanabilecek en uygun beslenme düzenlemelerindedir. İstenilen sonuç alınmadığında farmakolojik olarak tedavi yaklaşımı tercih edilmektedir. Farmakolojik tedavi için doktora, psikolojik tedavi için psikoloğa yönlendirilmesinin yapılması gerekmektedir (Topel ve Pehlivan, 2021; Oğan vd., 2021; Sarı Çetin ve Erbil, 2020).

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; premenstrual sendrom üreme çağındaki kadınların çoğunluğunda görülen, iştahı ve beslenme tercihini etkileyen bir durumdur. Özellikle duygusal yeme davranışına sahip kadınları önemli düzeyde etkileyerek iştahın artmasına ve çikolata, tatlı gibi yüksek şeker içeren, yağ ve tuz oranı yüksek besinleri tüketim isteğinin artmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak, kadınlarda beden kitle indeksi artışı, yeme bozuklukları, yaşam kalitesinde düşme gibi problemler görülebilmektedir. Bu nedenle kadına gerekli bakım ve danışmanlığı sağlayan ebeler, kadınların yeterli, dengeli ve sağlıklı beslenmeleri için bu durumu göz önüne alarak gerekli eğitim ve danışmanlık hizmetini vermelidir. Premenstrual sendrom semptomları ve yönetimi hakkında bilgilendirmelidir. Yapılabilecek nonfarmakolojik tedaviler hakkında eğitim vermelidir. Nonfarmakolojik tedavi ile iyileşme göstermeyen ve şiddetle devam eden olgular için psikolog ve doktora yönlendirme yapılmalıdır.

3. KAYNAKLAR

Akmalı, N., Özerdoğan, N. & Gürsoy, E. (2020). Bir devlet hastanesinde çalışan üreme çağındaki kadınlarda premenstrual sendrom prevalansı, ilişkili faktörler ve yaşam kalitesine etkisi. *Mersin Üniv Sağlık Bilim Derg.*, 13(1): 63-74 doi: 10.26559/mersinsbd.639160

Bakır, N. & Kızılkaya Beji, N. (2021). Üniversite öğrencilerinde premenstrual sendrom prevalansı ve etkileyen faktörler. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 9(1): 264-277. doi: 10.33715/inonusaglik.835785

Büleç, A. & Yalvaç, S. (2021). Üreme çağındaki kadınlarda premenstrual sendromun ruh sağlığına yansımaları. *KAEÜ Sağl. Bil. Derg.*, 1(1): 48-53.

Çağırın Yılmaz, F. & Çağırın, D. (2023). Adölesan dönemde premenstrual sendromun obezite ile ilişkisi. *GÜSBD*, 12(2): 713-718.

Çoban, B. & Karlı, K. (2023). Premenstrual sendromun iştah ve besin tercihi üzerine etkileri. *Kastamonu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2(2): 19-28.

Ongan, D., Songür Bozdağ, A.N., Kuleli, M., Ünsal, B. & Yıldırım, E. (2021). Premenstrual sendromu olan kadınlarda yeme bağımlılığı: bulmacanın yeni parçası. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(2): 39-46.

Özer, E. & Güvenç, G. (2023). Determination of Premenstrual Syndrome-Related Factors in Nursing Students And Investigation of Their Relationship With Sleep Quality. *J TOGU Heal Sci.*, 3(2): 184-197.

Özkan, S. & Koç, G. (2020). Kadınlarda premenstrual sendrom yaşanmasını etkileyen sosyal ve kültürel faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 7(2): 180-185. DOI: 10.31125/hunhemsire.763193

Sarı Çetin, H. & Erbil, N. (2020). Premenstrual sendromda ağrı yönetimi. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, 3(2): 202-210. DOI:10.38108/ouhcd.693294

Topel, M. & Pehlivan, M. (2021). Sağlık bilimleri fakültesinde okuyan kız öğrencilerin premenstrual sendrom yaşama durumları ile beslenme alışkanlıklarının değerlendirilmesi. *KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3): 84-96.

Uzunlar, E.A. & Gezmen Karadağ, A. (2024). Premenstrual sendrom: beslenme ile ilişkisi üzerine derleme. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(1): 41-54

IMMOBILIZATION OF LIPASE ONTO MOF-BASED FILM LİPAZIN MOF-TABANLI FİLM ÜZERİNE İMMOBİLİZASYONU

Merve Betül ARSLAN¹, Burcu OKTAY², Serap DEMİR³

¹Öğrenci, Marmara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Biyokimya Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye ¹ORCID ID: 0009-0009-6937-0708

² Doçent Dr., Marmara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Organik Kimya Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye ²ORCID ID: 0000-0003-3488-1144

³ Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul, Türkiye ³ORCID ID: 0000-0002-6326-5829

ABSTRACT

Enzymes have an important place in various industrial areas. However, they have some commercial limitations due to various reasons such as the difficulty in reuse of enzymes and the high cost of purification. Enzyme immobilization has been a frequently investigated technique due to its improving effects on various properties of the enzyme, including enzyme reuse and enzyme stability. Lipases (EC 3.1.1.3) are serine hydrolase class enzymes. Lipases have been the subject of many studies due to their usability in different sectors and their ability to recognize various substrates. In this study, the immobilization of lipase enzyme isolated from *Candida rugosa* onto MOF-based films and its effects on the enzyme were investigated. Therefore, in our study, different formulations of poly(ethylene glycol) dimethacrylate, N-[3-(Dimethylamino)propyl] methacrylamide (DMAPMA) and amine modified zeolitic imidazolate framework8 (ZIF8-NH₂) were prepared and polymerization was carried out under UV light by adding a photoinitiator. Lipase enzyme was covalently immobilized on MOF-based films and changes in various properties of the enzyme as a result of immobilization were investigated. The results were compared by examining the storage time, kinetic properties, temperature and reusability of free and immobilized enzymes using hydrolysis and synthesis activity methods. The immobilized enzyme showed better results than the free enzyme in terms of hydrolysis and synthesis activity. In addition, the immobilized enzyme showed better reusability and storage stability.

This study was supported by Marmara University Scientific Research Project Commission, FYL-2023-10978.

Keywords: Lipase, immobilization, ZIF, film, UV light

ÖZET

Enzimler, çeşitli endüstri alanlarında önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte, enzimler yeniden kullanımlarının zorluğu ve saflaştırma maliyetlerinin yüksek olması gibi çeşitli nedenlerle ticari olarak birtakım sınırlamalara sahiptir. Enzim immobilizasyonu, enzimin yeniden kullanım özelliği ve enzim stabilitesi dahil üzere enzimin çeşitli özellikleri üzerindeki iyileştirici etkileri olması nedeniyle sıklıkla araştırılan bir teknik olmuştur. Lipazlar (EC 3.1.1.3), serin hidrolaz sınıfı enzimlerden biridir. Farklı sektörlerde kullanılabilme ve çeşitli substratları tanıma gibi özellikleri nedeniyle lipazlar birçok çalışmaya konu olmuştur.

Bu araştırmada *Candida rugosa*'dan izole edilmiş olan lipaz enziminin MOF tabanlı filmlere immobilizasyonu ve bunun enzim üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu nedenle, çalışmamızda poli(etilen glikol) dimetakrilat, N-[3-(Dimetilamino)propil] metakrilamid (DMAPMA) ve amin modifiye zeolitik imidazolat ereve8'in (ZIF8-NH₂) farklı formülasyonları hazırlandı ve bir foto başlatıcı eklenerek UV ışığı altında polimerizasyon gerçekleştirildi. Lipaz enzimi MOF-tabanlı filmlere kovalent olarak immobilize edildi ve immobilizasyon sonucu enzimin çeşitli özelliklerinde meydana gelen değişiklikler araştırıldı. Hidroliz ve sentez aktivite yöntemleri kullanılarak serbest ve immobilize enzim üzerine depolama süresi, kinetik özellikleri, sıcaklık ve tekrar kullanılabilirlik gibi özellikleri incelenerek sonuçlar karşılaştırıldı. İmmobilize enzim, hidroliz ve sentez aktivitesi açısından serbest enzimden daha iyi sonuçlar göstermiştir. Ayrıca, immobilize enzim daha iyi yeniden kullanılabilirlik ve depolama kararlılığı göstermiştir.

Bu alışma, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Komisyonu, FYL-2023-10978 tarafından desteklenmiştir.

Anahtar kelimeler: Lipaz, immobilizasyon, ZIF, film, UV ışığı

**CAN MYOPATHIC SIDE EFFECTS OF STATIN THERAPY BE PREVENTED
WITH FOOD SUPPLEMENT?**
**STATİN TEDAVİSİNİN MİYOPATİK YAN ETKİLERİ GIDA TAKVİYELERİ İLE
ÖNLENEBİLİR Mİ?**

Metin ÇELİK^{1,*}, Burak DİK²

¹Araştırma Görevlisi, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji, <https://orcid.org/0009-0009-2425-4754>,

²Doçent Doktor, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji, <https://orcid.org/0000-0003-2738-6911>,

Özet

İlk statinler mantarlardan elde edilen doğal maddelerdir. Statin grubu ilaçlar, etkilerini HMG-CoA redüktazın kompetitif inhibisyonu ile gösterirler. HMG-CoA redüktaz normalde HMG-CoA(3-hidroksi-3-metilglutaril-koenzim A)'yı bir kolesterol öncüsü olan mevalonik asit'e dönüştürür. Statinlerin kullanımı ile bu sentez engellenmiş olur. Böylece endojen kolesterol seviyelerinde düşüş meydana gelir. Statinler bu etkisi sayesinde özellikle hiperlipidemi tedavisinde, kardiyovasküler hastalıklarda ve diğer birçok olguda sıklıkla reçete edilen ilaçlar haline gelmiştir. Ancak bu ilaçların kullanımının artmasıyla bazı yan etkiler sıklıkla rapor edilmeye başlanmıştır. İlacın oluşturduğu en belirgin ve tehlikeli yan etki olan statin ilişkili kas semptomları (SAMS); miyalji, myopati ve rabdomiyolizden oluşmaktadır. Özellikle ilacın kullanımına bağlı gelişen iskelet kaslarındaki nekroz (öldürücü olabilen rabdomiyoliz), miyoglobinin kana geçmesine ve renal yetmezliğe neden olmaktadır. Statin kullanımının, hüresel düzeyde mitokondriyal elektron transportunda görevli olan ubikinon seviyesinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. İlacın oluşturduğu kas hasarının engellenmesi için çeşitli tedavi seçenekleri denenmektedir. Ubikinon, kreatin, E vitamini, D vitamini gibi maddeler statinlerin yan etkisinin azaltılmasında sıklıkla tercih edilen maddeler olarak ortaya çıkmıştır. Bu maddelerin tedavideki temel etkilerinin, eksileni yerine koyma ve antioksidan etkileri ile kas hasarının azaltılması olduğu bildirilmiştir. Statinlerin SAMS yan etkilerinin azaltılması için yapılan araştırmalarda, ubikinon ve vitamin D kullanımının ön plana çıktığı ortaya konmuştur. Bu maddelerin ağrı semptomlarını ve kas hasarını azaltabileceğini gösteren çalışmalar dikkatleri üzerine çekmiştir. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, statinlerin

oluşturduğu kas hasarı moleküler düzeyde detaylı bir şekilde incelenerek hasarı azaltabilecek yeni ilaçların ve tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Statin Tedavisi, Rabdomiyoliz, SAMS (Statin İlişkili Kas Semptomları)

Abstract

The first statins were natural substances obtained from mushrooms. Statin group drugs exert their effects via competitive inhibition of HMG-CoA reductase. This enzyme normally converts HMG-CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl-coenzyme A) into mevalonic acid, a cholesterol precursor. With the use of statins, this synthesis is blocked, thus resulting in a decrease in endogenous cholesterol levels. Thanks to this effect, statins have become frequently prescribed drugs, especially in the treatment of hyperlipidemia, cardiovascular diseases and many other

conditions. However, with the increasing use of these drugs, some side effects have begun to be reported frequently. The most obvious and dangerous side effect of the drug, statin-associated muscle symptoms (SAMS), consists of myalgia, myopathy, and rhabdomyolysis. Necrosis (rhabdomyolysis, which can be fatal) in the skeletal muscles, which develops especially due to the use of the drug, causes myoglobin to pass into the blood and causes renal failure. It has been reported that this muscle damage caused by statins causes a decrease in the levels of ubiquinone and atrogin-1, which are responsible for mitochondrial electron transport at the cellular level. Various treatment options are being tried to prevent muscle damage caused by the drug. Substances such as ubiquinone, creatine, vitamin E, and vitamin D have emerged as frequently preferred substances in reducing the side effects of statins, and it has been reported that the main effects of these substances in treatment are to replace the missing and to reduce muscle damage with their antioxidant effects. In studies conducted to reduce the SAMS side effects of statins, the use of ubiquinone and vitamin D has been shown to be prominent and can reduce pain symptoms and muscle damage. In future research, it is important to examine the muscle damage caused by statins in molecular detail and develop new drugs that can reduce the damage.

Keywords: Statatin Therapy, SAMS (Statin-Associated Muscle Symptoms), Rhabdomyolysis

1. GİRİŞ

Mevastatin (koampaktin) *Penicillium citrinum*'dan, lovastatin *Aspergillus terreus*'tan, simvastatin *Nocardia autotrophica*'dan elde edilen fungal kaynaklı doğal maddelerdir. Daha sonra pravastatin, atorvastatin, rosuvastatin ve benzerleri gibi yan-sentetik türevleri üretilmiştir (Oğuz, 2013).

Bu ilaçlar genellikle ön-ilaçlardır ve absorbe edildikten sonra aktif metabolitleri ile etki gösterirler. Yapı olarak HMG-CoA redüktaz enziminin substratı olan HMG-CoA'ya ve onun indirgenmiş metabolitine benzerler (Oğuz, 2013).

1.1. Statinlerin Etki Mekanizması

Statinler, hepatositlerde HMG-CoA(3-hidroksi-3-metilglutaril-koenzim A)'yı bir kolesterol öncüsü olan mevalonik asit'e dönüştüren enzim olan HMG-CoA redüktazı inhibe ederler(Şekil 1). Statinler, sıradan bir kompetitif inhibisyonundan farklı olarak enzimin aktif bölgesine bağlanırlar ve enzimin konformasyonunu değiştirirler. Bu durum, HMG-CoA redüktazın aktifleşmesini engeller. Statinlerin enzimin aktif bölgesinde neden olduğu konformasyon değişikliği, bu ilaçları çok etkili ve spesifik kılmaktadır (Stancu & Sima, 2001).



Şekil 1. Statinlerin etki yolu

Kolesterol biyosentezinde hız sınırlayıcı adımı katalize eden enzim olan HMG-CoA redüktazı kompetitif bir şekilde inhibe eden statinler, hepatositlerde kolesterol konsantrasyonunda azalmaya yol açarlar (Maron et al., 2000). Aynı zamanda HMG-CoA redüktaz inhibitörleri bu enzimi yarışmalı bir şekilde inhibe ederek endojen kolesterol sentezini de azaltırlar. Çünkü

HMG-CoA redüktaz reaksiyonunun doğal ürünü olan mevalonat, yalnızca kolesterolün değil diğer birçok kolesterol ürününün sentezinde de primer moleküldür (Stancu & Sima, 2001).

Statinler, makrofajlarda esterleşmiş kolesterol birikiminin azalmasına, endotelial NO sentetazının artmasına, inflamatuvar prosesin azalmasına, aterosklerotik plak oluşumunun engellenmesine, trombosit aktivitesinin ve pıhtılaşma sürecinin iyileştirilmesine katkı sağlarlar. Ayrıca statinlerin tümör hücrelerinin büyümesini ve gelişmesini engelleyebildiği (Stancu & Sima, 2001) ve osteoklast sentezinde bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Bellosta et al., 2000). Ayrıca bu bağlamda tedavisinde statin kullanılan insan deneklerde kemik kırıklarının sayısında azalma görülmüştür (Meier et al., 2000).

1990'larda statinlerin piyasaya girişiyle dislipidemi tedavisinde bir devrim oluşmuştur. Statinler kardiyovasküler olguların primer ve sekonder olarak önlenilmesinde kullanılır. Statin tedavisinin farklı nedenlere bağlı mortaliteyi %10, kardiyovasküler mortaliteyi %15, inmeyi %19 ve koroner olayları %23 azalttığı rapor edilmiştir (Tournadre, 2020).

1.2. Statinlerin Yan Etkileri

Statinler, Birleşik Krallık'ta (nüfus 65 milyon) 6 milyondan fazla kişi tarafından kullanılmaktadır. Kullanan hastaların çoğu orta yaşlı veya yaşlı bireylerdir ve sıklıkla polifarmasiye maruz kalmaktadırlar (Hilton-Jones, 2018). Türkiye'de 2019 yılında her bin insandan 65'i statin kullanırken 2020'de bu oran 73'e yükselmiştir. 2020 yılında bu ilaçları en çok kullanan ülkeler ise sırasıyla; bin kişide 326 kişiyle Danimarka, 314 kişiyle Kanada ve 309 kişiyle Birleşik Krallıktır (World & Data). Bu oranlar, bu grup ilaçların kullanım sıklığını çarpıcı şekilde gözler önüne sermektedir.

Statinler; hepatotoksite, diyabet, renal toksite, miyopati, rabdomiyoliz gibi yan etkiler oluşturmaktadır. Ancak bunlardan en tehlikeli olanı miyopati ve rabdomiyolizdir (Statin İlişkili Kas Semptomları) (Bays, 2006; Carter et al., 2013; Phillips, 2009; Thompson et al., 2016).

1987 ve 2000 yılları arasında FDA tarafından yaklaşık 30 kadar ciddi karaciğer toksisitesi vakası (yaklaşık milyonda bir) bildirilmiştir (Bays, 2006). Bazı araştırmalarda, statinlerle hayvan modelleri üzerinde yapılan deneylerde insülin direncini iyileştirdiği belirtilmesine rağmen (Naples et al., 2008), statin kullanan bireylerde diyabet riskinin yaklaşık %20-30'luk bir artışa işaret ettiği belirtilmiştir (Carter et al., 2013). Genetik olarak yüksek diyabet kalıtımı olan hastalarda bu durum son derece ciddi olsa da genel olarak diyabet gelişme riskinin, statinlerin neden olduğu kardiyovasküler hastalık ve ölüm riskindeki azalmaya kıyasla çok daha az önem arz ettiğine inanılmaktadır (Sirtori, 2014).

Statinlerin oluşturduğu rabdomiyolize bağlı olarak; proteinüri, hematüri ve renal yetmezlik gelişebildiği gözlenmiştir. Hayvan deneylerinde yüksek doz statin uygulamalarında renal tübüler dejenerasyon ve tübüler toksite gözlenmiştir (Phillips, 2009).

Statinlerin en önemli yan etkileri miyalji, miyopati, miyozit, rabdomiyoliz ve otoimmün miyopati gibi semptomlardır. Statinle ilişkili kas semptomları (SAMS) en çok rapor edilen yan etkilerdir. ABD'de 2012'de yapılan bir araştırmada, statine maruz kalan 10.138 hastanın %29'unda SAMS geliştiği bildirilmiştir (Thompson et al., 2016).

Statinlerin faydalı ilaçlar olduğu kanıtlanmış olmasına rağmen, iskelet kasları üzerindeki yan etkilerini tolere edemeyen hastalar bulunmaktadır. Statinlerin bu yan etki riskleri genellikle doza bağlı olarak şekillenmektedir (Ballantyne et al., 2003).

Statinler, miyalji veya miyopatiden (ağrı ve kasılma işlev bozuklukları) rabdomiyolize kadar değişen şiddetli yan etkilere sahiptirler. Özellikle şiddetli rabdomiyoliz öldürücü olabilmektedir. Statinler iskelet kasında nekroza neden olarak kas hücresinin bütünlüğünün bozulmasına, bu sebeple miyogloblin de dahil olmak üzere kas içeriklerinin kan akışına karışarak akut böbrek yetmezliği gelişmesine neden olur. Statinlerin yol açtığı kas hasarı nedeniyle, serum kreatin fosfokinaz (CPK) seviyesi yükselir. CPK düzeyleri normal aralığın, üst sınırının 5 katını aşarsa statin uygulaması durdurulmalıdır. Ancak CPK, normal düzeylerinin 100 katına ulaşırsa rabdomiyoliz tanısı konulmaktadır (Ballantyne et al. 2003).

SAMS'ın ortaya çıkmasında farklı tipte lipofilik ve hidrofilik statinler sorumludur. İn vitro çalışmalar; lipofilik statinlerin, hidrofilik statinlere göre daha belirgin bir miyopatik etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Rabdomiyoliz ciddi bir miyopati şeklidir. Atorvastatin, simvastatin ve fluvastatin gibi lipofilik statinler, apoptoz ve proteoliz yoluyla hücre yapısını bozmaktadır. Bu statinler, kolaylıkla pasif taşıma yoluyla hücre zarının lipit tabakasından geçerler; dolayısıyla daha yüksek toksik etkilere sahiptirler (Safitri et al., 2021). Atorvastatin ve simvastatin kullanan hastalarda rabdomiyoliz görülme sıklığının daha fazla olduğu gözlenmiştir (Mendes et al., 2014).

Statinler, kaslarda sarkoplazmik retikulum ve mitokondrinin genişlemesi nedeniyle miyofibrillerin sitoplazmasında boşluk oluşumuna neden olmaktadırlar. Kaslarda iki farklı tipte miyofiber bulunmaktadır; biri aerobik kırmızı (Tip I) ve diğeri glikolitik beyaz (Tip IIA/IIB)

miyofiberlerdir. Statinlerin miyotoksitesisi esas olarak beyaz miyofiberlerde görülmektedir (Westwood et al., 2005).

250

Statin kullanımına bağlı olarak, 2001 yılında 52 hastanın rabdomiyoliz sonucu hayatını kaybettiği ve serivastatinin piyasadan kaldırıldığı belirtilmiştir (Staffa et al., 2002). Statinler tek başına kullanıldıklarında nadiren miyotoksitesiteye sebep olurken diğer bazı ilaçların statinlerle kombinasyonları, statin kan konsantrasyonlarını yükseltmekte ve yan etki düzeylerini artırmaktadır.

Oral olarak uygulanan statinler esas olarak ince bağırsakta emilir ve organik anyon taşıyan polipeptitler (insanlarda OATP, kemirgenlerde Oatp) yoluyla hepatositler tarafından alınırlar. Daha sonra sitokrom P450 tarafından metabolize edilirler (Staffa et al., 2002). Statinlerin diğer ilaçlarla, ilaç-ilaç etkileşimleri sadece P450 düzeyinde değil aynı zamanda OATP düzeyinde de oluşmakta ve ilaçların karaciğere geçişini suprese etmektedir (Shitara & Sugiyama, 2006).

Statin ilişkili rabdomiyolizin birincil mekanizması bilinmemekle birlikte, statinlerin birçok yolla kas hasarına neden olduğu belirtilmiştir. Bunlardan biri, coenzyme Q10(ubikinon)'un inhibisyonu nedeniyle iskelet kası nekrozu gelişimidir. Statinlerin HMG-CoA inhibisyonu sadece kolesterol üretimini değil aynı zamanda coenzyme Q10 gibi önemli hücresel işlevleri olan diğer temel moleküllerin üretimini de baskılamaktadır. Mitokondriyal solunum zincirinde önemli bir bileşen olan coenzyme Q10, mitokondriyal elektron taşınmasını kolaylaştırıcı olarak görev yapar. Dolayısıyla coenzyme Q10 üretimininin baskılanması, hücresel enerji üretimini bozarak kas hücresi ölümüne neden olabilmektedir (Westwood et al., 2005).

İskelet kaslarında katabolik bir durumun varlığı kas atrofisine yol açabilmektedir. Statin tedavisinden sonra bir protein ligaz olan atrogen-1 seviyesi artar ve myopati gelişimi başlar (Di

Stasi et al., 2010). Ayrıca statinlerin hücre içi adenozin trifosfat (ATP) ve Ca^{2+} seviyelerini azaltarak miyofiberlerin yapısını ve kasılma işlevini bozduğu, hücre hasarına ve kas hücresi ölümüne hatta rabdomiyolize yol açtığı ortaya konmuştur (Tanaka et al., 2010). Bununla birlikte Knauer ve arkadaşları, bir OATP izoformu olan OATP2B1'in, statinlerin insan miyotüplerinde birikmesini kolaylaştırdığını ve miyositlerde hasara neden olduğunu bildirmiştir (Knauer et al., 2010). Başka bir araştırmada da sıçanlarda statin tedavisinin OATP2b1 ve OATP1a4'ün indüklenmesini kolaylaştırdığını, miyotoksisite ve rabdomiyolize yol açtığı gözlenmiştir (Tanaka et al., 2010).

1.3. SAMS Yan Etkilerinin Önlenmesi

Statinlerin kas ve iskeletle ilişkili yan etkileri arasında çeşitli miyaljiler ve güçsüzlük, kreatin kinaz konsantrasyonunda asemptomatik bir artış, miyozit ve rabdomiyoliz yer almaktadır.

Statine bağlı miyopatinin patofizyolojisi maalesef henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Doza bağlı ve proapoptotik etki, mitokondri üzerindeki doğrudan etkiler, ilaç-ilaç etkileşimleri, genetik faktörler ve immün aracılı miyopatik etkiler dahil olmak üzere çeşitli mekanizmalar söz konusu olabilir (Auer et al., 2016).

SAMS durumunda azalan CoQ10 enzim seviyesini artırmak için CoQ10'un oral formülasyonlarının kullanılması önerilmiştir (Attardo et al., 2022). Marcoff and Thompson (2007) tarafından yapılan araştırmada, statin kaynaklı miyaljisi olan 41 hastada 30 gün boyunca CoQ10 (100 mg/gün) tedavisi uygulanması sonrasında SAMS bulgularında azalma gözlenmiştir. Ancak aynı araştırmada E vitamini (400 IU/gün) uygulaması sonrasında bu bulgularda anlamlı bir değişiklik olmamıştır. Başka bir araştırma ise SAMS'lı bireylerde CoQ10 kullanımının statinle ilişkili kas semptomlarında önemli bir iyileşmeye neden olmadığını gösterdi (Chen et al., 2022).

Bir başka çalışmada ise düşük D vitamini düzeyleri (80 nmol/L'nin altında) SAMS için bir risk faktörü olarak değerlendirilmiş ve statin intoleransının önlenmesi için D vitamini takviyesinin uygun olabileceği belirtilmiştir. SAMS hastalarında intravenöz D vitamini tedavisinin (birkaç hafta boyunca haftada bir kez 50.000 IU) semptomları hafifleteceği bildirilmiştir (Hou et al., 2022). D vitamini ve türevlerinin nasıl etki gösterdiği ile ilgili birkaç hipotez öne sürülmüştür. Bunlardan biri; D vitamini ile türevlerinin, sitokrom P450 enzim sisteminin aktivatörü olması ve birçok statinin sitokrom P450 tarafından metabolize edilmesidir. Yani D vitamini, statinlerin metabolize olmasını artırarak statin toksikasyonunun azalmasını yol açıyor olabilir (Bhattacharyya et al., 2012). Bir diğer hipotez ise D vitamini için gerekli olan kolesterolün, statin kullanımıyla azalması temeline dayanır. Kolesterolün azalmasıyla üretilen D vitamini de azalacağı için, eksilen D vitamini yerine koymak amaçlanır (Dirks & Jones, 2006).

Balestrino ve ark. (2019) statin kullanımına bağlı olarak kreatin eksikliği oluştuğunu ve kreatin takviyesinin, statin miyopatisini önlediğini belirtmiştir. Bu araştırmada, statinlerin kreatin sentezinde önemli rol oynayan bir enzim olan guanidinoasetat metil transferaz(GAMT)'ı inhibe ettiği düşünülmektedir.

2. SONUÇ

Statin kullanımı sonucunda gelişen kas hasarının mekanizması hala tam olarak anlaşılamamıştır. Bu nedenle yan etkileri önlemek için henüz kesin bir tedavi şekli önerilememektedir. Statinlerin; klaritromisin, itrakonazol gibi ilaçlarla birlikte kullanıldıklarında yan etki riskini daha da arttığı, bu nedenle statinlerin polifarmaside dikkatli bir şekilde kullanılması gerektiği bildirilmiştir. Bununla birlikte yapılan araştırmalarda CoQ10

ve vitamin D kullanımının statin tedavisinde oluşan kas hasarına bağlı bazı ağrı semptomlarını ve kas hasarını azaltılabileceği ortaya konmuştur.

Mevcut SAMS gelişen hastalarda CoQ10'un profilaktik olarak kullanımının faydalı olabileceği düşünülmektedir. Gelecek araştırmalarda statin kullanımının oluşturduğu hasarın önlenmesi için farklı antioksidanların, hücrel ve mitokondriyal dayanıklılığı artıracak maddelerin denenmesinin faydalı olabileceği öngörülmektedir.

3. KAYNAKLAR

Attardo, S., Musumeci, O., Velardo, D., & Toscano, A. (2022). Statins Neuromuscular Adverse Effects. *Int J Mol Sci*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/ijms23158364>

Auer, J., Sinzinger, H., Franklin, B., & Berent, R. (2016). Muscle- and skeletal-related side-effects of statins: tip of the iceberg? *Eur J Prev Cardiol*, 23(1), 88-110. <https://doi.org/10.1177/2047487314550804>

Ballantyne, C. M., Corsini, A., Davidson, M. H., Holdaas, H., Jacobson, T. A., Leitersdorf, E., März, W., Reckless, J. P., & Stein, E. A. (2003). Risk for myopathy with statin therapy in high-risk patients. *Arch Intern Med*, 163(5), 553-564. <https://doi.org/10.1001/archinte.163.5.553>

Bays, H. (2006). Statin safety: an overview and assessment of the data--2005. *Am J Cardiol*, 97(8a), 6c-26c. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2005.12.006>

Bellosta, S., Ferri, N., Bernini, F., Paoletti, R., & Corsini, A. (2000). Non-lipid-related effects of statins. *Ann Med*, 32(3), 164-176. <https://doi.org/10.3109/07853890008998823>

Bhattacharyya, S., Bhattacharyya, K., & Maitra, A. (2012). Possible mechanisms of interaction between statins and vitamin D. *Qjm*, 105(5), 487-491. <https://doi.org/10.1093/qjmed/hcs001>

Carter, A. A., Gomes, T., Camacho, X., Juurlink, D. N., Shah, B. R., & Mamdani, M. M. (2013). Risk of incident diabetes among patients treated with statins: population based study. *Bmj*, 346, f2610. <https://doi.org/10.1136/bmj.f2610>

Chen, W., Ochs-Balcom, H. M., Ma, C., Isackson, P. J., Vladutiu, G. D., & Luzum, J. A. (2022). Coenzyme Q10 supplementation for the treatment of statin-associated muscle symptoms. *Future Cardiology*, 18(6), 461-470.

Di Stasi, S. L., MacLeod, T. D., Winters, J. D., & Binder-Macleod, S. A. (2010). Effects of statins on skeletal muscle: a perspective for physical therapists. *Phys Ther*, 90(10), 1530-1542. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090251>

Dirks, A. J., & Jones, K. M. (2006). Statin-induced apoptosis and skeletal myopathy. *Am J Physiol Cell Physiol*, 291(6), C1208-1212. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00226.2006>

Hilton-Jones, D. (2018). Statin-related myopathies. *Pract Neurol*, 18(2), 97-105. <https://doi.org/10.1136/practneurol-2017-001738>

Hou, Q., Pang, C., & Chen, Y. (2022). Association Between Vitamin D and Statin-Related Myopathy: A Meta-analysis. *Am J Cardiovasc Drugs*, 22(2), 183-193. <https://doi.org/10.1007/s40256-021-00492-8>

Knauer, M. J., Urquhart, B. L., Meyer zu Schwabedissen, H. E., Schwarz, U. I., Lemke, C. J., Leake, B. F., Kim, R. B., & Tirona, R. G. (2010). Human skeletal muscle drug transporters determine local exposure and toxicity of statins. *Circ Res*, 106(2), 297-306. <https://doi.org/10.1161/circresaha.109.203596>

- Marcoff, L., & Thompson, P. D. (2007). The role of coenzyme Q10 in statin-associated myopathy: a systematic review. *Journal of the American College of Cardiology*, 49(23), 2231-2237.
- Maron, D. J., Fazio, S., & Linton, M. F. (2000). Current perspectives on statins. *Circulation*, 101(2), 207-213. <https://doi.org/10.1161/01.cir.101.2.207>
- Meier, C. R., Schlienger, R. G., Kraenzlin, M. E., Schlegel, B., & Jick, H. (2000). HMG-CoA reductase inhibitors and the risk of fractures. *Jama*, 283(24), 3205-3210. <https://doi.org/10.1001/jama.283.24.3205>
- Mendes, P., Robles, P. G., & Mathur, S. (2014). Statin-induced rhabdomyolysis: a comprehensive review of case reports. *Physiother Can*, 66(2), 124-132. <https://doi.org/10.3138/ptc.2012-65>
- Naples, M., Federico, L. M., Xu, E., Nelken, J., & Adeli, K. (2008). Effect of rosuvastatin on insulin sensitivity in an animal model of insulin resistance: evidence for statin-induced hepatic insulin sensitization. *Atherosclerosis*, 198(1), 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2007.11.003>
- Oğuz, K. (2013). *TIBBİ FARMAKOLOJİ*. PELİKAN YAYINEVİ.
- Phillips, P. S. (2009). Balancing randomized trials with anecdote. *Ann Intern Med*, 150(12), 885-886. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-150-12-200906160-00014>
- Safitri, N., Alaina, M. F., Pitaloka, D. A. E., & Abdulah, R. (2021). A Narrative Review of Statin-Induced Rhabdomyolysis: Molecular Mechanism, Risk Factors, and Management. *Drug Healthc Patient Saf*, 13, 211-219. <https://doi.org/10.2147/dhps.S333738>
- Shitara, Y., & Sugiyama, Y. (2006). Pharmacokinetic and pharmacodynamic alterations of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A (HMG-CoA) reductase inhibitors: drug-drug interactions and interindividual differences in transporter and metabolic enzyme functions. *Pharmacol Ther*, 112(1), 71-105. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2006.03.003>
- Sirtori, C. R. (2014). The pharmacology of statins. *Pharmacol Res*, 88, 3-11. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2014.03.002>
- Staffa, J. A., Chang, J., & Green, L. (2002). Cerivastatin and reports of fatal rhabdomyolysis. *N Engl J Med*, 346(7), 539-540. <https://doi.org/10.1056/nejm200202143460721>
- Stancu, C., & Sima, A. (2001). Statins: mechanism of action and effects. *J Cell Mol Med*, 5(4), 378-387. <https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2001.tb00172.x>
- Tanaka, S., Sakamoto, K., Yamamoto, M., Mizuno, A., Ono, T., Waguri, S., & Kimura, J. (2010). Mechanism of statin-induced contractile dysfunction in rat cultured skeletal myofibers. *J Pharmacol Sci*, 114(4), 454-463. <https://doi.org/10.1254/jphs.10229fp>
- Thompson, P. D., Panza, G., Zaleski, A., & Taylor, B. (2016). Statin-Associated Side Effects. *J Am Coll Cardiol*, 67(20), 2395-2410. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.02.071>
- Tournadre, A. (2020). Statins, myalgia, and rhabdomyolysis. *Joint Bone Spine*, 87(1), 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2019.01.018>
- Westwood, F. R., Bigley, A., Randall, K., Marsden, A. M., & Scott, R. C. (2005). Statin-induced muscle necrosis in the rat: distribution, development, and fibre selectivity. *Toxicol Pathol*, 33(2), 246-257. <https://doi.org/10.1080/01926230590908213>
- World, O., & Data, i. <https://ourworldindata.org/grapher/utilization-of-statins?tab=table>

REVEALING IMPORTANT FUNCTIONAL RESIDUES USING THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE DATA OF THE PEPTIDYL-PROLYL CIS-TRANS ISOMERASE FKBP1A PROTEIN**PEPTİDİL-PROLİL CİS-TRANS İZOMERAZ FKBP1A PROTEİNİNİN ÜÇ BOYUTLU YAPI VERİLERİNİN KULLANILARAK İŞLEVSEL OLAN ÖNEMLİ REZİDÜLERİN ORTAYA ÇIKARILMASI****Mehmet GEZGİNCİ¹, Mine AYDIN KURÇ²****¹Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,****orcid.org/0000-0002-5755-9134****²Arş. Gör. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji****Anabilim Dalı, orcid.org/0000-0002-5053-4276****Özet**

Rapamisin, ilk olarak *Streptomyces hygroscopicus* bakterisinden izole edilerek keşfedilen bir makrolid antibiyotiktir. Orijinal terapötik uygulaması öncelikle *C. albicans*'ın neden olduğu enfeksiyonlara yönelik olsa da, daha sonra güçlü immünsüpresif aktivitesi nedeniyle organ nakli hastalarında bağışıklık baskılayıcı ilaç olarak kullanılmaya başlanmıştır. Rapamisin hücrelere girdikten sonra, korunan bir hücresel reseptör olan immünofilin FKBP12'ye bağlanarak FKBP12-rapamisin kompleksini oluşturur. Bu kompleks, TOR protein kinazlarında küçük bir bölge olan FRB (FKBP12-rapamisin bağlayıcı) alanına bağlanır ve TOR protein kinazlarının aktivitesini inhibe eder. İnsanlarda ve *C. albicans* için, TOR proteinlerinden sadece TOR1 tanımlanmıştır. Rapamisin direncinin, FKBP12 proteininin eksikliğinden veya FRB alanındaki mutasyonlardan kaynaklandığı bilinmektedir. Bu çalışmada amaç, Peptidyl-prolyl cis-trans izomeraz FKBP1A'daki (PPIase FKBP1A veya FKBP12) topolojik olarak önemli rezidüleri, yalnızca PDB yapı verilerindeki alfa karbon koordinatlarını (1fkb erişim numarası) kullanarak ortaya çıkarmak ve bunların kimliklerini UNIPROT ve literatürde bulunan işlevsel olarak önemli rezidüleriyle karşılaştırmaktır. Delaunay üçgenlemesi kullanılarak alfa karbon düğümlerinden bitişik tetrahedronlar inşa edilerek ve yapı yüzeyinde çıkıntı yapan rezidüer filtrelenerek kullanılan yeni topolojik yöntem, burada keskin rezidüer olarak adlandırılmaktadır. Keskin rezidüerlerin işlevsel olarak önemli rezidüer olup olmadıkları kontrol edildiğinde, spesifitenin yüksek olduğu bulunmuştur: 0,80. Bir hastalıkta ima edilen varyantlara sahip olduğu öngörülmeven 70 rezidüden (UNIPROT erişim kodu: P62942) 56'sının keskin rezidü olmadığı bulunmuştur. Protein kompleks yapılarının tahmininde kullanılan hesaplamalı yöntemler, çok sayıda kaynak gerektiren deney sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Keskin tetrahedronları oluşturan rezidüer, protein etkileşimini anlamak için yararlı olabilir. Önerilen yeni yöntemle bulunan yüksek spesifite, yöntemin bu amaca hizmet etmede faydalı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: PPIase FKBP1A, Delaunay üçgenlemesi, keskin rezidüer**Abstract**

Rapamycin is a macrolide antibiotic that was first discovered by isolating it from the bacterium *Streptomyces hygroscopicus*. While its original therapeutic application was primarily aimed at infections caused by *C. albicans*, it later became used as an immunosuppressive drug for organ

transplant patients due to its potent immunosuppressive activity. Following its entry into cells, rapamycin attaches itself to immunophilin FKBP12 (FK506-binding protein of 12 kDa), a conserved cellular receptor, to create the FKBP12-rapamycin complex. This complex binds to the FRB (FKBP12-rapamycin binding) domain, a small region in Tor protein kinases, and inhibits the activity of TOR protein kinases. In humans and *C. albicans*, only TOR1 of the TOR proteins has been identified. Rapamycin resistance is recognized to arise from either the lack of the FKBP12 protein or mutations in the FRB domain. In this study, the aim is to reveal the topologically important residues in the Peptidyl-prolyl cis-trans isomerase FKBP1A (PPIase FKBP1A or FKBP12) using only the alpha Carbon coordinates in its PDB structure data (accession numbers of 1fkb) and compare their identities with functionally important residues found in UNIPROT and literature. The new topological method employed by constructing adjacent tetrahedra from the alpha Carbon nodes using Delaunay triangulation and filtering the residues that protrude on the surface on the structure, called herein the sharp residues. When the sharp residues were checked for being functionally important residues or not, specificity was found to be high: 0.80. Out of the 70 residues that were not predicted to have variants implied in a disease (UNIPROT accession code: P62942) 56 were not found to be sharp residues. Computational methods used to predict protein complex structures aim to reduce the number of experiments that require a large number of resources. Residues forming sharp tetrahedrons may be useful for understanding protein interactions. The high specificity found with the proposed new method suggests that the method may be useful in serving this purpose.

Keywords: PPIase FKBP1A, Delaunay triangulation, sharp residues.

ASSESSMENT OF β -ALANINE-MEDIATED REGULATION OF HSA-MIR-181A-5P AND THE OXIDANT-ANTIOXIDANT DYNAMICS IN PC3 CELL LINE**PC3 HÜCRE HATTINDA HSA-MIR-181A-5P İFADESİNİN β -ALANİN ARACILI REGÜLASYONU VE OKSİDAN ANTIOKSİDAN DİNAMİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ*****Yasemin KARTAL¹, Fatma YESİLYURT²****¹Asst. Prof, Kırklareli University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, <https://orcid.org/0000-0003-0112-2969>****²PhD, Ataturk University, Faculty of Medicine, Department of Medical Pharmacology, <https://orcid.org/0000-0002-1336-6322>****Abstract**

Prostate cancer (PCa) is one of the most prevalent malignancy and has emerged as a significant global health concern among men. Alteration in the cellular and biochemical metabolism is well-established as a pivotal factor in the pathogenesis and progression of cancer. β -Alanine (3-aminopropanoic acid), a non-essential amino acid, is known to can influence the metabolism. MicroRNAs (miRNAs), small non-coding RNAs, are recognized as key regulators of a wide array of physiological and pathological processes. The aim of this study was to investigate the effects of β -alanine on hsa-miR-181a-5p expression, alongside its impact on the oxidant-antioxidant balance within androgen-nonresponsive (PC3) human PCa cells. In the current study, the cells were subjected to varying concentrations (0.01 mM-100 mM) of β -alanine for a duration of 48 hours and cell viability was assessed via the MTT [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide] assay. Furthermore, the expression levels of hsa-miR-181a-5p were determined by qRT-PCR (quantitative real-time reverse-transcription PCR), while the oxidant-antioxidant properties were assessed by calculating the OSI (oxidative stress index) in the presence of β -alanine. As a result of analysis, the IC₂₀ value of β -alanine was identified to be 100 mM in PC3 cells. The expression of hsa-miR-181a-5p demonstrated a statistically significant increase (*p=0.0105) while OSI exhibited a tendency to decrease relative to the control group in the presence β -alanine at IC₂₀ concentration for 48 hours treatment period. These preliminary results suggest that β -alanine may exhibit substantial promise in the context of tumor biology, particularly in PCa, owing to its regulatory influence on hsa-miR-181a-5p expression. Additionally, there is a need for further comprehensive and advanced investigations, incorporating cutting-edge omics technologies to elucidate the underlying mechanisms of action and to assess the specificity and therapeutic potential of β -alanine in the treatment of prostate malignancies.

Keywords: hsa-miR-181a-5p, PC3 cell line, β -Alanine**Özet**

Prostat kanseri (PCa), en yaygın malignitelerden biri olup, erkekler arasında önemli bir küresel sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Hücresel ve biyokimyasal metabolizmadaki değişiklikler, kanser patogeneğinde ve progresyonunda kritik bir rol oynamaktadır. β -Alanin

(3-aminopropanoik asit), esansiyel olmayan bir amino asit olup, metabolizmayı etkileyebileceği bilinen bir bileşiktir. MikroRNA'lar (miRNA'lar), küçük kodlamayan RNA'lar olarak, çok çeşitli fizyolojik ve patolojik süreçlerin anahtar düzenleyicileri olarak tanınmaktadır. Bu çalışmanın amacı, androjen bağımsız (PC3) insan PCa hücrelerinde β -alaninin hsa-miR-181a-5p ifadesi üzerindeki etkilerini ve oksidan-antioksidan denge üzerindeki rolünü araştırmaktır. Planlanan çalışmada, hücreler 48 saat boyunca farklı β -alanin konsantrasyonlarına (0.01 mM-100 mM) maruz bırakılmış ve hücre canlılığı MTT [3-(4,5-dimetiltiyazol-2-yl)-2,5-difeniltetrazolyum bromür] analizi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, β -alanin varlığında hsa-miR-181a-5p ifadesi qRT-PCR (gerçek zamanlı ters transkripsiyon PCR) yöntemi ile değerlendirilmiş, oksidan-antioksidan özellikler ise oksidatif stres indeksi (OSI) hesaplanarak tespit edilmiştir. Analiz sonucunda, β -alaninin PC3 hücrelerindeki IC₂₀ değeri 100 mM olarak belirlenmiştir. β -Alaninin IC₂₀ konsantrasyonundaki 48 saatlik uygulaması sonucunda, hücrelerin hsa-miR-181a-5p ifadesinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edilirken (*p=0.0105), OSI değerinde ise kontrol grubuna kıyasla azalma eğilimi tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, β -alaninin hsa-miR-181a-5p ifadesi üzerindeki düzenleyici etkisi sayesinde tümör biyolojisi alanında özellikle de PCa' da önemli bir potansiyel etkiye sahip olabileceğini düşündürmektedir. Ek olarak, β -alaninin prostat malignitelerinin tedavisindeki spesifikliğini ve terapötik potansiyelini değerlendirmek ve etki mekanizmalarını aydınlatmak amacıyla, son teknoloji omik yöntemleri içeren daha kapsamlı ve ileri düzey araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: hsa-miR-181a-5p, PC3 hücre hattı, β -Alanin

1. Introduction

Globally, it is estimated that 19.3 million new cancer cases were diagnosed, and approximately 10 million cancer-related deaths occurred in 2020 (Sung et al., 2021). Additionally, it has been reported that the most commonly diagnosed cancers worldwide in 2020 were female breast cancer, with 2.26 million cases, followed by lung cancer with 2.21 million cases, and prostate cancer with 1.41 million cases (Ferlay et al., 2021).

β -Alanine (3-aminopropanoic acid), a non-essential amino acid, is a major component in various commercially supplements and has the potential to influence metabolic processes (Vaughan et al., 2014).

MicroRNAs (miRNAs), non-coding RNAs, can regulate gene expression at post-transcriptional levels and are involved in numerous physiological and pathological processes (Correia de Sousa et al., 2019). Consequently, dysregulated have been linked to a wide range of diseases, including cancer (Jorge et al., 2021).

In this context, the objective of this study was to examine the effects of β -alanine on the expression of hsa-miR-181a-5p, as well as its influence on the oxidant-antioxidant balance in androgen-nonresponsive (PC3) human prostate cancer cells.

2. Material and Methods

2.1. Cell Culture and Treatment

Androgen-nonresponsive (PC3) human prostate cancer cells were purchased from American Tissue Cell Culture (ATCC) (Manassas, VA, USA). The cells were cultured in the growth medium supplemented with RPMI-1640, 10% fetal bovine serum (FBS), 1% L-glutamine (200 mM), and 1% penicillin and streptomycin (10.000 U/mL) (all reagents from Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA). The cells were also maintained within a humidified 5% CO₂ atmosphere at 37°C. Additionally, PC3 cells were treated with β -alanine (from Thermo Fisher Scientific,

Waltham, MA, USA) at concentrations of 0.01 mM, 0.1 mM, 1 mM, 10 mM, and 100 mM for 48 hours. Following treatment, the cells were processed to assess the effect of β -alanine on cell viability.

2.2. Cell Viability Assay

The MTT [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide] assay was employed to assess the cytotoxicity or cellular viability of β -alanine on PC3 cells, following the protocol described by Kumar et al. (Kumar et al., 2018). The absorbance was measured at 570 nm using a SpectraMax® M5 microplate reader (Molecular Devices LLC, San Jose, CA, USA). In addition, the viabilities of the treated cells were normalized to the untreated control group, and all experimental data were obtained from at least three consecutive experiments, which included both technical and biological replicates.

2.3. RNA Isolation and Quantitative RT-PCR Analyses

Total RNA was isolated using the RiboEX RNA Extraction Kit (GeneAll Biotechnology, Seoul, Korea) per manufacturer's protocol, and quality was assessed via Nanodrop spectrophotometry at a 260/280 nm ratio. Complementary DNA (cDNA) synthesis was carried out using the cDNA Synthesis Kit (Atlas Biotechnologies, Türkiye) in accordance with the manufacturer's instructions. For cDNA synthesis, a 0.1 μ M specific stem-loop reverse transcription (RT) primer was used, and the 10 μ L total reaction mixtures were incubated in a ProFlex™ PCR System (Applied Biosystems™, CA, USA) in a 96-well plate under the following conditions: 25°C for 10 minutes, 37°C for 120 minutes, 85°C for 5 minutes, followed by holding at 4°C. Quantitative real-time PCR was subsequently performed using specific primers, 2X qPCR SYBR-Green MasterMix (Atlas Biotechnologies, Türkiye), nuclease-free H₂O, and template cDNA on a ViiA™ 7 Real-Time PCR (Applied Biosystems®, CA, USA). The primer sequences used for miRNAs were provided in Table 1. The reactions were conducted in 96-well plate under the following conditions: an initial denaturation at 95 °C for 300 seconds, followed by 40 cycles of 95°C for 15 seconds and 60°C for 60 seconds, with a melting curve analysis from 60°C to 95°C in 2–5 seconds/step. Additionally, all experiments were performed in triplicate, and relative expression levels were quantified using the comparative $2^{-\Delta\Delta C_t}$ method.

miRNA	Primers	Sequences (5' > 3')
hsa-miR-181a-5p	Forwad:	AACAATCAACGCTGTCGGTGAGT
	Reverse:	CGAGGAAGAAGACGGAAGAAT
U6 snRNA	Forwad:	GCTTCGGCAGCACATATACTAAAAT
	Reverse:	CGAGGAAGAAGACGGAAGAAT

Table 1. Primer sequences of miRNAs used for qRT-PCR

2.4. Evaluation of Total Antioxidant Status (TAS), Total Oxidant Status (TOS) and Oxidative Stress Index (OSI)

The oxidative stress parameters including total oxidant status (TOS) and total antioxidant status (TAS) were evaluated in cells and measurements were conducted with both technical and biological replicates.

The TAS levels were measured in accordance with Erel's method (Erel, 2004), utilizing a commercial diagnostics kit (Rel Assay Diagnostics, Gaziantep, Türkiye), and the results were expressed in $\mu\text{mol Trolox Eq/L}$.

The TOS levels were evaluated following Erel's method (Erel, 2005), using a commercial diagnostics kit (Rel Assay Diagnostics, Gaziantep, Türkiye) and $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ Eq/L}$ was used to represent the results.

Furthermore, the oxidative stress index (OSI) was calculated by determining the percentage ratio of TOS to TAS, as given below,

$$\text{OSI (arbitrary unit)} = [(\text{TOS, } \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ Equivalent/L}) / (\text{TAS, } \mu\text{mol Trolox Equivalent/L}) \times 100]$$

2.5. Statistical analysis

Statistical analyses were performed using GraphPad Prism 6.0 software (San Diego, CA, USA), and the data are presented as the mean \pm standard deviation (SD), as specified in the figure legends. In addition, $*p \leq 0.05$; $**p \leq 0.01$; $***p \leq 0.001$; $****p \leq 0.0001$ were considered statistically significant.

3. Results

In order to evaluate the effect of β -alanine on cell viability in PC3 cells, five concentrations of β -alanine-0.01 mM, 0.1 mM, 1 mM, 10 mM, and 100 mM- were applied to the cells for 48 hours. The concentrations that resulted in a 20% reduction in cell viability (IC_{20}) relative to control group were calculated and IC_{20} value of β -alanine was determined to be 100 mM, as indicated in Figure 1.

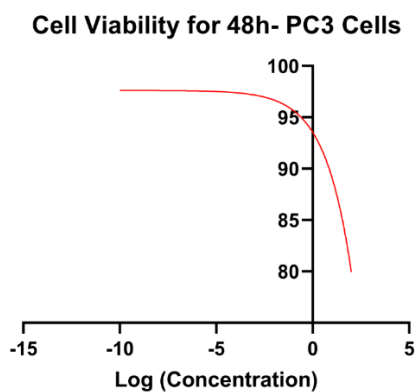


Figure 1. The cell viability of PC3 cells treated with β -alanine for 48 hours.

According to the qRT-PCR results, the application of β -alanine at the IC_{20} concentration (100 mM) on PC3 cells for 48 hours resulted in a significant change in hsa-miR-181a-5p expression compared to control cells ($*p \leq 0.05$) (Figure 2).

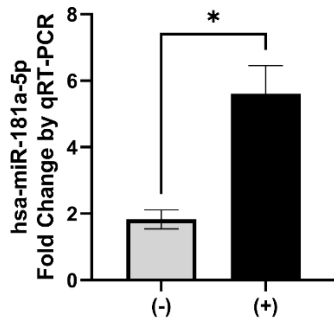


Figure 2. The expression of hsa-miR-181a-5p was altered following treatment with β -alanine at the IC₂₀ concentration in PC3 cells for 48 hours [(-) control group; (+) treatment group].

Additionally, PC3 cells were evaluated in terms of TOS, TAS, and OSI values in the current study. The TOS level ($\mu\text{mol/L}$) in the treatment group did not differ significantly from that of the control group ($p > 0.05$). Although the differences in TAS and OSI levels compared to the control were not statistically significant, TAS levels (mmol/L) tended to increase, while OSI levels (AU) tended to decrease in the treated group relative to the untreated group ($p > 0.05$) (Figure 3).

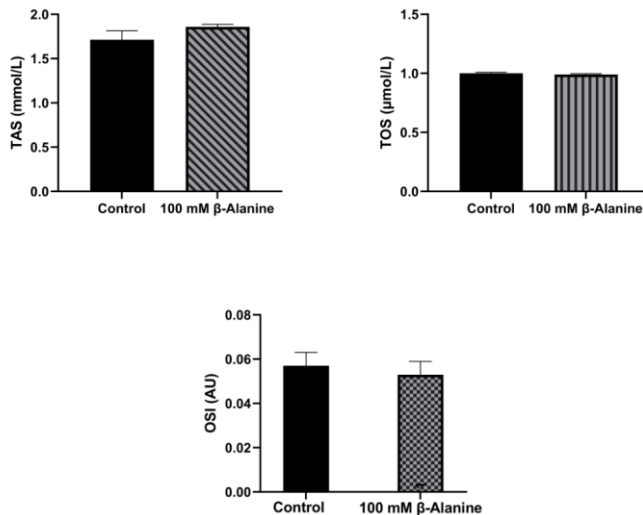


Figure 3. The evaluation of TOS, TAS, and OSI levels in PC3 cells following treatment.

4. Discussion

Prostate cancer is one of the most prevalent malignancies and the fifth leading cause of cancer-related mortality in men (Sung et al., 2021). Considering that prostate cancer is a highly heterogeneous disease in terms of its molecular, morphological, and clinical characteristics, the investigation of novel strategies and therapeutic targets plays a crucial role in identifying novel biomarkers and improvement cancer management (Sekhoacha et al., 2022; Litwin and Tan, 2017).

miRNAs are single-stranded RNA molecules, typically 18–22 nucleotides in length, that serve as critical regulatory molecules in a wide range of biological processes, including proliferation, cell division, differentiation, and apoptosis, as well as in the pathogenesis of various diseases such as cancer, cardiovascular disorders, and metabolic syndromes (Smolarz et al., 2022; Chakraborty et al., 2023).

Several lines of evidence have previously highlighted the pivotal role of miR-181a-5p in orchestrating various cellular processes, including the regulation of the cell cycle, modulation of signal transduction pathways, facilitation of metastasis, induction of epithelial-mesenchymal transition (EMT), as well as its involvement in the mechanisms of apoptosis and autophagy (Guo and Zhang, 2012; Mi et al., 2017; Zhai et al., 2022; Simiene et al., 2023). Additionally, it has been reported that miR-181a-5p regulates various hallmarks that play crucial roles in cancer biology and acts as an oncomir or tumor suppressor in various types of cancer (Mi et al., 2017; Lyu et al., 2017; Han et al., 2017; Li et al., 2018a; Shen et al., 2019; Yang et al., 2020; Alexandrova et al., 2020; Hu et al., 2020; Zhang et al., 2020; Sun et al., 2021; Zhai et al., 2022; Li et al., 2023; Simiene et al., 2023).

β -Alanine which is non-essential amino acid has gained popularity as a commercially dietary supplement (Ashtary-Larky et al., 2022). In a study conducted by Vaughan et al. (2014), it was demonstrated that treatment with β -alanine resulted in reduced cell migration and proliferation in malignant breast epithelial cells without exhibiting cytotoxic effects. Moreover, the authors proposed that β -alanine could serve as a co-therapeutic agent, as it significantly increased malignant cell sensitivity to doxorubicin (Vaughan et al., 2014). In addition, the study by Pandurangan et al. explored the anti-tumor effects of β -alanine on human cervical and renal tumor cells. The results demonstrated a significant reduction in tumor cell migration, indicating that β -alanine may function as a potential anti-tumor agent in renal and cervical tumor cells (Pandurangan et al., 2017). Another study indicated that β -alanine-mediated inhibition of the parathyroid hormone 1 receptor (PTH1R) resulted in reduced invasion, tumorigenesis, migration, and proliferation in metastatic human osteosarcoma U2OS cells (Li et al., 2018b).

In the literature, previous investigations have not yet explored the effect of β -alanine on miRNA expression profiles in prostate cancer. In the current study, it was determined that β -alanine mediated an increase in the expression of hsa-miR-181a-5p was determined in androgen-nonresponsive human prostate cancer cells. Additionally, it has been reported that β -alanine significantly alters the oxidative metabolism in malignant breast epithelial cell (Vaughan et al., 2014). On the contrary, a non-significant change in the oxidant-antioxidant properties was determined in the present study.

5. Conclusion

In conclusion, 48 hour β -alanine treatment in PC3 cells significantly altered the expression of hsa-miR-181a-5p, a microRNA critically involved in the regulation of cancer development and progression. Nevertheless, further comprehensive investigations using advanced omics technologies are needed to fully elucidate the molecular mechanisms underlying miRNA-targeted therapeutic strategies in prostate malignancies.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Ethical approval

This study did not require approval from an ethics committee.

References

Alexandrova, E., Lamberti, J., Saggese, P., Pecoraro, G., Memoli, D., Cappa, V. M., Ravo, M., Iorio, R., Tarallo, R., Rizzo, F., Collina, F., Cantile, M., Bonito, M. D., Botti, G., Nassa, G., Weisz, A., & Giurato, G. (2020). Small non-coding RNA profiling identifies miR-181a-5p as a mediator of estrogen receptor beta-induced inhibition of cholesterol biosynthesis in triple-negative breast cancer. *Cells*, 9(4), 874. <https://doi.org/10.3390/cells9040874>

- Ashtary-Larky, D., Bagheri, R., Ghanavati, M., Asbaghi, O., Wong, A., Stout, J. R., & Suzuki, K. (2022). Effects of beta-alanine supplementation on body composition: a GRADE-assessed systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 196–218. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2079384>
- Chakraborty, A., Patton, D. J., Smith, B. F., & Agarwal, P. (2023). miRNAs: Potential as biomarkers and therapeutic targets for cancer. *Genes*, 14(7), 1375. <https://doi.org/10.3390/genes14071375>
- Correia de Sousa, M., Gjorgjieva, M., Dolicka, D., Sobolewski, C., & Foti, M. (2019). Deciphering miRNAs' action through miRNA Editing. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(24), 6249. <https://doi.org/10.3390/ijms20246249>
- Erel, O. (2004). A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clinical Biochemistry*, 37(4), 277–285. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2003.11.015>
- Erel, O. (2005). A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clinical Biochemistry*, 38(12), 1103–1111. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2005.08.008>
- Ferlay, J., Colombet, M., Soerjomataram, I., Parkin, D. M., Piñeros, M., Znaor, A., & Bray, F. (2021). Cancer statistics for the year 2020: An overview. *International Journal of Cancer*, 10.1002/ijc.33588. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/ijc.33588>
- Guo, L. J., & Zhang, Q. Y. (2012). Decreased serum miR-181a is a potential new tool for breast cancer screening. *International Journal of Molecular Medicine*, 30(3), 680–686. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2012.1021>
- Han, P., Li, J. W., Zhang, B. M., Lv, J. C., Li, Y. M., Gu, X. Y., Yu, Z. W., Jia, Y. H., Bai, X. F., Li, L., Liu, Y. L., & Cui, B. B. (2017). The lncRNA CRNDE promotes colorectal cancer cell proliferation and chemoresistance via miR-181a-5p-mediated regulation of Wnt/ β -catenin signaling. *Molecular Cancer*, 16(1), 9. <https://doi.org/10.1186/s12943-017-0583-1>
- Hu, W., Yan, F., Ru, Y., Xia, M., Yan, G., Zhang, M., Wang, H., Wu, G., Yao, L., Shen, L., Li, X., & Wang, Q. (2020). MIIP inhibits EMT and cell invasion in prostate cancer through miR-181a/b-5p-KLF17 axis. *American Journal of Cancer Research*, 10(2), 630–647.
- Jorge, A. L., Pereira, E. R., Oliveira, C. S., Ferreira, E. D. S., Menon, E. T. N., Diniz, S. N., & Pezuk, J. A. (2021). MicroRNAs: understanding their role in gene expression and cancer. *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*, 19, eRB5996. https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2021RB5996
- Kumar, P., Nagarajan, A., & Uchil, P. D. (2018). Analysis of cell viability by the MTT assay. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2018(6), 10.1101/pdb.prot095505. <https://doi.org/10.1101/pdb.prot095505>
- Li, J., Shen, J., Zhao, Y., Du, F., Li, M., Wu, X., Chen, Y., Wang, S., Xiao, Z., & Wu, Z. (2023). Role of miR 181a 5p in cancer (Review). *International Journal of Oncology*, 63(4), 108. <https://doi.org/10.3892/ijco.2023.5556>
- Li, S., Chen, P., Zheng, K., Wang, W., Pei, Y., Qiu, E., & Zhang, X. (2018b). β -Alanine mediated inhibition of PTHR1 suppresses the proliferation, invasion and tumorigenesis in metastatic human osteosarcoma U2OS cells. *International Journal of Biological Macromolecules*, 111, 1255–1263. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.106>

- Li, S., Yang, J., Xia, Y., Fan, Q., & Yang, K. P. (2018a). Long noncoding RNA NEAT1 promotes proliferation and invasion via targeting miR-181a-5p in non-small cell lung cancer. *Oncology Research*, 26(2), 289–296. <https://doi.org/10.3727/096504017X15009404458675>
- Litwin, M. S., & Tan, H. J. (2017). The diagnosis and treatment of prostate cancer: A review. *JAMA*, 317(24), 2532–2542. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.7248>
- Lyu, X., Li, J., Yun, X., Huang, R., Deng, X., Wang, Y., Chen, Y., & Xiao, G. (2017). miR-181a-5p, an inducer of Wnt-signaling, facilitates cell proliferation in acute lymphoblastic leukemia. *Oncology Reports*, 37(3), 1469–1476. <https://doi.org/10.3892/or.2017.5425>
- Mi, Y., Zhang, D., Jiang, W., Weng, J., Zhou, C., Huang, K., Tang, H., Yu, Y., Liu, X., Cui, W., Zhang, M., Sun, X., Zhou, Z., Peng, Z., Zhao, S., & Wen, Y. (2017). miR-181a-5p promotes the progression of gastric cancer via RASSF6-mediated MAPK signalling activation. *Cancer Letters*, 389, 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2016.12.033>
- Pandurangan, M., Enkhtaivan, G., Mistry, B., Patel, R. V., Moon, S., & Kim, D. H. (2017). β -Alanine intercede metabolic recovery for amelioration of human cervical and renal tumors. *Amino Acids*, 49(8), 1373–1380. <https://doi.org/10.1007/s00726-017-2437-y>
- Sekhoacha, M., Riet, K., Motloug, P., Gumenku, L., Adegoke, A., & Mashele, S. (2022). Prostate cancer review: Genetics, diagnosis, treatment options, and alternative approaches. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(17), 5730. <https://doi.org/10.3390/molecules27175730>
- Shen, H., Wang, L., Xiong, J., Ren, C., Gao, C., Ding, W., Zhu, D., Ma, D., & Wang, H. (2019). Long non-coding RNA CCAT1 promotes cervical cancer cell proliferation and invasion by regulating the miR-181a-5p/MMP14 axis. *Cell Cycle (Georgetown, Tex.)*, 18(10), 1110–1121. <https://doi.org/10.1080/15384101.2019.1609829>
- Simiene, J., Dabkeviciene, D., Stanciute, D., Prokarenkaite, R., Jablonskiene, V., Askinis, R., Normantaite, K., Cicenias, S., & Suziedelis, K. (2023). Potential of miR-181a-5p and miR-630 as clinical biomarkers in NSCLC. *BMC Cancer*, 23(1), 857. <https://doi.org/10.1186/s12885-023-11365-5>
- Smolarz, B., Durczyński, A., Romanowicz, H., Szyłło, K., & Hogendorf, P. (2022). miRNAs in cancer (Review of Literature). *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5), 2805. <https://doi.org/10.3390/ijms23052805>
- Sun, C., Shen, C., Zhang, Y., & Hu, C. (2021). LncRNA ANRIL negatively regulated chitooligosaccharide-induced radiosensitivity in colon cancer cells by sponging miR-181a-5p. *Advances in clinical and experimental medicine : official organ Wroclaw Medical University*, 30(1), 55–65. <https://doi.org/10.17219/acem/128370>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). 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. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Vaughan, R. A., Gannon, N. P., Garcia-Smith, R., Licon-Munoz, Y., Barberena, M. A., Bisoffi, M., & Trujillo, K. A. (2014). β -alanine suppresses malignant breast epithelial cell aggressiveness through alterations in metabolism and cellular acidity in vitro. *Molecular Cancer*, 13, 14. <https://doi.org/10.1186/1476-4598-13-14>
- Yang, S., Wang, P., Wang, S., Cong, A., Zhang, Q., Shen, W., Li, X., Zhang, W., & Han, G. (2020). miRNA-181a-5p enhances the sensitivity of cells to cisplatin in esophageal

adenocarcinoma by targeting CBLB. *Cancer Management and Research*, 12, 4981–4990. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S251264>

Zhai, Z., Mu, T., Zhao, L., Li, Y., Zhu, D., & Pan, Y. (2022). MiR-181a-5p facilitates proliferation, invasion, and glycolysis of breast cancer through NDRG2-mediated activation of PTEN/AKT pathway. *Bioengineered*, 13(1), 83–95. <https://doi.org/10.1080/21655979.2021.2006974>

Zhang, S., Wan, H., & Zhang, X. (2020). LncRNA LHFPL3-AS1 contributes to tumorigenesis of melanoma stem cells via the miR-181a-5p/BCL2 pathway. *Cell Death & Disease*, 11(11), 950. <https://doi.org/10.1038/s41419-020-03141-1>

**EFFICIENT LIGHTWEIGHT VISION TRANSFORMER MODELS FOR
AUTOMATED ALZHEIMER'S DISEASE DIAGNOSIS****ALZHEIMER HASTALIĞININ OTOMATİK TEŞHİSİ İÇİN VERİMLİ VE HAFİF
GÖRÜ TRANSFORMATÖR MODELLERİ****Ishak PACAL¹****¹Assistant Professor Doctor, Iğdir University, Artificial Intelligence,****ORCID: 0000-0001-6670-2169****Özet**

Alzheimer hastalığı, yaşlanma ile ilişkili olarak beyin hücrelerinin kaybına neden olan ve dünya genelinde milyonlarca insanı etkileyen ilerleyici bir nörodejeneratif hastalıktır. Hastalığın erken teşhisi, hastaların yaşam kalitesini artırmak, tedavi süreçlerini iyileştirmek ve sağlık sistemleri üzerindeki yükü hafifletmek için büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, derin öğrenme algoritmaları tıp alanında önemli ilerlemeler sağlamış ve özellikle tıbbi görüntüleme otomatik teşhis sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Derin öğrenmenin yüksek doğrulukla büyük veri setlerini işleyebilme yeteneği, Alzheimer gibi hastalıkların teşhisinde güvenilir bir araç olmasını sağlamıştır. Bu bağlamda, görü transformatörü (ViT) modelleri de Alzheimer teşhisi için etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. ViT modelleri, özellikle tıbbi görüntüleme alanında geleneksel evrimsel sinir ağlarına (CNN) kıyasla daha verimli performans göstermektedir. Bu çalışmada, parametre sayısı beş milyondan az olan ve mobil cihazlarda kullanılacak şekilde optimize edilmiş hafif ViT modelleri incelenmiştir. MobileViTv1, MobileViTv2, CoaT, Tiny-ViT, FastViT ve PiT gibi popüler ViT yapıları, Alzheimer teşhisi için halka açık MRI veri setleri üzerinde eğitilip test edilmiştir. Deneysel sonuçlar, MobileViT-xxSmall modelinin %99.17 doğruluk oranına ulaştığını göstermiştir. Yüksek doğruluk oranı ve düşük hesaplama maliyeti, bu modeli Alzheimer teşhisinin otomasyonu için ideal bir aday haline getirmiştir. Bu bulgular, ViT tabanlı modellerin, özellikle düşük donanım gereksinimleri ile Alzheimer hastalığının erken teşhisi için değerli bir katkı sunabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Alzheimer hastalığı tespiti, derin öğrenme, görü transformatörü**Abstract**

Alzheimer's disease is a progressive neurodegenerative disorder associated with the loss of brain cells as people age, affecting millions globally. Early diagnosis is crucial for improving patients' quality of life, optimizing treatment, and reducing the burden on healthcare systems. In recent years, deep learning algorithms have made significant advancements in the medical field, particularly in the development of automated diagnostic systems for medical imaging. The ability of deep learning to process large datasets with high accuracy has made it a reliable tool for diagnosing diseases like Alzheimer's. In this context, Vision Transformer (ViT) models have emerged as an effective approach for Alzheimer's diagnosis. ViT models offer more efficient performance compared to traditional Convolutional Neural Network (CNN), particularly in medical imaging applications. This study examines lightweight ViT models with fewer than five million parameters, optimized for use on mobile devices. Several popular ViT architectures, including MobileViTv1, MobileViTv2, CoaT, Tiny-ViT, FastViT, and PiT, were

trained and tested using publicly available MRI datasets for Alzheimer's disease detection. The experimental results show that the MobileViT-xxSmall model achieved an impressive accuracy of 99.17%. This high accuracy, combined with its low computational cost, makes it an ideal candidate for automating Alzheimer's diagnosis. These findings highlight the potential of ViT-based models, particularly those with low hardware requirements, to make significant contributions to early diagnosis and better management of Alzheimer's disease.

Keywords: Alzheimer disease detection, deep learning, vision transformer

1. INTRODUCTION

Alzheimer's disease (AD) is the most prevalent type of dementia, and its prevalence is now on the rise [1]. This is a critical health issue due to the increasing proportion of the worldwide population that is elderly. AD is an unrecoverable neurodegenerative disease that is characterized by the gradual loss of memory and cognitive abilities, which in the end, may lead to severe disability in daily activities and death due to such complications as heart failure and respiratory dysfunction [2,3]. The early detection and right treatment of AD are critical factors for improving the health of the patients [4]. The early stages of AD are often difficult to recognize because of the absence of definitive biomarkers as well as the complexity of symptoms which can range from mild cognitive impairment to severe dementia [5,6].

AD primarily targets the brain areas that are responsible for memory and cognition, namely, the cerebral cortex and hippocampus which are shrinking while the brain's ventricles are enlarging [7]. This reduction in size results in massive cell loss and synaptic dysfunction so that the neurons can no longer communicate properly, thus producing major defects in short-term memory, planning, and judgment [8]. Artificial intelligence-based developments have contributed significantly to AD's detection and classification through more accurate diagnosis based on medical image analysis [9]. The initial systems made use of rule-based expert systems and supervised models that required human experts to input large amounts of data to get the relevant features out of the images which was time-consuming and resource-intensive [10]. Deep learning models have shown exceptional skill in a range of medical imaging activities, such as organ identification and segmentation and disease recognition in different areas like the brain, lungs, and cardiovascular system [5]. However, many challenges remain, particularly in the detection of Alzheimer's disease, with one of the biggest issues being the lack of large-scale datasets and insufficient labeled data provided by experts. The major constraint of existing deep learning methods is the requirement of extensive, labeled training datasets, which are seldom accessible in the medical domain because of ethical issues and the considerable expenses of data gathering [11]. In addition, training deep networks from the beginning demands a lot of computer power and precise adjusting of many parameters to avoid problems such as overfitting, which may be a reason for the model's low performance [12].

To tackle challenges related to datasets and other deep learning-based problems, techniques like transfer learning and data augmentation have been introduced. While these approaches offer partial solutions, they can be helpful for tasks like AD diagnosis. However, for these algorithms to reach a clinical level, larger and more labeled datasets are still needed. Despite these challenges, the significant success of deep learning algorithms in this field and ongoing research efforts are increasing motivation, suggesting that these issues will be resolved over time. [13]. Furthermore, the early and accurate diagnosis of AD is of paramount importance for both individual patients and society [4]. In this study, we aimed to explore the power of Vision Transformer (ViT) models to optimize the early detection of Alzheimer's disease, focusing on lightweight models that require less computational power in medical imaging. We evaluated and compared ViT models with fewer than five million parameters, making them suitable for

use on low-end devices. This finding demonstrates that lightweight ViT-based models can significantly contribute to automating Alzheimer's diagnosis, particularly on devices with limited hardware capabilities. These results highlight the potential of lightweight ViT models as a promising approach for early diagnosis and better management of AD using MRI-based images.

1.1. Literature Review

The classification and diagnosis of AD have significantly advanced with the contributions of both traditional and modern machine learning techniques. Some of these studies can be summarized as follow. Kam et al. (2020) employs this method to extract Static/Dynamic Brain Function Networks (BFNs) and feed the BFN representations into a CNN to classify eMCI from NC. Khvostikov et al. (2018) introduced an ROI-based approach that used the bilateral hippocampal volume as input to a CNN model. Their study involved extracting binary masks of the bilateral hippocampus and analyzing their differences for AD classification using CNNs. Yue et al. (2018) merged slice-based and ROI-based methodologies by segmenting MRI images into 126 regions, excluding 36 regions considered to be non-informative. Liu M et al. (2018) applied this method and proposed a multi-modal cascade CNN model for AD diagnosis. Islam and Zhang, (2018) put together both the patch-based and slice-based methods to identify unique features. In their research, 3D MRI images were turned into 2D slices, and patches of fixed size were created for further analysis. These methods have been mainly useful in the machine learning and transfer learning context for AD classification, particularly with small size datasets. For example, the use of pre-trained networks such as GoogleNet and Inception-ResNet have been successful in AD classification tasks [19]. Suk et al., (2015) investigated SAE's performance as a classifier. Nevertheless, they brought their technique to sharpening by using Deep Belief Networks (DBM) which enabled them to acquire knowledge of the hierarchical features from different modalities. Thus, they achieved the results of 95.35% accuracy for AD/CN classification and 74.58% for MCI to AD conversion prediction.

Cheng et al. (2017) proposed a study that that the utilization of a 3D CNN on segments of MRI scans to categorize high-level features contributed to a high 87.2% classification accuracy for AD/CN. At first, they used this method, but then they enhanced it by using two kinds of 3D CNN, one on the MRI patches and the other on the PET patches, along with a 2D CNN, to get 89.6%. In a new study [22], the authors proposed two different 3D CNN models - a simple Vox CNN and a residual version - which, together, obtained an AD/CN classification accuracy of 80%, thus making it possible to use these methods without the necessity of manual feature extraction. Following the method of Liu et al., the authors used some besides the features of MR images indicative of AD the patches that were analyzed through 3D CNNs [23]. The results of the studies were fantastic, i.e., 91.09% and 92.75% for AD/CN classification from the ADNI-2 and MIRIAD datasets respectively, and 76.9% accuracy for MCI conversion prediction from the ADNI-2 dataset. Vu et al. (2017) found the structures learning SAE and CNN 3D methods together to be suitable to use for MRI and FDG PET scans, which resulted in the report of 91.1% accuracy for the detection of AD/CN classes.

2. METHODOLOGY

2.1. Dataset

Datasets are at the top of the list of essential elements for training deep learning algorithms and measuring their success. To apply these algorithms to Alzheimer's disease, a relevant dataset is necessary. For Alzheimer's research, the most used Magnetic Resonance Imaging (MRI) dataset available to researchers on the Kaggle platform was utilized [25]. By utilizing MRI

datasets, researchers can train deep learning models to classify Alzheimer's stages or predict disease progression with high accuracy. Figure 1 presents examples from four different classes within the MRI-based dataset.



Figure 1. Examples from four different classes in the MRI-based dataset.

As shown in Figure 1, this dataset consists of four distinct classes: MildDemented, ModerateDemented, NonDemented, and VeryMildDemented. Table 1 provides the number of images in each class, totaling 33,984 images. The distribution is as follows: 8,960 images for MildDemented, 6,464 for ModerateDemented, 9,600 for NonDemented, and 8,960 for VeryMildDemented.

Table 1

Classes and number of images in the Augmented AD MRI dataset

Classes	Total (100%)	Train (70%)	Validation (15%)	Test (15%)
MildDemented	8960	6272	1344	1344
ModerateDemented	6464	4524	970	970
NonDemented	9600	6720	1440	1440
VeryMildDemented	8960	6272	1344	1344

Data preprocessing is a key step in building reliable machine learning models, especially in medical image analysis [26]. Properly preparing the dataset before feeding it into the model can greatly enhance its performance and accuracy. In this study, data augmentation is equally

important for boosting model performance. The dataset, sourced from Kaggle, has already been augmented using basic techniques such as rotation and flipping. Such methods are crucial, as they artificially expand the dataset and introduce more diverse training samples. This process helps prevent overfitting by exposing the model to a variety of data, thereby improving its ability to generalize to new, unseen images. Incorporating data augmentation makes the model more robust and reliable for real-world applications. Table 1 shows how the images in the augmented ADMRI dataset are distributed across four classes: MildDemented, ModerateDemented, NonDemented, and VeryMildDemented. The dataset is divided into training, validation, and test sets using a standard split of 70% for training, 15% for validation, and 15% for testing. For example, the MildDemented class, with a total of 8,960 images, is split into 6,272 images for training, 1,344 for validation, and 1,344 for testing. This balanced approach ensures that the model is trained effectively and that its performance is fairly evaluated, helping to reduce the risk of overfitting and improve its ability to generalize to new data.

2.2. Deep Learning Algorithms

Deep learning, a branch of artificial intelligence, has an exceptional ability to learn from complex datasets, much like the human brain through its multi-layered neural networks [27]. Unlike traditional machine learning methods, deep learning models can automatically detect intricate patterns and relationships in data, making them particularly effective for large and complex datasets [28]. This layered structure is the key to its remarkable success in areas like speech recognition, image processing, and natural language processing. What truly sets deep learning apart is its holistic approach to data, creating complex representations that go far beyond what standard neural networks can achieve [29]. These models are inherently more sophisticated, containing multiple hidden layers that each examine the data from different angles to generate an output. For example, CNNs, a subset of deep learning models, are designed to extract critical features from images through components like convolutional layers, max-pooling, ReLU, and classification layers. Together, these elements shape the model's architecture, allowing it to classify input images with remarkable accuracy [30].

Recently, ViT models have emerged as a game-changing alternative to CNNs, offering distinct advantages in processing medical images [31]. ViT models break images into smaller patches and use self-attention mechanisms to capture both local and global features, providing a more in-depth analysis [32]. However, a major drawback of traditional ViT models is their high computational cost, which can be a barrier for real-world medical applications [33]. To address this, our study zeroes in on lightweight ViT-based models with fewer than five million parameters to evaluate their effectiveness in detecting Alzheimer's disease. Our objective is to find models that not only maintain high accuracy but also keep computational demands to a minimum. We also compared these smaller models to assess how their size influences performance, aiming to show that compact models can be highly effective, not just for Alzheimer's detection, but for other medical imaging tasks as well.

The models selected for our evaluation strike an impressive balance between low computational cost and robust performance. For instance, MobileViT-xxSmall, MobileViT-xSmall, and MobileViT-Small are specifically designed for compatibility with mobile devices [34]. Despite their compact size, they have achieved impressive accuracy in various image classification tasks, making them promising candidates for Alzheimer's detection. The MobileViTv2 series (050, 075, and 100) builds on the original MobileViT, further optimizing performance while keeping the parameter count low [35]. These models use advanced design techniques to enhance feature extraction, making them suitable for real-time applications on devices with limited

resources. The CoaT-Lite-Tiny model takes a hybrid approach, combining convolutional layers with transformer blocks to capture detailed information from images [36]. This clever design reduces computational overhead while still delivering high classification accuracy. Similarly, Tiny-ViT-5M [37] and FastViT-T8 [38] are built for speed and efficiency, using a range of optimizations to streamline the self-attention mechanisms without sacrificing accuracy. Lastly, PiT-Tiny [39] brings an innovative approach to lightweight transformers by using a pooling-based technique within its architecture to minimize the number of tokens processed, significantly reducing computational complexity. By focusing solely on these ViT-based models and deliberately excluding CNNs, we aimed to highlight the unique advantages of transformer-based architectures. Our findings strongly indicate that smaller ViT models can be remarkably successful in Alzheimer's detection. This outcome underscores the vast potential of compact models, suggesting that they are not just viable but could be more practical for medical imaging tasks, especially on devices with limited processing power.

3. RESULTS

3.1 Experimental Setup and Evaluation Metrics

The experiments were run on a high-performance system featuring an RTX 4090 GPU, an Intel i9-14900K processor, and 64GB of DDR5 RAM, all operating on an Ubuntu system. To maximize efficiency, we utilized PyTorch and Python, paired with CUDA and cuDNN for GPU acceleration. Training the models involved using Stochastic Gradient Descent (SGD) with a well-tuned learning rate of 0.01 and a batch size of 64. We resized each model's input to 224x224 pixels, and training was conducted over 300 epochs with a momentum of 0.9 to ensure a smooth and stable learning process. Given that the dataset already included basic augmentations like rotation, flipping, zooming, and scaling, we did not apply any additional augmentation techniques. This decision was made because the dataset had a balanced class distribution, making further augmentation unnecessary. For model initialization, we used ImageNet pre-trained weights to implement transfer learning. Transfer learning was chosen as it allows the models to build on the extensive knowledge gained from large-scale datasets, reducing the need for a vast amount of labeled data and significantly accelerating the training process. This approach is particularly advantageous in medical imaging tasks, where acquiring labeled data can be time-consuming, costly, and challenging. We evaluated these models using accuracy, precision, recall, and F1-score. Accuracy indicates the overall correctness of the model's predictions. Precision measures the model's ability to correctly identify positive cases among all predicted positives, while recall (sensitivity) reflects how well the model identifies actual positive instances. The F1-score, the harmonic mean of precision and recall, offers a balanced evaluation, particularly when dealing with datasets that may have an imbalance between classes.

3.1 Experimental Results

In this section, we present the experimental results to showcase the performance of various lightweight ViT-based models on a public ADMRI dataset. The main objective was to assess how effectively these models balanced accuracy and computational efficiency, with a special emphasis on those with fewer than 5 million parameters, making them practical for real-world applications where computational resources are often limited. Each model was carefully evaluated using key metrics like accuracy, precision, recall, and F1-score to provide a well-rounded understanding of their performance, as outlined in Table 2.

Table 2

Experimental results on public ADMRI dataset

Model	Params (Million)	Accuracy	Precision	Recall	F1-score
MobileViT-xxSmall	0.95	0.9917	0.9954	0.9932	0.9943
MobileViT-xSmall	1.93	0.9792	0.9851	0.9280	0.9531
MobileViT-Small	4.94	0.9812	0.9826	0.9321	0.9539
MobileViTv2-050	1.11	0.9375	0.9470	0.8151	0.8543
MobileViTv2-075	2.48	0.9698	0.9789	0.9490	0.9631
MobileViTv2-100	4.39	0.9823	0.9865	0.9612	0.9731
CoaT-Lite-Tiny	5.4	0.9885	0.9918	0.9881	0.9899
Tiny-ViT-5M	5.07	0.9875	0.9922	0.9902	0.9912
FastViT-T8	3.26	0.9865	0.9917	0.9591	0.9745
PiT-Tiny	4.6	0.9635	0.9717	0.9381	0.9540

271

As seen in Table 2, the results of the study demonstrate the effectiveness of lightweight ViT (ViT) models in AD detection, focusing on different models' parameter sizes and their impact on performance. The analysis is broken down into key groups: MobileViT models, MobileViTv2 series, and other ViT-based architectures. Among the models tested, MobileViT-xxSmall stood out with an impressive accuracy of 99.17%, despite having only 0.95 million parameters. Its high precision (99.54%), recall (99.32%), and F1-score (99.43%) highlight its capability to identify Alzheimer's cases accurately while remaining computationally efficient. This result emphasizes that extremely lightweight ViT models are not only effective but also ideal for environments with limited hardware capabilities, such as mobile devices and edge computing. The MobileViT-xSmall and MobileViT-Small variants also performed well, achieving accuracies of 97.92% and 98.12%, respectively. Their precision scores were high (98.51% for MobileViT-xSmall and 98.26% for MobileViT-Small). However, a slight drop in recall (92.80% for MobileViT-xSmall and 93.21% for MobileViT-Small) resulted in slightly lower F1-scores of 95.31% and 95.39%. These results suggest that while these models are quite effective, they may need additional fine-tuning to enhance sensitivity in detecting all positive cases.

The MobileViTv2 models exhibited varying performances, reflecting the impact of parameter count on model accuracy. MobileViTv2-050, with 1.11 million parameters, had a modest

accuracy of 93.75%, and its recall of 81.51% led to an F1-score of 85.43%. This outcome indicates that while it is a lightweight model, it may have limitations in capturing all the features necessary for accurate Alzheimer's classification. In contrast, MobileViTv2-075 and MobileViTv2-100 showed significant improvements. The MobileViTv2-075 model achieved 96.98% accuracy, with precision and recall of 97.89% and 94.90%, respectively, resulting in an F1-score of 96.31%. The MobileViTv2-100 further boosted its performance to an accuracy of 98.23%, with an F1-score of 97.31%. These results indicate that an increase in model size enhances performance, making MobileViTv2-100 a strong candidate for medical imaging tasks where a balance between model size and accuracy is required.

The CoaT-Lite-Tiny model, with 5.4 million parameters, demonstrated excellent performance, achieving an accuracy of 98.85%, precision of 99.18%, recall of 98.81%, and an F1-score of 98.99%. Similarly, Tiny-ViT-5M, containing 5.07 million parameters, reached an accuracy of 98.75% and an F1-score of 99.12%. Despite having a slightly higher parameter count compared to some of the MobileViT variants, these models maintained computational efficiency while delivering high classification accuracy. Their high recall rates highlight their strong ability to identify positive cases, making them highly reliable for clinical applications. FastViT-T8, with 3.26 million parameters, struck a balance between accuracy and computational cost, achieving 98.65% accuracy and an F1-score of 97.45%. Its performance suggests that it is well-suited for environments where both speed and precision are critical. PiT-Tiny, consisting of 4.6 million parameters, achieved an accuracy of 96.35% with an F1-score of 95.40%. Although its performance is solid, the slightly lower recall (93.81%) indicates that it might miss some positive cases, suggesting an area for potential improvement. Figure 2 presents a comparison of all models based on their accuracy and F1-score in relation to their parameter count.

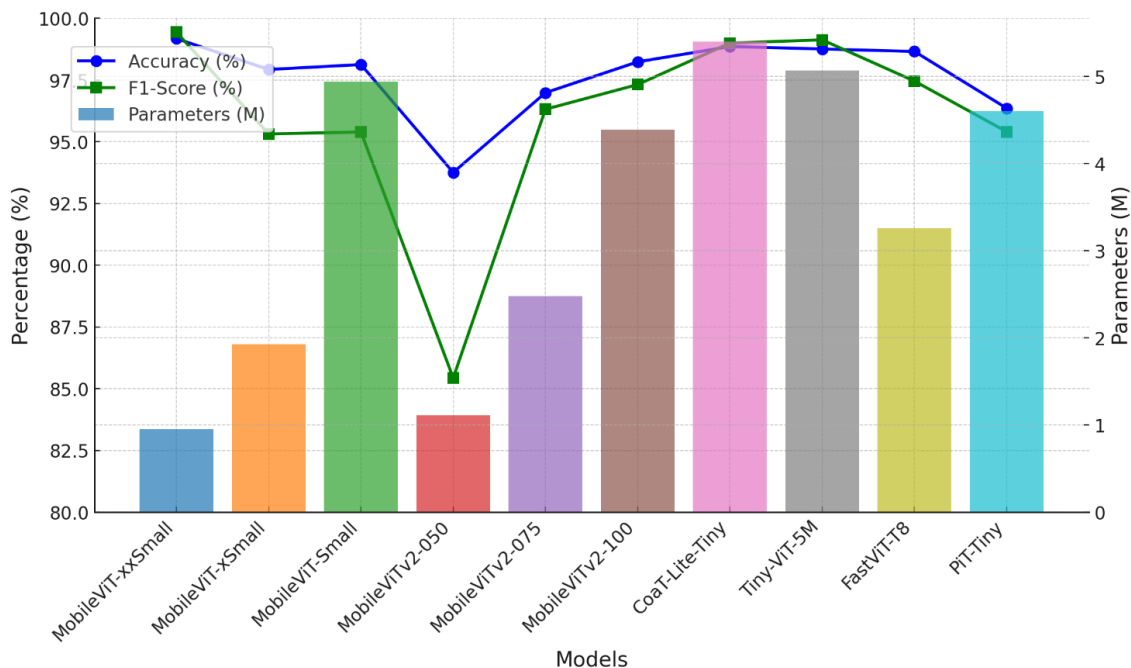


Figure 2. Comparison of all models based on accuracy and F1-score in relation to their parameters

As seen in Figure 2, the graph shows the performance of various lightweight ViT models based on accuracy, F1-score, and the number of parameters (in millions), with each model color-coded for clarity. Despite having just 0.95M parameters, MobileViT-xxSmall achieves remarkable results with 99.17% accuracy and a 99.43% F1-score. While performance generally

improves with more parameters, as seen in models like MobileViTv2-100 and CoaT-Lite-Tiny, even smaller models remain competitive.

4. CONCLUSION, DISCUSSION, AND FUTURE DIRECTIONS

In this study, we explored the potential of lightweight ViT models for the automated diagnosis of Alzheimer's disease, revealing some promising findings. Our results clearly show that ViT models with fewer than five million parameters can still achieve high accuracy in detecting Alzheimer's, even on devices with limited hardware capabilities. A standout result was the MobileViT-xxSmall model, which achieved an impressive accuracy of 99.17%. This demonstrates that a lower parameter count does not mean compromised performance. On the contrary, it offers a distinct advantage in delivering rapid and efficient diagnoses. This is particularly exciting in the context of medical imaging, where low-cost devices are becoming increasingly common. The success of these compact models suggests they could be a practical solution for widespread use in various healthcare settings. When examining other models, including the MobileViTv2 series, we noticed that increasing the number of parameters generally led to improved accuracy. However, it's crucial to highlight that even the models with the smallest parameter count still maintained high accuracy levels. This finding supports the idea that lightweight ViT models can indeed serve as a reliable and promising alternative for early diagnosis of Alzheimer's and other similar diseases. This study emphasizes the critical role that models with low computational costs and high performance can play, especially in managing severe health conditions like Alzheimer's disease. For future research, it will be essential to test these lightweight ViT models on larger, more diverse datasets and continue to refine their design. Additionally, exploring how these compact models can be adapted for other medical imaging applications presents a valuable opportunity for further advancement in this field.

273

5. REFERENCES

- [1] R.J. Castellani, R.K. Rolston, M.A. Smith, Alzheimer disease, *Disease-a-Month* 56 (2010) 484–546. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2010.06.001>.
- [2] C.M. Carvalho, D. Christina, M. Saade, A. Conci, F.L. Seixas, J. Laks, A clinical decision support system for aiding diagnosis of Alzheimer's disease and related disorders in mobile devices, in: *2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, IEEE, 2017: pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICC.2017.7996968>.
- [3] I. Beheshti, H. Demirel, Feature-ranking-based Alzheimer's disease classification from structural MRI, *Magn Reson Imaging* 34 (2016) 252–263. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2015.11.009>.
- [4] D.S. Knopman, H. Amieva, R.C. Petersen, G. Ch  telat, D.M. Holtzman, B.T. Hyman, R.A. Nixon, D.T. Jones, Alzheimer disease, *Nat Rev Dis Primers* 7 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00269-y>.
- [5] S. Liu, S. Liu, W. Cai, H. Che, S. Pujol, R. Kikinis, D. Feng, M.J. Fulham, ADNI, Multimodal Neuroimaging Feature Learning for Multiclass Diagnosis of Alzheimer's Disease, *IEEE Trans Biomed Eng* 62 (2015) 1132–1140. <https://doi.org/10.1109/TBME.2014.2372011>.
- [6] S. Kloppel, C.M. Stonnington, J. Barnes, F. Chen, C. Chu, C.D. Good, I. Mader, L.A. Mitchell, A.C. Patel, C.C. Roberts, N.C. Fox, C.R. Jack, J. Ashburner, R.S.J. Frackowiak, Accuracy of dementia diagnosis--a direct comparison between radiologists and a computerized method, *Brain* 131 (2008) 2969–2974. <https://doi.org/10.1093/brain/awn239>.

- [7] J. Alirezaie, M.E. Jernigan, C. Nahmias, Automatic segmentation of cerebral MR images using artificial neural networks, *IEEE Trans Nucl Sci* 45 (1998) 2174–2182. <https://doi.org/10.1109/23.708336>.
- [8] Q. Xie, W.-J. Zhao, G.-Y. Ou, W.-K. Xue, An Overview of Experimental and Clinical Spinal Cord Findings in Alzheimer’s Disease, *Brain Sci* 9 (2019) 168. <https://doi.org/10.3390/brainsci9070168>.
- [9] E. Hosseini-Asl, R. Keynton, A. El-Baz, Alzheimer’s disease diagnostics by adaptation of 3D convolutional network, in: 2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), IEEE, 2016: pp. 126–130. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2016.7532332>.
- [10] G. Litjens, T. Kooi, B.E. Bejnordi, A.A.A. Setio, F. Ciompi, M. Ghafoorian, J.A.W.M. van der Laak, B. van Ginneken, C.I. Sánchez, A survey on deep learning in medical image analysis, *Med Image Anal* 42 (2017) 60–88. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>.
- [11] O. Russakovsky, J. Deng, H. Su, J. Krause, S. Satheesh, S. Ma, Z. Huang, A. Karpathy, A. Khosla, M. Bernstein, A.C. Berg, L. Fei-Fei, ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge, *Int J Comput Vis* 115 (2015) 211–252. <https://doi.org/10.1007/s11263-015-0816-y>.
- [12] İ. Kunduracıoğlu, İ. Paçal, Deep Learning-Based Disease Detection in Sugarcane Leaves: Evaluating EfficientNet Models, *Journal of Operations Intelligence* 2 (2024) 321–235. <https://doi.org/10.31181/jopi21202423>.
- [13] I. Kunduracıoğlu, I. Pacal, Advancements in deep learning for accurate classification of grape leaves and diagnosis of grape diseases, *Journal of Plant Diseases and Protection* (2024). <https://doi.org/10.1007/s41348-024-00896-z>.
- [14] T.-E. Kam, H. Zhang, Z. Jiao, D. Shen, Deep Learning of Static and Dynamic Brain Functional Networks for Early MCI Detection, *IEEE Trans Med Imaging* 39 (2020) 478–487. <https://doi.org/10.1109/TMI.2019.2928790>.
- [15] A. Khvostikov, K. Aderghal, J. Benois-Pineau, A. Krylov, G. Catheline, 3D CNN-based classification using sMRI and MD-DTI images for Alzheimer disease studies, (2018).
- [16] L. Yue, X. Gong, K. Chen, M. Mao, J. Li, A.K. Nandi, M. Li, Auto-Detection of Alzheimer’s Disease Using Deep Convolutional Neural Networks, in: 2018 14th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD), IEEE, 2018: pp. 228–234. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2018.8687207>.
- [17] M. Liu, D. Cheng, K. Wang, Y. Wang, Multi-Modality Cascaded Convolutional Neural Networks for Alzheimer’s Disease Diagnosis, *Neuroinformatics* 16 (2018) 295–308. <https://doi.org/10.1007/s12021-018-9370-4>.
- [18] J. Islam, Y. Zhang, Brain MRI analysis for Alzheimer’s disease diagnosis using an ensemble system of deep convolutional neural networks, *Brain Inform* 5 (2018) 2. <https://doi.org/10.1186/s40708-018-0080-3>.
- [19] T.D. Phong, H.N. Duong, H.T. Nguyen, N.T. Trong, V.H. Nguyen, T. Van Hoa, V. Snasel, Brain Hemorrhage Diagnosis by Using Deep Learning, in: Proceedings of the 2017 International Conference on Machine Learning and Soft Computing, ACM, New York, NY, USA, 2017: pp. 34–39. <https://doi.org/10.1145/3036290.3036326>.
- [20] H.-I. Suk, S.-W. Lee, D. Shen, Latent feature representation with stacked auto-encoder for AD/MCI diagnosis, *Brain Struct Funct* 220 (2015) 841–859. <https://doi.org/10.1007/s00429-013-0687-3>.

- [21] D. Cheng, M. Liu, J. Fu, Y. Wang, Classification of MR brain images by combination of multi-CNNs for AD diagnosis, in: C.M. Falco, X. Jiang (Eds.), 2017: p. 1042042. <https://doi.org/10.1117/12.2281808>.
- [22] S. Korolev, A. Safiullin, M. Belyaev, Y. Dodonova, Residual and plain convolutional neural networks for 3D brain MRI classification, in: 2017 IEEE 14th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI 2017), IEEE, 2017: pp. 835–838. <https://doi.org/10.1109/ISBI.2017.7950647>.
- [23] M. Liu, J. Zhang, E. Adeli, D. Shen, Landmark-based deep multi-instance learning for brain disease diagnosis, *Med Image Anal* 43 (2018) 157–168. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.10.005>.
- [24] T.D. Vu, H.-J. Yang, V.Q. Nguyen, A.-R. Oh, M.-S. Kim, Multimodal learning using convolution neural network and Sparse Autoencoder, in: 2017 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp), IEEE, 2017: pp. 309–312. <https://doi.org/10.1109/BIGCOMP.2017.7881683>.
- [25] Augmented Alzheimer MRI Dataset, (n.d.). <https://www.kaggle.com/datasets/uraninjo/augmented-alzheimer-mri-dataset> (accessed September 27, 2024).
- [26] İ. Paçal, İ. Kunduracıoğlu, Data-Efficient Vision Transformer Models for Robust Classification of Sugarcane, *Journal of Soft Computing and Decision Analytics Journal Homepage: Www.Jscda-Journal.Org* 2 (2024) 258–271. <https://doi.org/10.31181/jscda21202446>.
- [27] Y. Lecun, Y. Bengio, G. Hinton, Deep learning, *Nature* 521 (2015) 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- [28] I. Pacal, Enhancing crop productivity and sustainability through disease identification in maize leaves: Exploiting a large dataset with an advanced vision transformer model, *Expert Syst Appl* 238 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122099>.
- [29] I. Pacal, D. Karaboga, A robust real-time deep learning based automatic polyp detection system, *Comput Biol Med* 134 (2021). <https://doi.org/10.1016/J.COMPBIOMED.2021.104519>.
- [30] I. Pacal, D. Karaboga, A. Basturk, B. Akay, U. Nalbantoglu, A comprehensive review of deep learning in colon cancer, *Comput Biol Med* 126 (2020) 104003. <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2020.104003>.
- [31] M. Raghu, T. Unterthiner, S. Kornblith, C. Zhang, A. Dosovitskiy, Do Vision Transformers See Like Convolutional Neural Networks?, n.d.
- [32] M. Raghu, T. Unterthiner, S. Kornblith, C. Zhang, A. Dosovitskiy, Do Vision Transformers See Like Convolutional Neural Networks?, (2021).
- [33] I. Pacal, MaxCerVixT: A novel lightweight vision transformer-based Approach for precise cervical cancer detection, *Knowl Based Syst* 289 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2024.111482>.
- [34] S. Mehta, M. Rastegari, MobileViT: Light-weight, General-purpose, and Mobile-friendly Vision Transformer, *ICLR 2022 - 10th International Conference on Learning Representations* (2021). <https://arxiv.org/abs/2110.02178v2> (accessed September 24, 2024).

- [35] S. Mehta, M. Rastegari, Separable Self-attention for Mobile Vision Transformers, (2022). <http://arxiv.org/abs/2206.02680>.
- [36] Z. Dai, H. Liu, Q. V. Le, M. Tan, CoAtNet: Marrying Convolution and Attention for All Data Sizes, *Adv Neural Inf Process Syst* 5 (2021) 3965–3977. <https://arxiv.org/abs/2106.04803v2> (accessed September 27, 2024).
- [37] K. Wu, J. Zhang, H. Peng, M. Liu, J. Fu, L. Yuan, TinyViT: Fast Pretraining Distillation for Small Vision Transformers, n.d.
- [38] P.K.A. Vasu, J. Gabriel, J. Zhu, O. Tuzel, A. Ranjan, FastViT: A Fast Hybrid Vision Transformer using Structural Reparameterization, (2023). <http://arxiv.org/abs/2303.14189>.
- [39] B. Heo, S. Yun, D. Han, S. Chun, J. Choe, S.J. Oh, Rethinking spatial dimensions of vision transformers, in: *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 2021: pp. 11936–11945.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRANSFER LEARNING MODELS FOR DIABETIC RETINOPATHY DETECTION IN FUNDUS IMAGES

Kerem GENCER¹, Gülcan GENCER²

¹ Afyon Kocatepe University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Afyonkarahisar, Turkey, 0000-0002-2914-1056

² Afyonkarahisar Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Biostatistics and Medical Informatics, Afyonkarahisar, Turkey, 0000-0002-3543-041X,

Abstract

This study explores the use of multiple transfer learning models to classify diabetic retinopathy using the Ocular Disease Recognition dataset. Pre-trained architectures, including VGG16, VGG19, ResNet50, InceptionV3, EfficientNetB0, and MobileNetV2, were fine-tuned for binary classification between diabetic and healthy eyes. The dataset consists of fundus images that were preprocessed through resizing and normalization, while data augmentation was applied to enhance model generalization. Evaluation metrics such as accuracy, specificity, sensitivity (recall), precision, F1-score, and false positive rate were used to assess each model's performance.

Results showed that MobileNetV2 achieved the highest accuracy at 69.11% with a specificity of 92.80%, while EfficientNetB0 demonstrated perfect specificity (100.00%) but struggled with sensitivity. InceptionV3 also showed strong performance, with an accuracy of 68.61% and specificity of 92.47%. These results suggest that while some models excel in specificity, others provide a more balanced approach in diabetic retinopathy detection, making them suitable for different clinical applications.

Key findings indicate that transfer learning is an effective method for medical image classification tasks, and future studies can build on this approach by exploring attention-based mechanisms or integrating self-supervised learning techniques for further performance enhancements.

Keywords: Transfer Learning, Diabetic Retinopathy, Deep Learning, Fundus Image Classification, ROC Curve Analysis, Medical Image Classification

**A NEW TREATMENT MODEL IN HEALTH SCIENCES:
PHOTOBİOMODULATION****SAĞLIK BİLİMLERİNDE YENİ BİR TEDAVİ MODELİ:
FOTOBİYOMODÜLASYON**

**Mehmet Vatansever¹, Tuba YERLİKAYA², Atakan BAKLACI³,
Adile ÖNİZ ÖZGÖREN⁴**

**¹Uzm. Dr., Yakın Doğu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ergoterapi Bölümü,
ORCID:0009-0005-6155-3076**

**²Yrd. Doç. Dr., Yakın Doğu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Bölümü, ORCID:0000-0002-5968-0384**

**³Araş. Gör., Yakın Doğu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Bölümü ORCID:0009-0000-1768-8524**

**⁴Prof. Dr., Yakın Doğu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
ORCID:0000-0002-6619-4106**

Özet

278

Fotobiyomodülasyon (FBM) çeşitli dalga boylarında ışık kullanılarak hücre ölümü ve enflamasyonu engelleme esasına dayanan yeni bir tedavi modelidir. Bu tedavi yöntemi ile hücrelerin işlevlerini iyileştirmek ve homeostazını desteklemek hedeflenir. FBM düşük seviyeli ışık bazlı terapi yöntemidir. Hücrenin biyofoton olarak kullandığı enerji, farklı sebeplerden dolayı biyoiletişimin bozulduğu durumlarda hücresel tedaviye yönelik ışık terapisi olarak FBM tercih edilmektedir. Işığın faydaları yıllardır bilinmekle birlikte kızıl ötesi ve kırmızı ışık aracılığı ile hücre içi uyarım gerçekleştirilerek, vücudun kendi kendine iyileştirme mekanizmasını aktive eden FBM'nun terapi olarak seçilme potansiyeli son yıllarda artmaktadır. FBM tedavisinden sonra günlük aktivitelere devam edilebilmesi ve tedaviye bağlı herhangi bir yan etki bildirilmemiş olması da tercih sebeplerindedir.

Beyin aktivitesini ölçmek için kullanılan bir görüntüleme tekniği olan fNIRS (fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi) kullanarak nöro-uyarım ve bilişsel güçlendirici etkisi ile ilgili çalışmalar mevcuttur. FBM'nun kanser tedavilerinin yan etkilerinin yönetimi alanında kullanımı ile kanser tedavilerinde hastaya destek sağlayan bir tedavi yöntemi olarak sunulmaktadır. Özellikle merkezi sinir sisteminin demans, alzheimer, travmatik beyin hasarı, parkinson vb. gibi çeşitli patolojilerinde artan sayıda uygulama alanları bulmuştur. Özel dalga boylarındaki ışığın göze iletilerek uygulanan FBM yöntemi özellikle kuru tip sarı nokta hastalığı için halihazırda onaylanmış tek tedavi yöntemidir. Ayrıca diyabet ve pankreas fonksiyonlarını arttırmak, endokrin sistemdeki hücresel faaliyetleri düzenlemek, osteoartrit, aşil tendiniti, karpal tünel sendromu gibi ortopedik hastalıklarda kullanılabilir.

Bununla birlikte hasta olmayan kişilerde FBM kullanımındaki, özellikle kas performansının iyileştirilmesindeki önemli ilerlemeler, sporcular tarafından kullanımın artmasına yol açmıştır. FBM'nun kozmetik ve estetik iyileştirmeler için kullanılması, özellikle de saç büyümesinin

uyarılmasının yanı sıra yüz kırışıklıklarının iyileştirilmesindeki etkilerinin de saptanması ile dermokozmetik alanındaki kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ayrıca kilo kaybını hızlandırmak, uyku kalitesini arttırmak, vb hastalık dışı belirtilerinde tedavisinde yer bulmuştur.

Sonuç olarak, bedendeki bioiletişim bozulmasından dolayı ortaya çıkan durumları ışık dalgaları ile bedenin kendi kendine iyileştirme mekanizmasını aktive ederek fonksiyon gösteren FBM, sağlık alanındaki tedavi modaliteleri arasında etkili bir uygulama seçeneği olarak değerlendirilmektedir ve gelişime açıktır.

Anahtar kelimeler: Fotobiomodülasyon, sağlık, tedavi

Abstract

Photobiomodulation (FBM) is a new treatment model based on the principle of preventing cell death and inflammation using light at various wavelengths. This treatment method aims to improve cell functions and support homeostasis. FBM is a low-level light-based therapy method. The energy used by the cell as biophotons is preferred as light therapy for cellular treatment in cases where biocommunication is impaired due to various reasons. Although the benefits of light have been known for years, the potential of FBM, which activates the body's self-healing mechanism by performing intracellular stimulation via infrared and red light, is increasing. The fact that daily activities can be continued after FBM treatment and that no side effects related to the treatment have been reported are also among the reasons for preference.

There are studies on neuro-stimulation and cognitive enhancing effects using fNIRS (functional near-infrared spectroscopy), an imaging technique used to measure brain activity. FBM is also offered as a treatment method that provides support to patients in cancer treatments with its use in the management of side effects of cancer treatments. It has found increasing application areas especially in various pathologies of the central nervous system such as dementia, Alzheimer's, traumatic brain injury, Parkinson's etc. The FBM method, which is applied by transmitting light of special wavelengths to the eye, is the only currently approved treatment method especially for dry type macular degeneration. It can also be used to increase diabetes and pancreatic functions, to regulate cellular activities in the endocrine system, and in orthopedic diseases such as osteoarthritis, Achilles tendonitis, and carpal tunnel syndrome.

However, significant advances in the use of FBM in non-diseased individuals, especially in improving muscle performance, have led to increased use by athletes. The use of FBM for cosmetic and aesthetic improvements, especially in stimulating hair growth and improving facial wrinkles, is becoming more widespread in the health field. It has also found a place in the treatment of non-disease symptoms such as accelerating weight loss, improving sleep quality, etc.

As a result, FBM, which functions by activating the body's self-healing mechanism with light waves in cases of biocommunication disruption in the body, is considered an effective application option among the treatment modalities in the field of health and is open to development

Keywords: Photobiomodulation, health, treatment

1. GİRİŞ

Vücutta biyoiletişimin bozulmasından dolayı ortaya çıkan sağlık problemlerinin, günümüzdeki en yeni tedavi seçenekleri arasında, yeni ve güçlü bir yeri olan fotobiyomodülasyon (FBM) ışık bazlı bir terapi modalitesidir. Işığın biyolojik sistemler ve süreçlerdeki rolü; uyku, uyanıklık döngülerimizde, sirkadiyen ritimlerimizde ve vitaminlerin emiliminde açıkça gözlemlenebilir. Fizikte foton olarak ifade edilen ışık, ihtiyacımız olan bir kaynak olmakla beraber tüm

hücrelerimizde biyofoton olarak bulunan bir enerjidir ve hücrelerin iletişimi için kullanılan bir taşıyıcıdır. Işığın faydaları yıllardır bilinmekle birlikte kızıl ötesi ve kırmızı ışık aracılığı ile hücre içi uyarım gerçekleştirilerek, vücudun kendi kendini iyileştirme mekanizması aktive edilir. Aslında ışık terapisi ile biyoyoum ve senkronizasyon tekrar oluşturularak, vücudun kendi kendini iyileştirmesinin önündeki engeller ortadan kaldırılır. Günümüzde hücresel tedaviye yönelik ışık terapisi olarak FBM artan sıklıkta tercih edilmektedir. Bu derlemede FBM'un özellikleri, hücresel düzeyde etki mekanizması ve kullanılma alanlarının verilmesi amaçlanmıştır.

2. FBM'NUN ÖZELLİKLERİ

FBM; düşük seviyeli lazer ışık tedavisi (LLLT) olup, 600 ila 1000 nm dalga boyunda sürekli bir lazer veya ışık yayan diyot (LED) aracılığı ile uygulanır (Wickenheisser et. al.,2020). Analjezi, doku onarımını uyarma ve/veya iltihabı azaltma amaçlarıyla uygulanan FBM, tedavi edilen dokuda doku mimarisinde değişikliğe yol açacak sıcaklık artışına neden olmadığı için "soğuk lazer tedavisi" olarak da bilinir (Wickenheisser et. al.,2020; Glass,2021; ,Tsai ve Hamblin, 2017).

Düşük doz ışık tedavilerini tanımlamak için birkaç terim kullanılmıştır. En popüler olanlar arasında soğuk lazer tedavisi ve düşük seviyeli lazer tedavisi yer alır. Bu tedaviler sırasında gerçek bir "soğutma" yoktur ve "düşük" ve "seviye" terimleri belirsizdir. Bu nedenle, 2014 yılında Kuzey Amerika Işık Terapisi Derneği ve Dünya Lazer Terapisi Derneği, FBM terapisi terimini şu şekilde tanımlamıştır:

“FBM; lazerler, ışık yayan diyotlar (LED'ler) ve geniş bantlı ışık dahil olmak üzere iyonlaştırıcı olmayan ışık kaynağı formlarını kullanan, görünür ve kızılötesi spektrumunda, çeşitli biyolojik ölçeklerde fotofiziksel (yani doğrusal ve doğrusal olmayan) ve fotokimyasal olayları ortaya çıkaran endojen kromoforlarla, termal olmayan bir işlem içeren bir ışık tedavisi biçimidir”

Lazer teknolojilerindeki önemli gelişmeler, yeni yarı iletken teknolojisi ayrıca, ultraviyolede uzak kızılötesi spektruma kadar geniş bir aralığı kapsayan birkaç yeni dalga boyunun geliştirilmesini sağlamıştır. 1990'larda, katı hal, yüksek verimli LED'lerin tanıtımı, ışığın biyomedikal uygulamaları da dahil olmak üzere aydınlatma sektöründe devrim yaratmasının akabinde LED'lerin FBM terapisi için kullanımı daha yaygın hale geldi ve klinik etkinliği açıkça gösterilmiştir (felician et al.,2019; Wickenheisser et. al.,2020).

Lazer; tek renkli, tutarlılık, tek yönlülük, kolimans ve parlaklık gibi hassas özelliklere sahip bir ışık demeti yayabilen, 1960'larda geliştirilen teknolojik bir cihazdır Lazerin özellikle iki ana uygulaması vardır: cerrahi ve biyostimülasyon. Cerrahi branşlarda, yüksek yoğunluklu lazerler (HIL) olarak adlandırılan, 500 mW'ın üzerinde bir güce sahip lazerlerin kullanımı tercih edilir; bunlar çeşitli yoğunluklarda fototermal hasara neden olmak için ısı kullanır. Biyostimülasyon alanında, 500 mW'tan düşük bir güce ve kırmızı ile yakın kızılötesi bölge arasında bir emisyon spektrumuna sahip düşük seviyeli lazerler (LLL) kullanılır, çünkü bu lazerler çalışmalarını sırasında ısı üretmezler (Pires et al., 2008; Atik, 2017). Tıp ve diş hekimliğinde, fototerapide kullanılan ve fotobiyomodülasyona dahil olan lazerler, 500 mW çıkış gücüyle tanımlanan düşük seviyeli lazerlerdir (Almeida-Lopes et al., 2001, De Freitas and Simoes, 2015).

3. FBM'NUN HÜCRESEL DÜZEYDE ETKİ MEKANİZMASI

Düşük seviyeli lazer tedavileri yaygın olarak incelenmiştir ve faydalı etkileri arasında artrit ile ilişkili iltihabı azaltma, eklem ve omurga ağrısını azaltma nörolojik işlevi ve iyileşmeyi artırma (Mosca et al., 2019; Dompe et. al., 2020) ve kronik yaraların ve tendinopatilerin iyileşmesini

destekleme yer almaktadır (Atik, 2017; Macias et. al., 2014) Yani FBM ile tedavi; ağrı veya iltihabın hafifletilmesi, immünomodülasyon, yara iyileşmesinin ve doku rejenerasyonunun teşviki dahil, ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere faydalı pek çok terapötik sonuçlara sahiptir (Wickenheisser et. al.,2020; Berni et. al., 2023; Li et. al., 2021).

In vitro çalışmalar, FBM uygulamasının deoksiribonükleik asit (DNA) sentezinin değiştirilmesi, gen ifadesi, sitokin üretiminin artması ve hücresel çoğalma gibi çeşitli hücresel süreçleri ve moleküler yolları etkileyebileceğini göstermiştir (Felician et al., 2019; Khadra et al., 2005). Dahası FBM'nun fibroblastlar, endotel hücreleri ve keratinositler gibi çeşitli hücre tiplerinin çoğalmasını uyarabileceği ve ayrıca farklı inflamasyon faktörlerinin üretimini düzenleyebileceği gösterilmiştir (Felician et al., 2019; Yadav and Gupta, 2017; Ryu et. al., 2023).

Işık spektrumu bir çok farklı renklerden meydana gelir, ancak hücrelerimiz için önem arz eden skala kırmızı ışık (645nm) ve yakın kızıl ötesidir (840nm). Kırmızı ışık selektif olan hücre membranını geçirgen hale getirerek hücre yapısının kapılarını açar ve yakın kızıl ötesi ışık sitokrom C oksidazı aktive ederek mitokondride ATP üretimini artırır ve ilgili proton rezonansını hücre içerisine iletir (Wang X et al., 2016). FBM, hücreler içindeki ATP, nitrik oksit ve reaktif oksijen türlerinin üretimini artırır, gen transkripsiyonunu değiştirir ve hücre çoğalmasında, hücre göçünde ve büyüme faktörü üretiminde artışa yol açar (Wang X et al., 2016). Biyokimyasal etki mekanizması henüz tam olarak açıklığa kavuşturulmamıştır, ancak doku penetrasyonu ve moleküler stimülasyon için kullanılan ışığın dalga boyuna ve ayrıca ışınım veya toplam ışık dozuna bağlı görünmektedir.

FBM, hücreler içindeki ATP, nitrik oksit ve reaktif oksijen türlerinin üretimini artırır, gen transkripsiyonunu değiştirir ve hücre çoğalmasında, hücre göçünde ve büyüme faktörü üretiminde artışa yol açar. Biyokimyasal etki mekanizması henüz tam olarak açıklığa kavuşturulmamıştır, ancak doku penetrasyonu ve moleküler stimülasyon için kullanılan ışığın dalga boyuna ve ayrıca ışınım veya toplam ışık dozuna bağlı görünmektedir (Felician et al., 2019; Ryu et. al., 2023).

4. FBM’NUN KULLANILMA ALANLARI

FBM son yıllarda birçok araştırma grubunun odak noktası olmasına rağmen, etkisinin altında yatan mekanizmalara ışık tutmak, FBM'nun hücreler üzerindeki etkilerinin ve iyileşme için çeşitli faydalarının daha iyi anlaşılmasına yol açacaktır.

Uygulama yapılacak alana göre 250 watt'lık küçük bir infrared ampulden (metal, duyu seramik), ışık banyosuna kadar değişir. FBM’da dozlama zordur, birçok düzenek kullanılarak uygulamanın yerine ve amacına göre dozlama değişir. Maksimum uygulama süresi 20 dk, direkt temiz cilde, gözler kapalı olmalıdır.

Bu anti-inflamatuar mekanizmalar ve FBM’nun invaziv olmayan yapısı, inflamatuvar bir durumla tanımlanan veya büyüme ve onarımın uyarılmasını gerektiren herhangi bir hastalık patolojisi için arzu edilen bir tedavi seçeneği olacağını düşündürmektedir.

Araştırmalar ile hücre göçü, çoğalma, sağkalım ve genel hücre nişi gibi kök hücre biyoaktivitesinin FBM tarafından verimliliğinin artırılabilirliği veya pozitif olarak modüle edilebileceği de gösterilmiştir (Felician et al., 2019; Komarova et. al., 2000). Lazer ve LED ışığı, mitokondriyal ve hücre zarı fotoreseptörlerini uyararak hücre canlılığını artırdığı için iyileşmeyi hızlandırmak amacıyla kullanılan bir fotobiyomodülasyon (FBM) etkisine neden olur. Bu süreç osteoblastların çoğalma oranını teşvik etmede kullanılabilir ve lazer ışınımının etkisinin kök hücre davranışı bilgisi ve hızlandırılmış kemik onarımına yönelik yeni klinik

yaklaşımların geliştirilmesine olanak tanır (Khadra et al., 2005; Pires et. al., 2008; Migliario et. al., 2014; Felician et al., 2019).

FBM invaziv olmayıp iltihabı azalttığı ve ağrı kesici etki sağladığı da gösterilmiştir [Tsai et al.,2017]. Işık ile biyolojik doku etkileşimleri patofizyolojik (hastalık) ve anatomiye özgü tepkiler uyandırabilir. FBM tarafından uyandırılan dört ana biyolojik tepki arasında ağrı ve iltihabın hafifletilmesi, modüle edilmiş bir bağışıklık tepkisi, doku iyileşmesi ve rejenerasyonu yer alır (Mosca et al., 2019; Tsai and Hamblin, 2017). Bu nedenle, tendinopatiler (Atik, 2017) sinir yaralanmaları, osteoartrit (Sobol et. al., 2017; Matys et. al., 2019; Zhang and Ji, 2023) ve yara iyileşmesi gibi hastalıkların tedavilerinde lazer tedavisinin kullanımından faydalanabilir (Yadav and Gupta, 2017; Mosca et. al., 2019; Wickenheiser et. al., 2020; Glass, 2021). Tedavinin hafif yan etkileri arasında cilt tahrişi, kaşıntı ve kızarıklık sayılabilir; bunlar çok zararlı değildir ve hedef dokuda sıcaklık artışına neden olmaz (Dompe et. al., 2020).

FBM basit düzeneklerle veya farklı dalga boyları ile çalışan kompleks cihazlarla evde bile uygulanabilir.

FBM tedavisinden sonra günlük aktivitelere devam edilebilmesi ve tedaviye bağlı herhangi ciddi bir yan etki bildirilmemiş olması da tercih sebeplerindedir.

FBM anti-inflamatuar ve analjezik etkileri nedeni ile ağrı yönetiminde yaygın olarak kullanılır. Kronik ağrının görülme sıklığının arttığı ve narkotikler gibi birçok klasik ağrı ilacının kullanımının yeniden değerlendirildiği durularda FBM bu özelliği ile tercih edilebilir. FBM'nun nosiseptif ve nöropatik ağrıya karşı etkili olduğu gösterilmiştir, ancak merkezi ağrıda kullanımı için henüz bir kanıt yoktur. Bu nedenle FDA, FBM'nu yalnızca kas ve eklem ağrısının geçici olarak giderilmesi için onaylamıştır (Dos Santos et. al., 2017). Ayrıca, FBM uygulama yöntemlerinde yüksek çeşitlilik ve lazer tipi, ideal lazer uygulama dozu ve dalga boyu için kanıt eksikliği vardır.

Cilt yüzeyinde kullanıldığında 8-10 mm deriye nüfuz eder ve kırmızı ışığın nereye yayıldığına bağlı olarak (kafa, diz vb) tüm cilt katmanları, kan damarları, lenf yolları, sinirler ve hatta saç kökleri etkilenir.

FBM tedavisinin yara iyileşmesini desteklemede etkisi yukarıda bahsedilen etki mekanizmaları arasında, TGF- β 1'in hücre dışı aktivasyonu, hemostaz (trombosit kaynaklı TGF- β) ve inflammatuar hücreler (makrofaj kaynaklı TGF- β) dahil olmak üzere yara ortamındaki birçok hücre üzerindeki güçlü etkileri ve hücre dışı matristeki belirgin rolü nedeniyle önemli bir yara iyileşme yoludur (Mosca ve ark, 2019). FBM'nun, fibroblastların çoğalması ve kollajen sentezini artırarak, tendonun çekme mukavemetini artıran yaralı bölgelerde faydalı tepkiler üretebileceği bildirilmiştir. FBM'nun histamin, serotonin, bradikinin ve prostaglandinler gibi inflammatuar mediatörler üzerindeki doğrudan etkileri de gösterilmiştir (Komarova et. al., 2000). Dahası, FBM tedavileri epitel göçünü ve proliferasyonunu, endotel göçünü ve anjiyogenez için organizasyonu, inflammatuar infiltrasyonu, makrofaj fagositozlarını, bağışıklık gözetimini, fibroblast matris sentezini ve yara kasılmasını teşvik edebileceği için deri hastalıklarının tedavisinde kullanılabilir. Son çalışmalar, FBM tedavilerinin epitel hücre fonksiyonlarını, özellikle de sadece yeniden epitelizasyonu desteklemekle kalmayıp aynı zamanda bezler ve saç folikülleri gibi cilt eklerinin rejenerasyonunu da teşvik edebilen bazal koloni oluşturan birimlerini (kök/progenitor hücreler) teşvik etmedeki etkinliğini vurgulamıştır (Pires Oliveira et. al., 2008; Caruso-Davis et. al., 2011; Mosca et. al., 2019). Bu nedenle, FBM'nun etkinliği, cilt gençleştirme, saç dökülmesi tedavisi ve yağ kaybı prosedürleri dahil olmak üzere çeşitli dermatolojik terapilerde tanımlanmış ve kanıtlanmıştır (Yadav and Gupta, 2017). Lazer tedavisi, kırışıklık azaltma ve cilt yenileme gibi kozmetik prosedürler ve akne ve diğer cilt

patolojilerinin tedavisi için dermatoloji alanında uzun zamandır kullanılmaktadır. Ayrıca kilo kaybını hızlandırmak, uyku kalitesini arttırmak vb gibi hastalık dışı belirtilerinde tedavisinde yer bulmuştur (Caruso-Davis et. al., 2011)

FBM; multipl skleroz, karpal tünel sendromu ve omurilik onarımı gibi sinir sistemi rahatsızlıklarında kullanımında olumlu sonuçlar göstermiş, Schwann hücrelerinin çoğalmasımı tetiklediği saptanmıştır (De Freitas, 2016). Transkraniyal FBM (t-FNS, yeni nesil beyin stimülasyon cihazı) travmatik beyin hasarı, demans, Alzheimer ve şiddetli depresyonda kullanılmaktadır (Hamblin, 2018). Burada ATP üretimindeki artış ve bölgesel serebral kan akışının iyileştirilmesi, etkilenen sinir sisteminin daha hızlı onarılmasını sağlayabilecek temel faktörlerdir. Beyin aktivitesini ölçmek için kullanılan bir görüntüleme tekniği olan fNIRS (fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi) kullanılarak nöro-uyarım ve bilişsel güçlendirici etkisi ile ilgili çalışmalarda mevcuttur. fNIR terapisinin birçok dopaminerjik hücreyi hücre ölümünden kurtardığı öne sürülmüştür. (De Freitas, 2016, Hamblin, 2018) FBM'nin bu etkisi özellikle Parkinson Hastalığının tedavisinde önem arz etmektedir.

Diyabetli hastalar için FBM uygulaması üzerine yapılan çalışmalar, FBM'nun insülin seviyesini neredeyse dörtte üç oranında azaltabileceğini veya sırasıyla Tip 1 ve Tip 2 diyabet için altı ay boyunca ilacı kesmeye olanak sağlayabileceğini göstermiştir (Makela, 2007; Yamany and Sayed, 2012) FBM tedavisi, uzun yıllar boyunca kullanımıyla kazanılan bilgiyle kanıtlandığı gibi, diyabetin tedavisinde avantajlı olabilir. Ayrıca endokrin sistemdeki hücresel faaliyetleri düzenlemek içinde kullanılabileceği ileri sürülmüştür (Yamany and Sayed, 2012; De Freitas and Hamblin, 2016).

Özel dalga boylarındaki ışığın göze iletilerek uygulanan FBM yöntemi özellikle kuru tip sarı nokta hastalığı için halihazırda onaylanmış tek tedavi yöntemidir (Baum et. al., 2013; Arany, 2019). Mikrosirkülasyonu ve miyokardiyal kontraktiletiyi iyileştiren antioksidan ve immünomodülatör etkilere sahip olan FBM'nun kanser tedavilerinin yan etkilerinin yönetimi alanında kullanımı ile kanser tedavilerinde hastaya destek sağlayan bir tedavi yöntemi olarak ta sunulmaktadır (De and Simones, 2015).

Biyolojik dokulara düşük yoğunluklu lazer ışınımı, hücresel süreçleri uyararak, biyokimyasal mekanizmaların aktivasyonunu artırarak ve iltihabı azaltarak doku rejenerasyonuna, iyileşmesine ve ağrının giderilmesine katkıda bulunur. (Wang Y et. al., 2016; Li et. al.,2021; Zhang and Ji, 2023).

FBM; özellikle tedaviye en kolay ulaşılabilen cilt ve eklem hastalıkları olmak üzere, iltihaplı hastalıklar alanında umut vadeden bir tedavi yöntemidir. İnvaziv olmaması ve minimal yan etkilere yol açması nedeniyle yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Ayrıca nispeten ucuz ve erişilebilirdir ve hatta hastanın evde yönlendirilme olasılığı vardır (De Freitas and Hamblin, 2016).

İltihaplı hastalıkların çoğunda, çok sayıda yan etkileri nedeni ile istenmeyen (sistemik sonucu olan) kortikosteroidler gibi immünoşüpresif ajanlar kullanılır. FBM, bu koşulların birçoğunda hem yardımcı hem de tek başına tedavi olarak kullanıma potansiyeline sahiptir ve muhtemelen yan etkileri en aza indirebilir (De Freitas and Hamblin, 2016). Özellikle, FBM'nun bilinen mekanizmaları, iltihap önleyici amaçlarla ve doku büyümesinin ve onarımının uyarılması için kullanımını destekler. FBM'nun ciltte ve eklemde bağışıklık sistemini düzenleyebildiğine dair kanıtlar vardır (Apostolopoulos et. al., 2021.)

Hasta olmayan kişilerde FBM'nun kullanımındaki kolaylıklar ve elde edilen olumlu sonuçlar nedeni ile sporcularda kas performansının iyileştirilmesinde de yer bulmuştur (De Freitas and Hamblin, 2016; Li et. al.,2021)

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, FBM'nun ışık dalgaları ile bedenin kendi kendine iyileştirme mekanizmasını aktive ederek fonksiyon göstermesi, sağlık alanındaki tedavi modaliteleri arasında etkili ve potansiyel bir uygulama seçeneği olarak değerlendirilmektedir ve gelişime açıktır.

6. KAYNAKLAR

L. Almeida-Lopes, J. Rigau, R. Amaro Zângaro, J. Guidugli-Neto and M. M. Marques Jaeger, “Comparison of the low level laser therapy effects on cultured human gingival fibroblasts proliferation using different irradiance and same fluence” *Lasers Surg. Med.* vol. 29, pp. 179–184, 2001, doi:10.1002/lsm.1107

P. Arany, “Photobiomodulation therapy—Easy to do, but difficult to get right” *Laser Focus World*, vol. 55, 22–24, 2019

A. P. Apostolopoulos, S. Angelis, M. Kaitatzi, G. Kareliotis, A. Tsiotsias, S. Maris, D. Filippou and M. Makropoulou, “The Facts and Myths for the Use of Lasers in Orthopedic Surgery” *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, vol.31, no. 2, pp. 55–69, 2021, doi: 0.1615/JLongTermEffMedImplants.2021038059.

O. S. Atik, “Photobiomodulation for Achilles Tendinopathy”, *Photomedicine and Laser Surgery*, pp. 1-2, 2017, doi: 10.1089/pho.2017.4361.

O. I. Baum, G. I. Zheltov, A. I. Omelchenko, G. S. Romanov, O. G. Romanov and E. N. Sobol, “Thermomechanical effect of pulse-periodic laser radiation on cartilaginous and eye tissues” *Laser Phys.* vol. 23, 085602, 2013, doi: 10.1088/1054-660X/23/8/085602

M. Berni, A. M. Brancato, C. Torriani, V. Bina, S. Annunziata, E. Cornella, M. Trucchi, E. Jannelli, M. Mosconi, G. Gastaldi, L. Caliozna, F. A. Grassi and G. Pasta, “The Role of Low-Level Laser Therapy in Bone Healing: Systematic Review”, *Int. J. Mol. Sci.* Vol.24, p. 7094, 2023, doi:10.3390/ijms24087094.

M. K. Caruso-Davis, T. S. Guillot, V. K. Podichetty, N. Mashtalir, N. V. Dhurandhar, O. Dubuisson, Y. Yu and F. L. Greenway, ‘Efficacy of low-level laser therapy for body contouring and spot fat reduction’. *Obes. Surg.*, vol. 21, pp. 722–729, 2011, doi: 10.1007/s11695-010-0126-y

L.F De Freitas and M. R. Hamblin, “Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy”, *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* vol.22, 7000417, 2016, doi: 10.1109/JSTQE.2016.2561201.

P. M. de Freitas and A. Simoes, A. *Lasers in Dentistry: Guide for Clinical Practice*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2015; ISBN 9781118275023.

S. A. Dos Santos, A. J. Serra, T. G. Stancker, M. C. B. Simões, M. A. Dos Santos Vieira, E. C. Leal-Junior, M. Prokic, A. Vasconsuelo, S. S. Santos and P. D. T. C. De Carvalho, “Effects of Photobiomodulation Therapy on Oxidative Stress in Muscle Injury Animal Models: A Systematic Review”, *Oxid. Med. Cell. Longev.* 52734032017, 2017, doi: 10.1155/2017/5273403.

C. Dompe, L. Moncrieff, J. Matys, K. Grezch-Lesniak, I. Kocherova, A. Bryja, M. Bruska, M. Dominiak, P. Mozdziak, T. H. I. Skiba, J. A. Shibli, A. A. Voplioni, B. Kempisty and M. Dyszkiewicz-Konwinska, “Photobiomodulation—Underlying Mechanism and Clinical Applications”, *J. Clin. Med.* vol.9, 1724, 2020, doi:10.3390/jcm9061724.

cartilage structure in osteoarthritis healing”, *J. Biomed. Opt.*, vol. 22, 091515, 2017, doi: 10.1117/1.JBO.22.9.091515.

S-R. Tsai and M. R. Hamblin, “Biological effects and medical applications of infrared radiation” *J Photochem Photobiol B*. Vol.170, pp 197–207, 2017, doi:10.1016.

V. A. Wickenheisser, E. M. Zywt, E. M. Rabjohns, H. H. Lee, D. S. Lawrence and T. K. Tarrant, ^[L]_[SEP]“ Laser Light Therapy in Inflammatory, Musculoskeletal, and Autoimmune Disease”, *Curr Allergy Asthma Rep.*, vol. 19, no. 8, p. 37, 2020, doi:10.1007/s11882-019-0869-z.

A. Yadav and A. Gupta, “Noninvasive red and near-infrared wavelength-induced photobiomodulation: Promoting impaired cutaneous wound healing” *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed*, vol.33, pp. 4–13, 2017, doi: 10.1111/phpp.12282.

A. A. Yamany and H. M. Sayed, “Effect of low level laser therapy on neurovascular function of diabetic peripheral neuropathy” *J. Adv. Res.*, vol.3, pp. 21–28, 2012, doi: ^[L]_[SEP]10.1016/j.jare.2011.02.009

Y. Wang, Y. Y. Huang, Y. Wang, P. Lyu and M. R. Hamblin, “Photobiomodulation (blue and green light) encourages osteoblastic-differentiation of human adipose-derived stem cells: Role of intracellular calcium and light-gated ion channels” *Sci. Rep.* vol. 6, p. 33719, 2016, doi: 10.1038/srep33719

X, Wang, F. Tian, S. S. Soni, F. Gonzalez-Lima, and H. Liu, “Interplay between up-regulation of cytochrome-c-oxidase and hemoglobin oxygenation induced by near-infrared laser. *Sci. Rep.* vol. 6, p. 30540, 2016, doi: ^[L]_[SEP] 10.1038/srep30540

Y. Zhang and Q. Ji, “Current advances of photobiomodulation therapy in treating knee osteoarthritis”, *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 2023, doi:10.3389/fcell.2023.1286025

**EFFECT OF STRESS ON COGNITIVE FUNCTION IN METABOLIC SYNDROME
(MODERN VIEWS)****METABOLİK SENDROMDA STRESİN BİLİŞSEL İŞLEV ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
(MODERN GÖRÜŞLER)**

Doktora Öğrencisi DİNARA NEMETOVA

Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi,

Tıp Fakültesi, Özel Klinik Dersler Bölümü

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0970-5966>

ÖZET

Metabolik sendrom, modern toplumda son derece acil bir sorundur, metabolik sendromun prevalansı giderek artmaktadır. Tip 2 diyabet ve kardiyovasküler hastalık için risk faktörlerinin bir kümesi olan metabolik sendrom, bilişsel işlev bozukluğuyla ilişkilidir. Günümüzde, anksiyeteye yol açan metabolik sendromun olası patofizyolojik mekanizması vardır. Bu temel insülin direncinin neden olduğu frontal lob ve hipokampustaki fonksiyonel hasar ve hipotalamik-hipofiz-adrenalin ekseninin hiperaktivitesi gibi anksiyetenin ortaya çıkmasını etkilemektedir. Bu çalışmada toplumdaki stres faktörlerinin sayısının artışı ve bireysel strese dayanıklılık sorunları derlenmiştir. Son çalışmalara bakıldığında stresin, davranışsal ve metabolik bozukluklar, beslenme yetersizlikleri ve enfeksiyonlar gibi çevresel etkilerin artık metabolik hastalıkların gelişimine katkıda bulunan faktörler olduğu bilinmiştir.

287

Metabolik sendromlu bir kişinin bilişsel işlevleri üzerinde uzun süreli veya yoğun strese maruz kalmak, zihinsel süreçlerin işleyişinde çeşitli değişikliklere yol açabilir ve bu da vücudun bir bütün olarak davranışını ve işleyişini etkileyebilirliği ortaya çıkmıştır. Çalışma sonuçlarına göre stresli olduğunda, zekanın hafıza ve dikkat gibi temel özellikleri de dahil olmak üzere bilişsel aktivitenin tüm yönleri genellikle zarar görmüş. Bu nedenle farklı yaşlardaki bilişsel bozulmanın değiştirilebilir faktörlerini belirlemek, yaşam kalitesini iyileştirmek ve sağlık bakım maliyetlerini kontrol etmek için bu çalışma son derece önemlidir. Bununla birlikte metabolik sendromda stresin bilişsel işlev üzerindeki etkisinin gelişimi arasındaki ilişkinin kapsamlı bir şekilde araştırılması ve derlenmesi, metabolik sendromlu hastanın doğru yönetilmesine ve komplikasyonların önlenmesine yardımcı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Bilişsel bozukluklar, metabolik sendrom, stres.

ABSTRACT

Metabolic syndrome is an extremely urgent problem in modern society, the prevalence of metabolic syndrome is increasing. Metabolic syndrome, a cluster of risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease, is associated with cognitive dysfunction. Nowadays, there is a possible pathophysiological mechanism of metabolic syndrome leading to anxiety. This is mainly due to functional damage in the frontal lobe and hippocampus caused by insulin resistance and hyperactivity of the hypothalamic-pituitary-adrenaline axis, which affects the emergence of anxiety. This study examines the increasing number of stress factors in society and individual stress tolerance problems.

Considering the recent studies, it is now known that environmental effects such as stress, behavioral and metabolic disorders, nutritional deficiencies and infections are factors contributing to the development of metabolic diseases.

Prolonged or intense stress exposure on the cognitive functions of a person with metabolic syndrome can lead to various changes in the functioning of mental processes, which can affect the behavior and functioning of the body as a whole. According to the study results, when stressed, all aspects of cognitive activity, including basic characteristics of intelligence such as memory and attention, are generally impaired. Therefore, this study is extremely important to determine the modifiable factors of cognitive impairment at different ages, to improve quality of life and to control health care costs. In addition, comprehensive research and compilation of the relationship between the development of the effect of stress on cognitive function in metabolic syndrome will help in the correct management of patients with metabolic syndrome and the prevention of complications.

Keywords: Cognitive disorders, metabolic syndrome, stress.

1. GİRİŞ

Metabolik sendrom, kardiyovasküler hastalıkların oluşumunda etkili olan ve aynı etyopatogeneze sahip oldukları düşünülen farklı risk faktörlerinin birlikte yer alması durumudur. Obezite, insülin direnci, hipertansiyon, diyabet, ateroskleroz, dislipidemi ve endotel disfonksiyon metabolik sendromun bileşenleri arasında yer almaktadır [1]. Bu çalışmanın amacı metabolik sendrom durumu ile stres durumunun ilişkisinin ve onların bilişsel işlev üzerindeki etkisini değerlendirmesidir. Stres ruhu etkiler, vücudun en önemli sistemlerinin işleyişini değiştirir ve daha yüksek beyin fonksiyonlarını etkiler. Stresin nörodejeneratif hastalık riskini arttırdığı ve aynı zamanda bilişsel işlevleri bozduğu bilinmektedir. Bu, hipokampusta yeni nöronların üretimindeki azalma ve kronik stres altında toplam sayılarının azalması nedeniyle oluşur [2]. İhlalleri bilişsel yeteneklerde bir azalma ile kendini gösterebilir: hafıza, dikkat, konuşma. Stresin bilişsel işlevler üzerindeki etkisi sürecin fizyolojisi ile açıklanmaktadır. En yaygın nedenleri şunlardır: beyne yetersiz kan akışı ve yaşa bağlı olarak beyin kütlelerinde azalma veya atrofi. Hipertansiyon, kardiyovasküler patoloji ve felç nedeniyle beyne yetersiz kan akışı meydana gelebilir [3]. Bilişsel işlevler ise algı, dikkat, hafıza, akıl yürütme, problem çözme, planlama ve karar verme dahil olmak üzere çok çeşitli zihinsel süreçleri temsil eder. Bu işlevler, kişiye değişen çevreye uyum sağlama, öğrenme, sorunları çözme ve etrafındaki dünyayla etkileşim kurma yeteneği sağlayarak günlük yaşamda önemli bir rol oynar. Stresin insanın bilişsel işlevleri üzerinde önemli bir etkisi vardır. Strese uzun süreli veya yoğun maruz kalma, zihinsel süreçlerin işleyişinde çeşitli değişikliklere yol açabilir ve bu da bir bütün olarak vücudun davranışını ve işleyişini etkiler [4].

Bilişsel bozukluğun gelişimindeki ana faktörler kalıtsal yatkınlık, stres, çeşitli kökenlerden serebrovasküler bozukluklar, nöropsikotropik ilaçların kullanımı, ayrıca somatik ve endokrin hastalıklardır. Ateroskleroz, arteriyel hipertansiyon, diyabet, kalp ritmi bozuklukları ve başka nedenlerle beyinde meydana gelen kronik vasküler hasarın bilişsel eksikliğin gelişmesine yol açtığı kanıtlanmıştır. Bu nedenle, bir dizi büyük epidemiyolojik çalışma, arteriyel hipertansiyonun bilişsel bozulma oluşumundaki rolünü kanıtlamıştır [5].

Bu çalışmada Pubmed, Medline, Embase, Google Scholar, Web of Science elektronik veritabanları esas alınarak, insanlarda stres sırasındaki bilişsel ve psikosomatik bozukluklarla ilgili 2018 sonrası yayınlanan makalelerin literatür taraması yapıldı. Ana kriterleri karşılayan makaleler değerlendirmeye alındı. Bilişsel ve psikosomatik bozukluklar ile metabolik sendrom gelişme riski arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için bir vaka kontrol çalışması yapıldı.

Stresin bilişsel belirtileri: kararsızlık; hafızanın zayıflaması; konsantrasyonda bozulma; artan dikkat dağınıklığı; "tünel" görüşü; kötü rüyalar, kabuslar; hatalı eylemler; inisiyatif kaybı; sürekli olumsuz düşünceler; bozulmuş muhakeme; karışık düşünme; dürtüsel düşünme; aceleci kararlar. Stresin bilişsel işlevler üzerindeki etkisi:

1. Beyne yetersiz kan akışı ve yaşa bağlı olarak beyin kütlelerinde azalma veya atrofi
2. Hipertansiyon, kardiyovasküler patoloji ve felç nedeniyle beyne yetersiz kan akışı meydana gelmesi
3. Zihinsel süreçlerin işleyişinde çeşitli değişikliklere yol açmak ve bu da bir bütün olarak vücudun davranışını ve işleyişini etkilemektir [6].
4. Bilişsel yeteneklerde bir azalma ile kendini gösterebilir: hafıza, dikkat, konuşma.

Orta ila hafif bilişsel bozukluk başka bir durumun işareti olabilir: stres, kaygı ve depresyon; azalmış tiroid fonksiyonu; B12 vitamini eksikliği gibi eksiklik koşulları; geçmiş COVID-19 enfeksiyonu. Stres altında, zekanın hafıza ve dikkat gibi temel özellikleri de dahil olmak üzere bilişsel aktivitenin tüm yönleri genellikle zarar görür. Dikkat göstergelerinin ihlali, öncelikle insan serebral korteksinde, diğer nesnelere üzerinde gönüllü dikkatin yoğunlaşmasını engelleyen ve dikkatin dağılılabirliğinin artmasına katkıda bulunan baskın bir stresin oluşmasından kaynaklanmaktadır. Bellek işlevi biraz daha az zarar görür. Ancak stresin nedenlerini tartışarak ve bundan çıkış yolu arayarak zihnin sürekli iş yükü, hafıza kapasitesini azaltır. Stres, insülin direnci olarak bilinen bir karbonhidrat metabolizması bozukluğunun gelişmesi nedeniyle kandaki antiinflatuar sitokin konsantrasyonunda bir artış eşlik eder. Tansiyonun yükselmesi, sindirim sistemi bozuklukları, depresyon, anksiyete, alkol tüketimi, baş ağrıları, uyku bozuklukları strese yol açan faktörler olarak kabul ediliyor. Fiziksel ve duygusal stres, uzun süreli stres çeşitli metabolik yan etkilere neden olabilir. Kronik strese bağlı hiperglisemi, diğer mekanizmalarla birlikte doku düzeyinde insülin direncine neden olur ve tip 2 diyabete yol açar.

Araştırmalar, uzun süreli stresin metabolik hastalarda insan sağlığı üzerinde negatif etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Gerçekten de çalışma belleğinin, dikkatin, yanıt engellenmenin ve bilişsel esnekliğin stres nedeniyle bozulduğu bulunmuştur. Stresli koşullara tekrar tekrar maruz kalmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan beyin bölgelerindeki atrofinin bilişsel bir maliyeti vardır. Bilişsel bozukluğu olan hastaların ayaktan özel tedavisine ilişkin bir çalışmaya göre, hafif bilişsel bozukluk sendromunun en yaygın nedeni serebrovasküler patolojidir. Kordestani ve ark., stres sırasında artan açlık glikozunun yetişkinlerde bilişsel bozulmayla sıklıkla yakından ilişkili olduğu bulunmuştur [7]. Wang ve diğerleri İsveç toplumunda herhangi bir metabolik sendroma sahip 136.637 hasta üzerinde yapılan bir kohort çalışması, stres ve bilişsel bozuklukların birçok kardiyovasküler hastalık türüyle ilişkili olduğunu ortaya çıkardı [8]. Lowry ve arkadaşlarının çalışması, ani ölüm, miyokard enfarktüsü, miyokard iskemisi ve duvar hareket anormallikleri gibi çeşitli patofizyolojik değişikliklerde ve ayrıca değişikliklerle indekslenen kalp düzenlemesindeki değişikliklerde stres faktörlerinin bilişsel işlev üzerindeki etkisini doğruladı [9].

SONUÇ

Bu literatür taraması, son altı yılda yayınlanan ve metabolik sendromlu bireylerde bilişsel ve psikosomatik bozukluklar arasındaki ilişkileri tanımlayan makaleleri gözden geçirdi. Sonuç olarak metabolik sendromlu kişilerde bilişsel bozukluklar, depresyon ve stres düzeyi ile doğrudan bir bağlantı bulundu. Sağlık sektörünün büyük ölçekli bir sorunu olan psikosomatik bozukluklar, kapsamlı araştırmaları gerektirir; bu da metabolik sendromlu bir hastanın uygun şekilde yönetilmesine ve komplikasyonların önlenmesine yardımcı olur. Bilişsel ve

psikosomatik bozukluklar dünya çapında engelliliğin önde gelen nedenleri arasında yer almakta ve genel popülasyonda metabolik sendrom riskini iki katına çıkarmaktadır. Şu anda, metabolik sendromlu hastaların klinik tedavisi daha çok psikolojik sorunların hastalığın gelişiminin tüm aşamaları üzerindeki olası etkisine odaklanmaktadır, çünkü bu hastalıklar sadece fiziksel bir hastalık değil aynı zamanda psikolojik ve psikolojik sorunlarla yakından ilişkili kronik bir hastalıktır.

KAYNAKLAR

Alsuwaidi, H. N., Ahmed, A. I., Alkorbi, H. A., Ali, S. M., Altarawneh, L. N., Uddin, S. I., ... & Chivese, T. (2023). Association between metabolic syndrome and decline in cognitive function: A cross-sectional study. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 849-859.

Al-Khatib, Y., Akhtar, M. A., Kanawati, M. A., Muccheke, R., Mahfouz, M., & Al-Nufoury, M. (2022). Depression and metabolic syndrome: a narrative review. *Cureus*, 14(2).

Kordestani-Moghadam, P., Assari, S., Nouriyengejeh, S., Mohammadipour, F., & Pourabbasi, A. (2020). Cognitive impairments and associated structural brain changes in metabolic syndrome and implications of neurocognitive intervention. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 29(3), 174.

Mofolorunso, A., Awobajo, F., & Okwute, P. (2023). Genetic polymorphism and the link to stress-induced metabolic dysfunction. *Babcock University Medical Journal*, 6(2), 163-176.

Rochlani, Y., Pothineni, N. V., Kovelamudi, S., & Mehta, J. L. (2017). Metabolic syndrome: pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. *Therapeutic advances in cardiovascular disease*, 11(8), 215-225.

Sharma, K., Akre, S., Chakole, S., & Wanjari, M. B. (2022). Stress-induced diabetes: a review. *Cureus*, 14(9).

Wang, X., Ji, L., Tang, Z., Ding, G., Chen, X., Lv, J., ... & Li, D. (2021). The association of metabolic syndrome and cognitive impairment in Jidong of China: a cross-sectional study. *BMC Endocrine Disorders*, 21, 1-8.

Skogberg, N., Castaneda, A. E., Agyemang, C., Koponen, P., Lilja, E., & Laatikainen, T. (2022). The association of depressive and anxiety symptoms with the metabolic syndrome and its components among Russian, Somali, and Kurdish origin adults in Finland: a population-based study. *Journal of psychosomatic research*, 159, 110944.

Ribeiro, J. D., Huang, X., Fox, K. R., & Franklin, J. C. (2018). Depression and hopelessness as risk factors for suicide ideation, attempts and death: meta-analysis of longitudinal studies. *The British Journal of Psychiatry*, 212(5), 279-286.

DYNAMICS OF CHANGES IN CLINICAL AND METABOLIC FACTORS OF METABOLIC SYNDROME DURING TREATMENT**TEDAVI SIRASINDA METABOLİK SENDROMUN KLİNİK VE METABOLİK FAKTÖRLERİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİN DİNAMIĞI**

Tıp Doktora öğrencisi Dilbar AYDARBEKOVA,

Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi,

Tıp Fakültesi, Özel Klinik Dersler Bölümü ORCID- 0009-0008-6845-032X

ÖZET

Kriterler kullanılarak metabolik sendromun (MS) epidemiyolojisi, dünyanın çeşitli bölgelerinde sendromun ve bireysel olarak bileşenlerinin yaygınlığı hakkında yeterli veriler ile günümüzde iyi çalışılmıştır. Bununla birlikte, bu sendromun yaygınlığını belirlemeye yönelik bilimsel araştırmaları planlarken gerekli olduğuna inandığımız ulusal, etnik, demografik özellikleri (yaş, cinsiyet), yaşam tarzı, meslek ve farklı bölgelerde beslenme gibi faktörleri dikkate alan çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Tıbbi istatistiklerin gösterdiği gibi, metabolik sendroma olan ilgi önemli ölçüde arttı; bu da kesinlikle erken sakatlık ve artan kardiyovasküler komplikasyon gelişme riskiyle ilişkilidir. Metabolik sendromun yaygınlığı her yıl artmaktadır ve Dünya Sağlık Örgütü uzmanlarına göre 2035 yılına kadar %50 oranında artabilir. Bugüne kadar, metabolik sendromun tedavisine ilişkin tek bir bakış açısı bulunmamaktadır; bu da bu durumların yalnızca tespit edilmesini değil, aynı zamanda zamanında düzeltilmesini de gerekli kılmaktadır. Cinsiyet, yaş, etnik köken, abdominal obezite, arteriyel hipertansiyon, dislipidemi, diabetes mellitus gibi risk faktörleri tedavi seçiminde özel bir yaklaşım gerektirmektedir, çünkü klinik belirtilerin çokluğu ve hastaların çok sayıda ilacı aynı anda alma ihtiyacı tedaviye uyumu zayıflatmaktadır.

Anahtar kelimeler: metabolik sendrom, kardiyovasküler komplikasyon, tedavi.

ABSTRACT

The epidemiology of metabolic syndrome using criteria is currently well studied, there is enough accumulated data on the prevalence of both the syndrome and its individual components in various regions of the planet. But at the same time, only a few studies take into account factors such as national characteristics, ethnic characteristics, demographic indicators (age, gender), lifestyle, occupation and nutrition in different regions, which, in our opinion, is necessary when planning scientific research to determine the prevalence of this syndrome. As medical statistics show, interest in metabolic syndrome has increased significantly, which is certainly associated with early disability and an increased risk of developing cardiovascular complications. The incidence of metabolic syndrome is increasing every year, and according to experts from the World Health Organization, it may increase by 50% by 2035. To date, there is no single point of view on the treatment of metabolic syndrome, which makes it necessary not only to identify, but also to timely correct these conditions. Risk factors such as gender, age, ethnicity, abdominal obesity, hypertension, dyslipidemia, diabetes mellitus require a special approach to the selection of therapy, since the vastness of clinical manifestations and the need for patients to take a huge number of drugs simultaneously affects poor adherence to treatment.

Keywords: metabolic syndrome, cardiovascular complication, treatment.

GİRİŞ

Metabolik sendrom (MetS) dünya çapında yaygındır ve yetişkinlikte kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi hastalıkların gelişme olasılığı daha yüksektir[1]. Mevcut kanıtlara göre metabolik sendrom, gen polimorfizmini içeren genetik yatkınlıkla ilişkili bir semptomdur [2]. Metabolik sendrom (MetS), hipertansiyon, merkezi obezite, insülin direnci ve dislipidemi gibi metabolik anormallikler ile karakterizedir. Mets'in patogenezi, nihai iltihaplanma yolunda rol oynayan genetik ve edinilmiş faktörleri içerir. Erken tanıda yaşam tarzını değiştirmek ve risk faktörlerini değiştirmek önemlidir; İlaç tedavisi Mets'in bireysel bileşenlerini tedavi etmeyi amaçlar [3].

YÖNTEM.

Arama stratejisi. Literatür taraması sırasında PubMed, Medline, Google Scholar, Embase, Web of Science bilimsel üslerinden yayınlanan makaleler analiz edildi.

Araştırmada dışlama kriterlerinin ana nedenleri:

- yinelenen veriler;
- yalnızca kısa özet,
- başyazıların mevcudiyeti;
- yeterli veri sunulmadığında.

TARTIŞMA

Ms'li hastaları tedavi etmenin temel amacı, kardiyovasküler sistem hastalıkları ve ölüm riskini en üst düzeye çıkarmaktır. Bugüne kadar MS için tek tip bir tedavi stratejisi yoktur. Hastalarda çok çeşitli değiştirilemeyen risk faktörlerinin (cinsiyet, kalıtım, yaş, etnik köken), değiştirilebilir faktörlerle (aşırı kilo, hareketsiz yaşam tarzı, AH, dislipidemi, bozulmuş glukoz toleransı ve / veya açlık glisemisinin bozulması) birlikte varlığı, bireysel bileşenlerinin tedavisinin seçimine özel bir yaklaşım gerektiren çok sayıda fenotipik MS varyantının varlığına neden olur. Bu bakımdan DSÖ uzmanlarına göre MS kavramının uygulanması teşhis ve tedavi aracı olarak sınırlıdır [4]. Diyete uymanın ve en az 3-6 ay süren ılımlı fiziksel egzersizlerin uygulanmasının, vücut kütleinde %11,9, düşük yoğunluklu lipoproteinlerde (LDL) –% 13, trigliseritlerde (TG) –% 24, insülin duyarlılığında %15'lik bir azalmaya yol açtığı kanıtlanmıştır [5]. Suudi Arabistan'da rosuvastatin ile tedaviden sonra ms'li hastalar arasında yapılan çalışmalar LDL kolesterolde, toplam kolesterolde (OKHS) ve tg'de önemli bir azalma olduğunu göstermiştir. Hastaların toplam% 86'sı LDL kolesterol hedef değerlerine ≤ 100 mg / dl ulaşmıştır. Diğer ilgili parametreler için de olumlu bir yanıt gözlemlendi. Böylece yazarlar, rosuvastatinin ms'li hastalarda aterosklerotik dislipidemiye belirgin şekilde iyileştirdiğini iddia ediyorlar [6]. Metformin tedavisine, kanın lipit ve karbonhidrat spektrumunun önemli faydalı etkileri eşlik etti. Ortalama olarak, bir dizi çalışmanın sonuçlarına göre LDL kolesterol% 10-15 azalırken, HDL kolesterol pratikte değişmedi veya hafifçe arttı, başlangıçtaki hipertrigliseridemiye tg'de bir azalma, açlık glikozunda 3.3-3.9 mmol / l, glikozlu hemoglobinde bir azalma oldu - diyabetin zayıf kontrolü olan hastalarda% 1.5-2.0 [7]. MS tedavisinde metforminin avantajı, postprandiyal lipemik seviyelerinde kanıtlanmış bir azalma, plazmadaki serbest yağ asitlerinin konsantrasyonunda bir azalma ve oksidasyon durumlarında bir azalmadır [8-10]. Metforminin ayrıca tip 2 DM, Arteriyel hipertansiyon (AH) ve obezite hastalarında diyet tedavisi, egzersiz terapisi ve berlipril ile birlikte dahil olmak üzere bir dizi terapötik önlemlerde etkili olduğu kanıtlanmıştır [11]. Bazı yazarlara göre, çalışılan etki mekanizmalarına dayanarak, indapamidin (arifon geciktiricisi) metabolik bozukluğu olan

hastalarda tüm zaman dilimlerinde hem sistolik kan basıncını (SBP) hem de diyastolik kan basıncını (DBP) etkili bir şekilde azalttığı iddia edilmektedir [12-13]. Tayland'daki kadınlarda hiperürisemi ve MS arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde, uygun tedavi görmeyenler grubunda MS prevalansının tedavi edilen gruba göre daha yüksek olduğu tespit edildi (sırasıyla %43,8 ve %21,8) [14]. Kore nüfusu arasında yapılan araştırmalar, diyet takviyelerinden A vitamini, E vitamini ve TAS alımının yetişkin Koreliler arasında MS üzerinde koruyucu bir etkiye sahip olabileceğini göstermiştir [15]. Mokhtar M tarafından ilginç sonuçlar sağlanmıştır. ve ark. (2017), eradikasyonun MS kriterleri üzerindeki etkisinin sonuçlarını göstermiştir. Çalışma için ms'li ve hazımsızlığı olan 91 kişi seçildi. Tüm hastalar iki hafta boyunca omeprazol (20 mg, q12h), amoksisilin (1 g, q12h) ve klaritromisin (500 mg, q12h) aldı, tedavinin tamamlanmasından önce ve üç ay sonra klinik belirtiler ve metabolik parametreler kaydedildi. Serum toplam kolesterol seviyelerinde (180.7 ± 34 'e karşı 172.1 ± 28 , $p = 0.001$), LDL (107.0 ± 25 'e karşı 100.8 ± 20 , $p < 0.001$), HDL (46.2 ± 8.7 'ye karşı 48.9 ± 8.6 , $p < 0.001$), açlık kan şekeri (93.7 ± 12 'ye karşı 90.9 ± 10 , $p < 0.001$), hemogloblin A1c (5.37 ± 0.52 'ye karşı 5.25 ± 0.53 , $p = 0.006$), veyafından (92.2 ± 14 'e karşı 91.4 ± 13.9 , $p = 0.03$). Vücut ağırlığı, SBP ve DBP ve TG seviyesindeki veriler önemli bir değişiklik olmadan kaldı. [16].

SONUÇ

Şimdiye kadar, metabolik sendromun tedavisine yönelik tek bir yaklaşım yoktur, bu da sadece tespit edilmeye değil, aynı zamanda bu koşulların zamanında düzeltilmesine de ihtiyaç olduğunu gösterir. Cinsiyet, yaş, etnik köken, abdominal obezite, arteriyel hipertansiyon, dislipidemi, diyabet, klinik belirtilerin genişliği ve hastaların aynı anda çok sayıda ilaç alma ihtiyacı gibi risk faktörleri tedaviye yatkınlığın kötüleşmesini etkilemektedir.

Tedaviye düşük eğilim, modern tıbbın ciddi bir sorundur. Bu, tedavinin etkinliğinin azalmasına, hastaneye yatışların ve doktora tekrar ziyaretlerin sayısında artışa, sağlanan tıbbi bakımdan hasta memnuniyetinin düşük olmasına ve gereksiz ek ilaçların reçete edilmesine yol açar. Öte yandan, tıbbi tavsiyelere uyulmaması, hem hasta hem de tüm sağlık sistemi için tedavi maliyetlerinde önemli bir artışa yol açmaktadır.

Daha önce Kazakistan'da, uyumluluk nedeniyle MS prevalansını ve bileşenlerini incelemek için hiçbir araştırma yapılmamıştı, bu da seçilen görevlerin alaka düzeyini ve bu alanın derinlemesine incelenmesi gerektiğini gösteriyor.

KAYNAKLAR

1. Robertson CC, Inshaw JRJ, Onengut-Gumuscu S, Chen WM, Santa Cruz DF, Yang H, Cutler AJ, CrouchDJM, Farber E, Köprüler SL Jr, Edberg JC, Kimberly RP, Buckner JH, Deloukas P, Dalğıçlar J, Dabelea D, Lawrence JM, Marcovina S, Şah AS, Greenbaum CJ, Atkinson MA, Gregersen PK, Oksenberg JR, Pociot F, Rewers MJ, Steck AK, Dunger DB; Tip 1 Diyabet Genetiği Konsorsiyumu; Hasır LS, Concannon P, Todd JA, Zengin SS. İnce haritalama, atalar arası ve genomik analizler, tip 1 diyabet için nedensel varyantları, hücreleri, genleri ve ilaç hedeflerini tanımlar. / Nat Genet. 2021 Temmuz. N. 53(7). S. 962-971. doi: 10.1038/s41588-021-00880-5 . Epub 2021 14 Haz. PMID: 34127860; PMCID: PMC8273124.
2. Gharipour M., Nezafati P., Sadeghian L., Eftekhari A., Rothenberg I., Jahanfar S. Precision medicine and metabolic syndrome. // ARYA Atheroscler. 2022 Jul. N 18(4). P. 1-10. doi: 10.22122/arya.2022.26215. PMID: 36817343; PMCID: PMC9937665
3. Ambroselli D, Masciulli F, Romano E, Catanzaro G, Besharat ZM, Massari MC, Ferretti E, Migliaccio S, Izzo L, Ritieni A, Grosso M, Formichi C, Dotta F, Frigerio F, Barbiera E, Giusti AM, Ingallina C, Mannina L. Metabolik Sendromda Yeni Gelişmeler, Tedaviden

- Korunma: Diyet ve Yemeğin Rolü. *Besinler*. 26 Ocak 2023;15(3):640. doi: 10.3390/nu15030640. PMID: 36771347; PMCID: PMC9921449.
4. Metabolik sendromlu hastaların yönetimi için öneriler. Rusya Arteriyel Hipertansiyon Tıp Derneği 2013. <http://cardioweb.ru/klinicheskie-rekomendatsi>
 5. Butrova S.A. Metabolik sendrom. / *Endokrinoloji*. Дедова И.И., Мельниченко Г.А.. - М.: МИА; 2014. - - Sayfa 475-483.
 6. El-Zekvani., El-Mahruq Eğer., AlRasadi K., tal.. Basra Körfezi'ndeki diyabetik hastaların dislipidemisinin yönetiminde ve sonuçlarında cinsiyet eşitsizliği: CEPHEUS çalışmasından elde edilen bulgular / *Lipids Health Dis*. 2018 Şubat 5;17(1):25. doi: 10.1186/s12944-018-0667- Y.
 7. Siskind D., Friend N., Russell A., McGrath J.J., Lim C., Patterson S. CoMET: Şizofreni hastalarında kilo alımını ve metabolik sendromu hafifletmek için yardımcı bir tedavi olarak metforminin birlikte başlatılmasının randomize kontrollü bir denemesi için bir protokol klozapin üzerinde yeni başladı.// *BMJ Açık*. 2018 Mart 2;8(3):e021000. doi: 10.1136/bmjopen-2017-021000.
 8. Prado Correia L.E., de Almeida B.C., de Jesus Simões M., Abi Haidar M., Berguio Vidotti D., Silva I. IGF-1R ve Leptin Ekspresyon Profili ve Metformin Tedavisinin PKOS Farelerinde Metabolik ve Endokrin Parametreler Üzerindeki Etkileri.//*Biomed Res Int*. 2017;2017:9058307. doi: 10.1155/2017/9058307 . Epub 2017 Aralık 21.
 9. Rask Larsen J., Dima L., Correll C.U., Manu P. Metabolik sendromun farmakolojik yönetimi // *Uzman Rev Clin Pharmacol*. 2018 Nisan;11(4):397-410. doi: 10.1080/17512433.2018.1429910. Epub 2018 Ocak 31.
 10. Yang P.K., Hsu C.Y., Chen M.J., Lai M.Y., Li Z.R., Chen C.H., Chen S.U., Ho H.N. Polikistik Yumurtalık Sendromunda Adetleri, Hormonları ve Metabolik Profilleri İyileştirmek için 24 Aylık Metforminin Etkinliği // *Klinik.J. Endokrinol Metab*. 1 Mart 2018;103(3):890-899. doi: 10.1210/jc.2017-01739.
 11. Svačina Š., Ovesná P., Kuhn M., Nováčková M. Metformin tedavisi başarısızlığından sonra Çek Cumhuriyeti'nde kullanılan tip 2 diyabetin tedavi stratejisi//*nitr Lek. Güz* 2017;63(10):647-657.
 12. Mychka V.V. Tüm Rusya Bilimsel Kardiyoloji Derneği uzmanlarının metabolik sendromun teşhisi ve tedavisi için önerileri. Antihipertansif tedavi: β -blokerlere odaklanma // *Consilium medicum: Dışa aktarma.Medya tıbbı [BM]*. — 2008. - 11 saniye.
 13. Statsenko M.E., Derevyanchenko M.V. Tip 2 diyabetli hastalarda kombine antihipertansif tedavinin metabolik etkileri //*kardiyolojide rasyonel farmakoterapi* 2015; 11 (1) SAYFA 36-38
 14. Yu K.H., Chen D.Y., Chen J.H., Chen S.Y. ve diğ.. Gut ve hiperüriseminin yönetimi: Tayvan'da multidisipliner fikir birliği.//*Int J Rheum Dis*. 24 Ocak 2018. doi: 10.1111/1756-185X.13266. [Baskı öncesinde Epub]
 15. Kim S., Kim D.I. Yaşlı bir Koreli popülasyonda metabolik sendromda düzenli yürüme ve vücut kitle indeksi derneği // *Exp Gerontol*. 6 Mart 2018;106:178-182. doi: 10.1016/j.ör.2018.03.004. [Baskı öncesinde Epub]
 16. Mokhtare M, Mirfakhraee H, Arshad M, Samadani Fard SH, Bahardoust M, Movahed A, Masoodi M. Fonksiyonel dispepsili hastalarda helicobacter pylori eradikasyonunun metabolik sendrom parametrelerinin modifikasyonu üzerine etkileri. *Diyabet Metab Syndr*. 2017 Aralık;11 Ek 2:S1031-S1035. doi: 10.1016/j.dsx.2017.07.035. Epub 2017 Temmuz 27. PMID: 28780229.

**THE RELATIONSHIP OF FASTING HYPERGLYCEMIA WITH TYPES OF
EATING BEHAVIOR
AÇLIK HIPERGLİSEMİSİ İLE YEME DAVRANIŞI TÜRLERİ ARASINDAKİ
İLİŞKİ**

Tıp Doktora öğrencisi Ainur Turmanbayeva,

**Hoca Ahmet Yesevi Uluslararası Türk-Kazak Üniversitesi,
Tıp Fakültesi, Özel Klinik Konular Bölümü ORCID - 0009-0004-4263-8157**

Özet

Yeme bozukluğu, çok faktörlü nedenlerle ilişkili karmaşık bir hastalıktır. Şu anda dünya, yeme bozukluklarının artmasıyla tehdit ediliyor. Aynı zamanda, COVID-19 salgını daha fazla yeme bozukluğunun gelişmesine katkıda bulunmuştur. Dünyada diyabet prevalansı her yıl artmaktadır. Uluslararası Diyabet Federasyonu'na göre, 2021 yılı sonunda dünyada 20-79 yaş arası diyabetli hasta sayısı 537 milyonu aştı. Obezite önemli bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilir ve dünya çapında beşinci önde gelen ölüm nedenidir ve her yıl dünya çapında 2,8 milyondan fazla yetişkinin ölümüne yol açmaktadır. Ayrıca aşırı kilo ve obezite, diyabet vakalarının% 44'ünden, koroner kalp hastalığı vakalarının% 23'ünden ve bazı kanser vakalarının% 7-41'inden sorumludur ve kadınlarda üreme işlev bozukluğuna katkıda bulunur. Yüksek açlık kan şekeri seviyelerinin tip 2 diyabet geliştirme riski yüksektir. Diyabetik ve obez hastaların% 54,3'ünde çeşitli beslenme türlerinin bir kombinasyonu bulunurken, sınırlayıcı yeme davranışı türü% 40'ında görülür. Tip 2 diyabetin yeme bozukluğundan kaynaklandığı kanıtlanmıştır. Yeme bozukluklarının karşılaşılması metabolik bozukluklara yol açar. Hiperglisemisi tespit edilen hastaların hem acil hem de duygusal yeme davranışlarının görülme sıklığının daha yüksek olduğu araştırılmıştır. Bu nedenle, yeme bozukluğu olan hastalarda hipergliseminin özelliklerini daha ayrıntılı olarak incelemek önemlidir, çünkü diyabetin etkili bir şekilde önlenmesine yardımcı olur.

Anahtar kelimeler: metabolik sendrom, hiperglisemi, diyet, yeme bozukluğu, hipoglisemi.

Abstract

Eating behavior disorder is a complex disease associated with multifactorial causes. Currently, the world is threatened by the emergence of eating disorders. At the same time, the COVID-19 pandemic contributed to the development of a large number of eating disorders. The prevalence of diabetes in the world is increasing every year. According to the International Diabetes Federation, the number of patients with diabetes between the ages of 20 and 79 exceeded 537 million worldwide at the end of 2021. Obesity is considered a major health problem and is the fifth leading cause of death worldwide and causes the death of more than 2.8 million adults worldwide each year. In addition, overweight and obesity are the cause of 44% of cases of diabetes, 23% of cases of coronary heart disease and 7-41% of cases of some types of cancer and contribute to reproductive dysfunction in women. High blood glucose levels on an empty stomach have a high risk of leading to type 2 diabetes. 54.3% of patients with diabetes and obesity were found to have a combination of several types of nutrition, while 40% had a restrictive type of eating behavior. Type 2 diabetes has been shown to be caused by eating behavior disorders. The occurrence of eating behavior disorders leads to metabolic disorders. It was studied that the frequency of

occurrence of extreme and emotional types of eating behavior in patients with hyperglycemia was higher.

Therefore, it is important to study in more detail the characteristics of hyperglycemia in patients with eating behavior type disorders, as it helps to effectively prevent diabetes.

Keywords: metabolic syndrome, hyperglycemia, diet, eating disorder, hypoglycemia.

1. GİRİŞ

Günümüzde metabolik sendrom tıpta acil bir sorun olmaya devam etmekte ve her yıl gençleşmektedir. Metabolik sendrom (MS), yetişkinlerde yüksek prevalans ve dünya çapındaki sağlık sistemleri için yüksek maliyetler ile en yaygın kardiyometabolik risk faktörlerinden biridir. Dsö'ye göre yetişkin popülasyonda MS insidansı% 20-40'tır ve önümüzdeki 20 yıl içinde% 50 artabilir. Metabolik sendromun yüksek prevalansı nedeniyle, komplikasyonların zamanında önlenmesinde erken tespiti büyük önem taşımaktadır. Yeme bozukluğu, yaş, cinsiyet, milliyet veya sosyoekonomik geçmişe bakılmaksızın herhangi bir popülasyonda görülür.

AMAÇ

Yeme bozukluğu türlerinin açlık hiperglisemisi ile ilişkisini inceleyen literatürün gözden geçirilmesi.

YÖNTEM

Arama stratejisi. Literatür taraması sırasında PubMed, Medline, Google Scholar, Embase, Web of Science bilimsel üslerinden 2018'den 2024'e kadar yayınlanan makaleler analiz edildi. Arama için "metabolik sendrom", "obezite", "hiperglisemi", "yeme davranışı", "beslenme düzeni", "hareketsizlik" anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

TARTIŞMA

Yeme bozukluğu, çeşitli zihinsel ve fiziksel komorbiditelerle ilişkilidir ve ciddi hastalıklara ve erken ölüme yol açabilir. Yeme bozukluğu olan hastalarda açlık, elektrolit bozuklukları, dehidrasyon, yüksek intihar riski, alkolizm doğrudan veya dolaylı ölüm nedenleri olarak gösterildi [1]. Yapılan çalışmaların literatür taramasında, yeme bozukluğu olan hastalarda genellikle düşük veya yüksek kan şekeri seviyeleri bulundu. Literatür taramasında, bu şekilde sınıflandırılan yeme bozukluğu olan hastalarda hipoglisemi ve hiperglisemi gelişimi hakkında güvenilir veri bulunmamaktadır. Genel olarak, yaşam sıklığı açısından kadınların% 8'i ve erkeklerin% 2'si yeme bozukluğu geliştirir. Ancak çoğu zaman kızlarda ve genç kadınlarda tespit edilir [2]. Karaciğerde aşırı glikoz üretiminin ve insülinin erken salınmasının tip 1 diyabete, periferik insülin direncine tip 2 diyabete yol açtığı bulunmuştur [3]. Aşırı kilo ve obezite, sağlığı daha da endişelendiren ve kanser, diyabet, metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalıklar dahil olmak üzere birçok kronik hastalığa yol açan başlıca yaşam tarzı hastalıklarından bazılarıdır [4]. Hipoglisemi ve hipergliseminin her tür yeme bozukluğunda ortaya çıktığı kanıtlanmıştır [5]. Hiperglisemi, anoreksiya nervoza ve yeme bozukluğu olan hastalarda daha sık görülür. Tip 2 diyabetin yeme bozukluğundan kaynaklandığı kanıtlanmıştır [6]. Buna göre, farklı araştırma türlerini seçerken, beslenme davranışı ile metabolik göstergeler arasında bir ilişki bulmak önemlidir. Yeme bozuklukları, zayıf glisemik kontrol ve diyabetle ilişkili komorbidite riskinin artmasıyla ilişkilidir. Yeme bozuklukları, zayıf glisemik kontrol ve diyabetle ilişkili komorbidite riskinin artmasıyla ilişkilidir [7]. Diyabetli hastaların sıklıkla eğilimli olduğu, aşırı yemenin kendi kendini sınırlaması ile karakterize sınırlı bir beslenme türü yaygındır. Yeme bozuklukları, zayıf

glisemik kontrol ve diyabetle ilişkili komorbidite riskinin artmasıyla ilişkilidir [8]. 2018'de Rus bilim adamları tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçları, diyabetli hastalarda yeme bozukluğu türlerinin yüzdesinin kadınlarda sınırlı bir beslenme türünün hakim olduğunu, erkeklerde ise ektrenal, duygusal tipin sadece kadınlarda tespit edildiğini gösterdi [9]. Tip 2 diyabetli hastalar arasında, yeme bozukluğunun acil durum formunun her iki cinsiyette de aynı şekilde ortaya çıktığı, duygusal formun ise sadece kadınlarda meydana geldiği bulunmuştur. Tip 1 diabetes mellituslu hastalar arasında kadınlarda en belirgin kısıtlayıcı yeme bozukluğu tipi ve erkeklerde acil yeme bozukluğu tipi tespit edilmiştir. Yeme bağımlılığı değerlendirmesinin sonuçları, diabetes mellituslu hastalarda duygusal tipte aşırı vücut ağırlığının sıklıkla tespit edildiğini göstermiştir [10]. Sınırlı diyet tipine sahip hastaların çoğunda normal vücut ağırlığı değerleri vardır. Obezite, acil tip hastalarda daha sık görülür [11]. Diyabette en sık tespit edilen acil tip yeme bozukluğu olan hastalar vardır. 2021'de Amerikalı bilim adamlarının sonuçları şunu gösterdi: Diyabette yeme bozuklukları belirleyicidir, çünkü öncelikle diyet hataları diyabet kontrolünü kötüleştirir, hiperglisemiye neden olur, anjiyo, retino ve polinöropati dahil olmak üzere birçok farklı patolojiye neden olur [12].

Postprandiyal hiperglisemi ve insülin direnci, birçok faktör ve nedeni etkileyen ciddi sorunlardır [13]. Bunları önlemek için tip 2 diyabet ve kardiyometabolik risk faktörleri riskinizi azaltmak önemlidir. Diyet, glikoz metabolizmasının temelidir ve insülin direnci kilo vermenin bir yoludur [14]. Kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesinde hem bireysel hem de hasta merkezli yöntemlerin temel yaklaşımı olmalıdır. Bununla birlikte, MetDiet diyeti gibi dengeli bir diyet, kiloyu azaltmak ve korumak ve postprandiyal hiperglisemi ve insülin direncini iyileştirmek için tercih edilen yaklaşım olabilir [15]. Orta düzeyde enerji kısıtlamaları, sürekli fiziksel aktivite ve diyet değişikliği teknikleri kullanan yaşam tarzı danışmanlıklarının glisemik ve insülinemik reaksiyonların optimal yönetiminde etkili olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, glisemik veya insülinemik reaksiyonlar veya hiliçlenmiş hemoglobin gibi diğer göstergeler göz önüne alındığında, diyet planları, yiyecekler ve bileşenler birçok farklılığa sahiptir [16]. Daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmasına rağmen, postprandiyal hiperglisemi ve insülin direncini iyileştirmek için mevcut bilimsel kanıtların ana noktalarından bazıları şunları içerebilir: MetDiet diyetlerinde olduğu gibi gün boyunca tüketilen toplam karbonhidrat miktarını günlük enerji alımının% 40-50'sine düşürmek, öğle yemeğinde karbonhidratların çoğunu tüketmek, yağsız proteinler, bitkisel proteinler tüketmek ve "iyi" yağlar (zeytinyağı, yer fıstığı, fındık vb. gibi) eklemek. d.) ılık yemek, önce sebzeleri, ardından proteinleri ve yağları, ardından karbonhidratları, özellikle işlenmemiş karbonhidratları yiyerek beslenme düzeninin sürdürülmesi, glikoz ve Nadirin yükselmesine kadar zirveye ulaşmayan yiyecekleri seçmek, geç yemek vakalarından kaçınmak ve düzenli/düzenli yemek yemek. [17].

SONUÇ

Literatür taramasının yukarıdaki sonuçlarına uygun olarak, yeme bozukluğunu, davranış alışkanlıklarının yaygınlığını ve metabolik göstergelerin değiştirilmesindeki önemini özetlemek için girişimlerde bulunulmuştur. Bu çalışmalar, hiperglisemi ile yeme davranışı türleri arasındaki ilişkiyi inceleyen sistematik bir derlemedir. Multipl skleroz, dünya çapında yaygın bir hastalık ve ölüm nedenidir ve birçok risk faktörünün yanı sıra birçok sağlam patofizyolojik mekanizma ile ilişkilidir. En sık tarif edilen mekanizmalar insülin direncine, hiperglisemiye ve ayrıca düşük derecede iltihaplanma, protrombotik ve oksidatif etkiye sahip fizyolojik bir duruma yol açar. Nihai amaç için, multipl skleroz ve ilgili durumlarla birlikte altta yatan patofizyolojik mekanizmaların araştırılmasına devam edilmelidir.

Bu literatür taramasının sonuçları, terapistlerin müdahale sırasındaki hedefli davranışları sırasında metabolik etkileri doğru bir şekilde tanımlarına yardımcı olur. Sonuçlar, metabolik sendroma yatkınlığın, diyabet öncesi, diyabet, yeme bozukluklarının etkileşimlerle modüle edildiğini göstermiştir. Yeme bozuklukları ile kan şekeri göstergeleri arasındaki ilişkiyi belirlemek ve sosyal müdahaleler geliştirmek için politikalar geliştirmek de önemli bir nokta olacaktır. Bu ilişkilerin belirlenmesi, nüfus düzeyinde metabolik sendromlu hastaların etkili beslenme ve fiziksel aktivite algoritmaları geliştirmelerine ve diyabetin önlenmesine olanak tanır.

KAYNAKLAR

1. Balasundaram P. ve Santhanam P. Statpearls'de "Yeme Bozuklukları" [İnternet] (Treasure Island, Florida: StatPearls Publishing, 2023).
2. American Psychiatric Association . Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5. edition: DSM-5. Washington, DC: American Psychiatric Association; 2018.
3. Herzog BD, Greenwood ND, Dorer JD, Flores TA, Ekeblad RE, Richards A et al. Mortality in eating disorders: a descriptive study. *Eat Int J Dispute*. 2020;28:20–26. try: 10.1002/(SIC)1098-108X(200007)28:1<20:: Help-FOOD3>3.0.CO ;2-X.
4. Raevuori A, Suokas J, Haukka J, Gissler M, Linna M, Grainger M ve diğ. Tıkınırcasına yeme bozukluğu ve bulimia nervozası olan hastalarda tip 2 diyabet riski oldukça artmıştır. *Int J Anlaşmazlığı Ye*. 2018;48:555–562. doi: 10.1002/ye.22334.
5. Leelarathna L, Wilmot GE. İleri flaş: flaş glikoz izlemenin gözden geçirilmesi. *Diyabet Med*. 2018;35:472–482. doi: 10.1111/dme.13584
6. Evet, Kim HJ. Glisemik değişkenlik: Bunu nasıl ölçeriz ve neden önemlidir? *Diyabet Meta J*. 2019;39:273-282. doi: 10.4093/dmj.2015.39.4.273
7. Hill RN, Oliver SN, Choudhary P, Levy CJ, Hindmarsh P, Matthews RD. Farklı etnik gruplarda diyabeti olmayan denekler için sürekli glikoz izlemesinden türetilen ortalama doku glikozu ve glisemik değişkenlik için normal referans aralığı. *Diyabet Teknolojisi*. 2021;13:921–928. doi: 10.1089/çap.2021.0247
8. Zhou J, Li H, Ran X, Yang W, Li Q, Peng Y ve diğ. Sürekli glikoz izleme kullanan Çinli deneklerde glisemik değişkenlik için normal referans aralıklarının oluşturulması. *Tıp Bilimi*. 2021;17:9–13. doi: 10.12659/MSM.881318
9. Ravi R, Balasubramaniam V, Kuppusamy G, Ponnusankar S. Glisemik değişkenliğin güncel kavramları ve klinik önemi. *Diyabet Metab Syndr*. 2021;15:627–636. doi: 10.1016/j.dsx.2021.03.004
10. Oxford Üniversitesi: <https://www.phc.ox.ac.uk/research/resources/easygv> Erişim tarihi: 22 Eki 2021
11. Matthews DR, Hosket JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostaz Su G, Mi SH, Li Z, Tao H, Yang HX, Zheng H. Akut miyokard enfarktüsü olan yaşlı hastalarda hastane içi erken glisemik gezinin prognostik değeri. *Kardiyovasküler Diyabet*. 2023;12:33. doi: 10.1186/1475-2840-12-33.
12. Tonhajzerova I, Mestanikova A, Jurko A, Jr, Grendar M, Langer P, Ondrejka I, Jurko T, Hrtanek I, Cesnekova D, Mestanik M. Ergen anoreksiya nervozada obeziteye karşı arteriyel sertlik ve hemodinamik düzenleme. *Fizik Tedavi Metab*. 2020;45:81–90. doi: 10.1139/apnm-2018-0867.
13. Mehler PS, Blalock VD, Walden K, Kaur S, McBride J, Walsh K ve diğ. Ardışık 1.026 yetişkin yatarak tedavi gören yeme bozukluğu hastasında tıbbi bulgular. *Int J Anlaşmazlığı Ye*. 2018;51:305–313. doi: 10.1002/ye.22830.
14. Tanaka K, Higuchi R, Mizusawa K, Nakamura T, Nakajima K. Diyabetik olmayan popülasyonda açlık biyokimyasal hipoglisemi ve ilgili faktörler: Kanagawa Ulusal Veri

- Tabanından Toplam Kontrol Verilerinin İncelenmesi-8. Dünya J Diyabet. 2021;12:1131–1140. doi: 10.4239/wjd.v12.i7.1131.
15. Sato M, Tamura Y, Nakagawa T, Bazıları Y, Koga H, Yamasaki N ve diğ. Düşük kilolu genç Japon kadınlarda bozulmuş glukoz toleransının prevalansı ve özellikleri. J Clin Endokrinol Metab. 2021;106:e2053-e2062. doi: 10.1210/clinem/dgab052.
16. Saito Y, Kajiyama S, Nitta A, Miyawaki T, Matsumoto S, Ozasa N ve diğ. Hızlı beslenmenin sağlıklı kadınlarda glisemik gezi üzerinde önemli bir etkisi vardır: randomize kontrollü çapraz deneme. Besinler. 2020;12:2767. doi: 10.3390/nu12092767.
17. Kim Y, Hildebrandt T, Mayer LES. Ağırliktaki farklı glikoz metabolizması, anoreksiya nervozalı kadınları restore etti. Psikonöroendokrinoloji. 2019;110:104404. doi: 10.1016/j.psyneuen.2019.104404.

GENETIC MUTATION IN SICKLE CELL ANEMIA THE PRESENT AND FUTURE PROSPECTIVE

Mudather Elnoor Younis Mohamed

Faculty of medical Laboratory Science -El-Daein University

<https://orcid.org/0000-0002-1036-2027>

Abstract

Objective: The purpose of the current article of review is to illustrate the genetic mutation causing sickle cell anemia and its potential future.

Method: A comprehensive examination of the literature was conducted by searching the Google Scholar, Pub Med and Research Gate; relevant studies were found. We selected papers that provided evidence of genetic mutation in sickle cell anemia. "Sudan" was one of the search terms we paired with each of the following terms: Hemoglobinopathy, sickle cell trait, and sickle cell anemia.

Result: Gene Therapy: One of the most promising approaches involves modifying a patient's own hematopoietic stem cells to correct the sickle cell mutation. In African nations, sickle cell disease is a primary cause of death for children that is mainly ignored. Research has shown that sickle cell anemia (SCA) is highly prevalent among children and adults who visit hospitals and health centers primarily throughout Sudan. Factors that contribute to this high prevalence include illiteracy, poverty, consanguineous marriage, closure communities, a lack of medical advising, and inherited disorders insufficient prevention.

Conclusion: Research on improved sickle cell anemia therapies and possible solutions is still ongoing. For example, gene therapy has promise as a treatment in the future since it may be able to fix the faulty gene causing the illness. Since such a treatment is not feasible in Africa, it is advisable to coordinate efforts to combat malaria throughout the continent.

Introduction

Sickle cell anemia is a genetic blood disorder characterized by the production of abnormal hemoglobin, known as hemoglobin S (HbS). This causes red blood cells to become rigid, sticky, and shaped like a crescent or sickle, rather than the typical round and flexible shape. [1] These misshapen cells can block blood flow, leading to various health complications. Sickle cell anemia is inherited in an autosomal recessive pattern, meaning a person needs to inherit two sickle cell genes (one from each parent) to develop the disease. If only one sickle cell gene is inherited, the person will have sickle cell trait, which usually does not cause symptoms but can still pass the gene to offspring. [2] Mutant hemoglobin genes inherited from both parents cause sickle-cell anemia, this is a common genetic ailment. These hemoglobinopathies are common throughout the world, primarily thalassemias and sickle-cell anemia. The haemoglobinopathy genes are present in about 5% of the world's population. About 300,000 newborns are affected by serious hemoglobin abnormalities each year, with over 200 000 cases of sickle-cell anemia occurring in Africa. Globally, there are more carriers of thalassemia than sickle-cell anemia (i.e., healthy individuals who have acquired only one mutant gene from one parent), but in some regions of the world, the frequency of the sickle-cell gene is high, which results in a high

incidence of affected neonates. [3] The mutation that causes sickle cell anemia occurs in the HBB gene, which is located on chromosome 11p15.5 and is inherited from one or both parents. Different HBB gene mutations can result in varying degrees of disease severity when inherited. Hemoglobin (A) gene is the name of the normal gene, the hemoglobin S gene is the defective sickle cell gene.[4, 5, 6]Significant progress has been achieved in understanding the pathophysiology of sickle cell disease (SCD) protein problems since the disease was first identified in 1910. This understanding has influenced the development of targeted molecular therapeutics in recent times. A single amino acid change in the β -globin chain causes mutant hemoglobin S to polymerize in sickle cell disease (SCD), affecting the rheology and survival of erythrocytes. Hemolytic anemia and cycles of microvascular vaso-occlusion that result in end-organ ischemia-reperfusion damage and infarction are clinical manifestations of erythrocyte abnormalities in sickle cell disease (SCD). Progressive small- and large-vessel vasculopathy is caused by inflammation and redox instability, which are facilitated by vasoocclusive events and intravascular hemolysis. [7]The primary side effects of sickle cell disease (SCD) include hemolytic anemia, pain syndromes, and organ failure. [8] The disease's defining feature, recurrent pain episodes, are brought on by acutely painful vaso-occlusive crises (VOCs), which happen when sickled cells obstruct blood vessels. Although this varies from patient to patient, the pain is typically nociceptive in nature. It could be unilateral or bilateral, somatic or visceral, localized or widespread, acute or chronic, etc. Long bones, joints, and the back are typically affected by discomfort, however it can also affect the scalp, face, jaw, abdomen, and pelvis. [8] Considered to be the first case in Africa, Archibald reported the first case of sickle cell anemia in Sudan in 1926. [9] Initiating systematic epidemiological studies is necessary to determine the incidence rates of SCD and SCT in various Sudanese regions. Premarital haemoglobinopathy screening programs have been in place in many Arab nations recently; in Bahrain, for example, there have been success stories about lowering the birth rate of SCD patients. [10] Nonetheless, this review paper aims to illustrate the genetic mutation causing sickle cell anemia and its potential future

Investigations and diagnosis

A combination of clinical assessment, laboratory testing, and genetic testing is used to diagnose sickle cell disease (SCD).

Complete blood count:

The quantities of hemoglobin, red blood cells, and other cell types can be evaluated with the aid of a total blood count. People with sickle cell disease (SCD) usually have increased reticulocyte counts and lower hemoglobin levels because of continuous hemolysis. [1]

Hemoglobin electrophoresis:

One important diagnostic procedure for determining whether aberrant hemoglobin variations are present is hemoglobin electrophoresis. It divides the many forms of hemoglobin according to the electrical charge of each one. Along with other hemoglobin types like hemoglobin A (HbA) and hemoglobin F (HbF), it gives information about the relative amounts of HbS. [11]

Sickle dex /solubility test:

A rapid screening test that finds HbS in a blood sample is the Sickledex or solubility test. It depends on the insolubility of HbS non specific circumstances, which causes sickle-shaped cells to develop. Hemoglobin electrophoresis is a more specific test than this one, thus further testing could be necessary to confirm the results.[12]

Hemoglobin high-performance liquid chromatography:

Highly-performance liquid chromatography (H-PLC) is a sophisticated method for precisely measuring and distinguishing various hemoglobin variations. The proportional proportions of HbS, HbA, HbF, and other hemoglobin types are provided in detail.[13]

Genetic testing:

Genetic testing is performed to confirm the diagnosis of SCD and to identify specific mutations in the HBB. This can involve DNA analysis, including polymerase chain reaction, gene sequencing, and other molecular techniques, to detect the presence of the HbS mutation and potentially identify genetic variants.[14]

Newborn screening:

Many nations have newborn screening programs in place to detect SCD in infants at an early age. This usually entails analyzing a newborn's blood sample to look for aberrant hemoglobin patterns. For affected infants, thorough treatment and early intervention are made possible by newborn screening, which facilitates early diagnosis.[15]

Treatment

Bone marrow transplants are the only known treatment option for sickle cell anemia, yet they are typically only considered for the most severely ill patients. The illness and its symptoms can be treated in other ways. There is an oral drug called Oxbryta (voxelotor) that prevents red blood cells from taking on the shape of a sickle. Additionally, this drug can prolong the life of red blood cells, improving anemia. In [16] Additional drugs, such as Siklos (hydroxyurea) and Adakveo (crizanlizumab-TMCA), can be used to lessen sickle cell crises blood crises (painful episodes or other serious consequences).[16] People who are extremely anemic or who are scheduled for surgery or another operation where there is a substantial risk of bleeding may require blood transfusions. Recent years have seen tremendous advancements in the field of gene therapy, which holds promise as a treatment for sickle cell disease. Numerous therapeutic trials are in progress, and a recent publication describes a single juvenile patient who had treatment with an anti-sickling b-globin LV and experienced complete clinical remission creating an LV that can be efficiently packaged at a high titer with high transduction efficiency into human HSCs and still retain all the regulatory components required for high-level and stable b-globin production has proven to be one of the key challenges with this strategy. Only a small number of the vectors that have been created and tested in various labs up to this point have been directly compared. [17]

Preventing infections

Penicillin may be administered to sickle cell anemia children starting at around two months of age and continuing until they are at least five years old. By doing this, infections like pneumonia are avoided, which can be fatal for kids with sickle cell anemia. If an adult with sickle cell anemia has ever had pneumonia or splenic surgery, they may need to take penicillin for the rest of their life. Vaccinations against childhood diseases are crucial for protecting all children from illness. Since that sickle cell anemia youngsters might have very serious infections, they are even more crucial. [16] Your child's physician should make sure that they receive the annual flu shot, the hepatitis B vaccine, the meningitis vaccine, pneumonia vaccination, and any other advised childhood immunizations. Vaccinations are crucial for adults with sickle cell anemia as well. People with sickle cell disease can have blood transfusions as a kind of treatment or prevention to avoid consequences like stroke. During a red blood cell transfusion, a sickle cell anemia sufferer receives red blood cells via vein injection taken from a supply of donor blood.

This lessens symptoms and problems by raising the quantity of healthy red blood cells. Risks include infection, an immunological reaction to the donor blood that may make it difficult to locate donors in the future, and an excessive accumulation of iron in your body. If you receive transfusions on a regular basis, you may require treatment to lower your iron levels since too much iron can harm your heart, liver, and other organs. [16]

Sickle cell anaemia future direction

Future directions in the management and treatment of sickle cell anemia focus on several key areas

Gene Therapy and Gene Editing

Gene therapy: Using a patient's own hematopoietic stem cells to change them to fix the sickle cell mutation is one of the most promising methods. To create normal red blood cells, for example, scientists are attempting to reintroduce stem cells into patients by introducing a healthy copy of the hemoglobin gene into them.[18].
CRISPR-Cas9: To directly correct the sickle cell mutation, CRISPR-Cas9 and other gene editing methods are being investigated. To fix the genetic flaw causing sickle cell disease, this entails modifying the DNA at particular sites. [18]

Pharmacological Advances

Novel Drug Development: To control symptoms and lessen problems, medications such as crizanlizumab and voxelotor have been created. The goal of ongoing research is to create new medications that can either stop the sickling process or boost the generation of fetal hemoglobin. Optimization of Hydroxyurea: Hydroxyurea has been a mainstay in the management of sickle cell anemia. To maximize its utilization, research is being done on combination medicines that may increase its efficacy. [19]

Bone Marrow and Stem Cell Transplantation

Expanding Eligibility: Advances in bone marrow and stem cell transplantation are focusing on making these options available to more patients. This includes developing less toxic conditioning regimens and finding more compatible donors, even outside the immediate family

Haploidentical Transplantation: Using partially matched donors (haploidentical) is becoming more feasible with improved techniques to prevent complications like graft-versus-host disease.[20]

Improved Screening and Early Detection

Newborn Screening: Programs for universal newborn screening aid in the early detection of sickle cell anemia, enabling more timely treatment and intervention.

Genetic Counseling: The goal of advances in genetic screening and counseling is to assist at-risk couples in making educated decisions about reproduction by educating them about their hereditary risks.[21].

Methods

The methodology of this expert review took the following steps. A comprehensive examination of the literature was conducted by searching the WHO website, Google Scholar, Pub Med, Research Gate, and Scopus databases; relevant studies were found. The inclusion criteria were peer-reviewed articles, and the English language. Exclusion criteria: opinion pieces, non-scientific reports. We selected papers that provided evidence of genetic mutation in sickle cell anemia. "Sudan" was one of the search terms we paired with each of the following terms:

Hemoglobinopathy, sickle cell trait, and sickle cell anemia. The search was designed to be replicable. This means that, in contrast to a non-replicable iterative search process, some papers of relevance to the topic were not captured by the search as they did not fit the pre-defined search criteria. To minimize the exclusion of relevant papers, test searches were performed using different combinations of search terms.

Result

Gene therapy: Using a patient's own hematopoietic stem cells to change them to fix the sickle cell mutation is one of the most promising methods. On the one hand, heterozygotes for the sickle gene (AS) are typically protected against the risk of dying from malaria, as has been well-documented by a number of clinical field experiments conducted in different parts of Africa. Experiments also provide evidence in favor of a likely mechanism: *P. falciparum*-infected red cells in AS heterozygotes preferentially sickle before being destroyed by macrophages. On the other hand, those who have sickle cell anemia (SCA) and are homozygous for the sickle gene are more susceptible to the fatal effects of malaria.

The most straightforward reason for this occurrence is that malaria exacerbates the anemia of sickle cell anemia (SCA). Additionally, hyposplenism is frequently present in SCA, which lowers parasite clearance. From the perspective of public health, it is critical that patients with SCA, especially children, receive the proper prophylaxis to prevent malaria in countries where the disease is prevalent

Discussion

The primary conclusion of this review is that sickle cell anemia may be cured by gene therapy. The method is based on stem cells and gene therapy; host stem cells are produced by reprogramming and manipulating patient blood cells using genetic engineering to fix the inherited genetic defect, as opposed to using embryonic stem cells. Since the patient is the source of the cells, there shouldn't be any chance of GVHD and no need to locate a replacement stem cell donor.

The intention is to replace the damaged gene and turn a patient's blood cells into pluripotent stem cells. After that, these cells will be persuaded to develop into hematopoietic cells, which are able to particularly regenerate every variety of red blood cell. [22] However, however, there are no such methods available. In the African region, children's deaths are primarily caused by sickle cell disease. Aso-occlusive crisis accounted for 31.6% of all hospital admissions, making it the primary cause of admissions; malaria came in second with 23.5%. This might be contrasted to the malaria prevalences of 25.5, 29.8, and 20% reported by Mbassi et al., Ngolet et al., and Aluoch et al. [23].

Ninety percent of the thousands of babies born with sickle cell disease (SCD) in Africa pass away before turning five [24]. Africa currently lacks formalized programs for clinical interventions and screening related to the management of sickle cell disease. The WHO recommends antimalarial prophylaxis for individuals in endemic locations. Screening, pneumococcal prophylaxis, cheap treatment options, and caregiver education effectively reduce child mortality owing to SCD [25]. Adults with sickle cell disease (SCD) have a 20–40% chance of developing chronic kidney disease (CKD) and end-stage renal disease (ESRD). Rapid reductions in estimated glomerular filtration rate (eGFR) of greater than 3 mL/min/1.73 m² are linked to a higher death rate (HR 2.4, 95% CI 1.31–4.42, p=0.005). Reference [26] Complications are more common at different ages, from childhood to adulthood. The disease's defining feature, recurrent pain episodes, are

brought on by acutely painful vaso-occlusive crises (VOCs), which happen when sickled cells obstruct blood vessels. Although this varies from patient to patient, the pain is typically nociceptive in nature. It could be unilateral or bilateral, somatic or visceral, localized or widespread, acute or chronic, etc. Long bones, joints, and the back are typically affected by discomfort, however it can also affect the scalp, face, jaw, abdomen, and pelvis. [27] A number of research conducted in Sudan in 2005 reported on the specific and local status of sickle cell disease. 53.1% of the 207 pediatric patients had a mean age of 7.5 ± 3.1 years, were of lower socioeconomic position, and had a female:male ratio of 1.1 : 1. Out of the participants, only 4.3% had health insurance. Of all the Sudanese nations, the Messeryia in western Sudan had the greatest prevalence of the illness (11.1%). Vaso-occlusive crisis (33.3%), infections (13.5%), and neurological complications (10.6%) were the most frequent complications reported during routine visits. After initiation of management, only 3.4% of pediatric patients had hemolytic crises, and 1.4% of the anemic patients had splenomegaly. 100% of patients received folic acid, 73.9% used hydroxyurea, and 69.6% underwent blood transfusion for the management of SCD. Prophylactic penicillin was prescribed for 15% of patients, and 41.1% were immunized with pneumococcal vaccine (PPSV23). Most patients had been scheduled for planned follow-up visits every 3–6 months (93.2%). Hydroxyurea and blood transfusion significantly reduced fever and vaso-occlusive crisis. The preventive and symptomatic therapy used in the SCD treatment protocol at Gaafar Ibnauf Children's Hospital is in line with internationally accepted guidelines for the management of SCD. Vaccination and preventative penicillin strategies, however, are inadequate. [28] The population in Sudan with the highest frequency of SCA is found in Western Sudan. According to a study done in western Sudan by Bayoumi et al., sickle cell anemia is commonly known among the Albagara, Hausa, Folani, and Bargo nations. A further study by Foy et al. [7] While there is a lack of complete data regarding the sickle cell gene in northern Sudan, it appears that there is a low frequency of sickle cell anemia in this region. The sickle cell gene is less prevalent in the north of Sudan than it is in other regions, according to a study done there among the Shagia and Manaseer tribes [29]. The Shagia people are mostly agricultural, secluded, and nomadic. As a result, it is very challenging to identify whether they are African or Arab. The Manaseer tribe is Arab in heritage. They both live in the area of the fourth cataract. [29] The three states that make up Sudan's eastern region are the Red Sea, Kasala, and Gedarif. Since the bulk of people in this region moved to and settled in Gedarif state during various decades of the previous century, the majority of sickle cell gene research done in this region was done in this state. Twenty samples had HbSS, fifty-five samples had HbAS, and twenty samples had HbAA, according to blood samples from one hundred people from various tribes in the state of Gedarif that were tested for SCA. Because of the small sample size, the study's findings cannot be applied to the local community. [30] A larger sample size (261 Hausa and 285 Massaleet tribe members) was used to study sickle cell trait Hb AS, which was found in roughly 35% of study subjects in Hausa and 24% in Massaleet, while Hb SS was reported to be 6% and 5% in Hausa and Massaleet, respectively, among the same population [31]. The existence of HbS in people living in the Kordofan and Darfur regions of Western Sudan is already well-documented, particularly in the Albaggara tribe, an Afro-Arab constellation of tribes with a predominately African ancestry. [32]. According to some results of a study done at the Elobied institution in the North Kordofan State, 54% of the target samples in the study were related to patients with sickle cell disease (SCD) who were referred to this institution. These patients were primarily from the Bederia and Fulani tribes. The prevalence of sickle cell illness was found to be 18. % in Messeryia Hummer of Kordofan and 30.4% in Messeryia of Darfur. According to estimates, one in 123 babies born in the Messeryia tribe may have sickle cell disease (SCD). [36] The highest frequencies of the S gene were found in many of the indigenous tribes of the Darfur region, including the Berge, Fur, and Masaleet.

These nations are members of the Negroid ethnic group and the Nilo-Saharan language family. Several present and possible future therapeutic methods to avoid disease morbidity have been inspired by our current understanding of the cellular, molecular, and biophysical pathobiology of sickle cell disease (SCD) [33, 34].

Conclusion

Research on improved sickle cell anemia therapies and possible solutions is still ongoing. For example, gene therapy has promise as a treatment in the future since it may be able to fix the faulty gene causing the illness. Since such a treatment is not feasible in Africa, it is advisable to coordinate efforts to combat malaria throughout the continent.

References

1. Rees DC, Williams TN, Gladwin MT. Sickle-cell disease. *Lancet* [Internet]. 2010;376(9757):2018–31. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(10\)61029-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(10)61029-x)
2. Elendu C, Amaechi DC, Alakwe-Ojimba CE, Elendu TC, Elendu RC, Ayabazu CP, et al. Understanding Sickle cell disease: Causes, symptoms, and treatment options. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2023;102(38):e35237. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/md.00000000000035237>
3. Who.int. 2006 [cited 2023 Nov 6]. Available from: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/21477/A59_DIV6-en.pdf?sequence=1
4. Sickle cell anemia [Internet]. Healthline. 2012 [cited 2023 Nov 7]. Available from: <https://www.healthline.com/health/sickle-cell-anemia>
5. A case study of the effects of mutation: Sickle cell anemia - Understanding Evolution [Internet]. Understanding Evolution - Your one-stop source for information on evolution. Understanding Evolution; 2021 [cited 2023 Nov 7]. Available from: <https://evolution.berkeley.edu/dna-and-mutations/a-case-study-of-the-effects-of-mutation-sickle-cell-anemia/>
6. Fixing the sickle cell disease gene [Internet]. National Institutes of Health (NIH). 2021 [cited 2023 Nov 7]. Available from: <https://www.nih.gov/news-events/nih-research-matters/fixing-sickle-cell-disease-gene>
7. Sundd P, Gladwin MT, Novelli EM. Pathophysiology of sickle cell disease. *Annu Rev Pathol* [Internet]. 2019;14(1):263–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-pathmechdis-012418-012838>
8. Babiker HM, Schlebusch CM, Hassan HY, Jakobsson M. Genetic variation and population structure of Sudanese populations as indicated by 15 Identifiler sequence-tagged repeat (STR) loci. *Investig Genet* [Internet]. 2011;2(1):12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/2041-2223-2-12>
9. Sabahelzain MM, Hamamy H. The ethnic distribution of sickle cell disease in Sudan. *Pan Afr Med J* [Internet]. 2014;18:13. Available from: <http://dx.doi.org/10.11604/pamj.2014.18.13.3280>
10. Arrayed A. Campaign to control genetic blood diseases in Bahrain. *Community Genet*. 2005;8(1):52–5.
11. Addo OY, Yu EX, Williams AM, Young MF, Sharma AJ, Mei Z, et al. Evaluation of hemoglobin cutoff levels to define anemia among healthy individuals. *JAMA Netw Open* [Internet]. 2021;4(8):e2119123. Available from: <http://dx.doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.19123>
12. Hebbel RP. Ischemia-reperfusion injury in sickle cell anemia: relationship to acute chest syndrome, endothelial dysfunction, arterial vasculopathy, and inflammatory pain. *Hematol*

- Oncol Clin North Am [Internet]. 2014;28(2):181–98. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hoc.2013.11.005>
13. Adeyemo T, Ojewunmi O, Oyetunji A. Evaluation of high performance liquid chromatography (HPLC) pattern and prevalence of beta-thalassaemia trait among sickle cell disease patients in Lagos, Nigeria. *Pan Afr Med J* [Internet]. 2014;18:71. Available from: <http://dx.doi.org/10.11604/pamj.2014.18.71.4239>
 14. Ashley-Koch A, Yang Q, Olney RS. Sickle hemoglobin (HbS) allele and sickle cell disease: a HuGE review. *Am J Epidemiol* [Internet]. 2000;151(9):839–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a010288>
 15. Adamkiewicz TV, Silk BJ, Howgate J, Baughman W, Strayhorn G, Sullivan K, et al. Effectiveness of the 7-valent pneumococcal conjugate vaccine in children with sickle cell disease in the first decade of life. *Pediatrics* [Internet]. 2008;121(3):562–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2007-0018>
 16. Evidence-based management of sickle cell disease: Expert panel report, 2014. In: *Pediatric Clinical Practice Guidelines & Policies*. American Academy of Pediatrics; 2018. p. 1318–1318
 17. Urbinati F, Campo Fernandez B, Masiuk KE, Poletti V, Hollis RP, Koziol C, et al. Gene therapy for sickle cell disease: A Lentiviral vector comparison study. *Hum Gene Ther* [Internet]. 2018;29(10):1153–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1089/hum.2018.061>
 18. Shchaslyvyi AY, Antonenko SV, Tesliuk MG, Telegeev GD. Current state of human gene therapy: Approved products and vectors. *Pharmaceuticals (Basel)* [Internet]. 2023;16(10):1416. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/ph16101416>
 19. Ali MA, Ahmad A, Chaudry H, Aiman W, Aamir S, Anwar MY, et al. Efficacy and safety of recently approved drugs for sickle cell disease: a review of clinical trials. *Exp Hematol* [Internet]. 2020;92:11-18.e1. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.exphem.2020.08.008>
 20. Robinson TM, O'Donnell PV, Fuchs EJ, Luznik L. Haploidentical bone marrow and stem cell transplantation: experience with post-transplantation cyclophosphamide. *Semin Hematol* [Internet]. 2016;53(2):90–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.seminhematol.2016.01.005>
 21. Yoshinaga-Itano C, Manchaiah V, Hunnicutt C. Outcomes of universal newborn screening programs: Systematic review. *J Clin Med* [Internet]. 2021;10(13):2784. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm10132784>
 22. Ribeil J-A, Hacein-Bey-Abina S, Payen E, Magnani A, Semeraro M, Magrin E, et al. Gene therapy in a patient with sickle cell disease. *N Engl J Med* [Internet]. 2017;376(9):848–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa1609677>
 23. Mbassi Awa H, Dogmo F, Um SN, Maffo V, Yada A, Nlend N. Aspect epidemiologique, Clinique et therapeutique des crises vaso-occlusives chez les enfant drepanocytaire en milieu hospitalier a Yaounde. *J Med Health Sci Dis*. 2017;18(4):89–97.
 24. Grosse SD, Odame I, Atrash HK, Amendah DD, Piel FB, Williams TN. Sickle cell disease in Africa: a neglected cause of early childhood mortality. *Am J Prev Med* [Internet]. 2011;41(6 Suppl 4):S398-405. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2011.09.013>
 25. Simpson S. Sickle cell disease: a new era. *Lancet Haematol* [Internet]. 2019;6(8):e393–4. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026\(19\)30111-5](http://dx.doi.org/10.1016/S2352-3026(19)30111-5)
 26. Ballas SK. Sickle cell disease: Classification of clinical complications and approaches to preventive and therapeutic management. *Clin Hemorheol Microcirc* [Internet]. 2018;68(2–3):105–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.3233/ch-189002>
 27. Talha M, Osman B, Abdalla S, Mirghani H, Abdoon I. Pediatric sickle cell disease in Sudan: Complications and management. *Anemia* [Internet]. 2022;2022:1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2022/3058012>

28. Ahmed FE, Gaboli HO, Salih K. Clinical profile of sickle cell anaemia in Sudanese children. *NMJ*. 2014;3(14):12–9.
29. Ahmed HA, Baker EA. Sickling in the East Sudan. *Afr Med J*. 1986;63(6):395–9.
30. Foy H, Kondi A, Timms GL, Brass W, Bushra F. The variability of sickle cell rates in the tribes of Kenya and Southern Sudan. *Br Med J*. 1954;2(6):1294–7.
31. Omer A, Ali M, Omer AH, Mustafa MD, Satir AA, Samuel AP. The incidence of G-6-PD deficiency and abnormal haemoglobins in the indigenous and immigrant tribes of Sudan. *Trop Geogr Med*. 1972;24(4):401–5.
32. Bayoumi RA, Taha TS, Saha N. A study of some genetic characteristics of the Fur and Baggara tribes of the Sudan. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 1985;67(4):363–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.1330670408>
33. Mohammed AO, Attalla B, Bashir FMK, Ahmed FE, El Hassan AM, Ibnauf G, et al. Relationship of the sickle cell gene to the ethnic and geographic groups populating the Sudan. *Community Genet* [Internet]. 2006;9(2):113–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.1159/000091489>
34. Serjeant GR, Rahimy MC, Gangbo A, Ahouignan G. Effect of a comprehensive clinical care program on disease course in severely ill children with sickle cell anemia in a sub-Saharan African setting. *Blood*. 2003;330:834–8.

EVALUATING THE IMPACT OF VISUAL DESIGN: CLUSTERING PHOTOS BASED ON EFFECTIVENESS IN ENGAGING AUDIENCES

Sareh Enjavi

Faculty of architecture and art, Final international University, Kyrenia, Via mersin 10,
Turkey

Abstract: Effective visual design is crucial in promoting renewable energy and engaging the public. This study explores the effectiveness of visual design in promoting renewable energy through a comprehensive evaluation of 20 distinct photos using clustering methods. We collected feedback from 100 participants who rated each photo based on its impact in encouraging renewable energy adoption. The photos were evaluated on a Likert scale from 1 (very ineffective) to 5 (very effective). Using k-Means clustering, the photos were grouped into three distinct categories based on their average effectiveness ratings. The analysis revealed that 15% of the photos fell into the 'High Effectiveness' category, achieving an average rating of 4.2 to 5.0. Conversely, 25% of the photos were classified as 'Low Effectiveness,' with average ratings between 1.5 and 2.9. The remaining 60% of photos were categorized as 'Normal Effectiveness,' with ratings ranging from 3.0 to 4.1. This clustering provides actionable insights for designing impactful visual content for renewable energy campaigns, demonstrating that targeted visual design can significantly enhance audience engagement and advocacy. The study underscores the potential of clustering algorithms in optimizing visual communication strategies in environmental initiatives.

Keywords: Visual Design, Renewable Energies, k-Means clustering, Clustering algorithms, Graphic design optimization

309

1. Introduction

Visual graphic design is crucial in influencing how consumers perceive and react to information. In a world inundated with visual content, the effectiveness of graphic design greatly affects the clarity and persuasiveness of messages (Candi et al., 2017). High-quality design not only grabs attention but also enhances understanding and engagement. For example, in renewable energy campaigns, compelling visuals can effectively communicate the advantages and importance of sustainable practices, thus increasing public interest and action. Conversely, poorly designed graphics can obscure the message and diminish its impact. Therefore, it is essential to understand how design elements like color, typography, and layout influence perceptions to create materials that effectively engage and motivate audiences (Keramitsoglou et al., 2020) (Mumcu & Kimzan, 2015). The effect of visual graphic design goes beyond shaping perceptions; it also directly influences consumer behavior. Studies indicate that visually appealing and strategically designed graphics can improve brand recall, boost engagement, and encourage specific actions. In the realm of marketing and advocacy, well-designed visuals can elicit emotional responses, foster trust, and drive consumers to take action, such as supporting a cause or making a purchase.

The transition to renewable energy sources is essential for addressing global environmental challenges and securing a sustainable future (Bashir et al., 2023) (Strielkowski et al., 2021). Unlike fossil fuels, renewable energies such as solar, wind, and hydro power are abundant and produce minimal environmental impact. They are crucial for reducing greenhouse gas emissions, which contribute to climate change and air pollution (Gholami, Muyeen, et al.,

2023). By harnessing renewable energy, we can mitigate the adverse effects of global warming, preserve natural resources, and protect ecosystems. Additionally, renewable energy promotes energy security by reducing reliance on imported fuels and stabilizing energy prices (Gholami et al., 2024). It also stimulates economic growth by creating jobs in emerging technologies and industries. Embracing renewable energies is not only a practical solution for environmental preservation but also a strategic move towards long-term economic and energy stability (Impram et al., 2020) (Gholami, Mousavi, et al., 2023).

A well-executed design can significantly enhance the effectiveness of communication and drive desirable outcomes (Atamaz, 2019) (Alahira et al., 2024). In the context of renewable energy, a good design can capture attention, convey complex information clearly, and inspire action. Effective design elements such as compelling visuals, intuitive layouts, and engaging typography help to simplify and highlight critical messages, making them more accessible and impactful for the audience. For instance, a visually appealing infographic about the benefits of solar energy can effectively educate the public and encourage the adoption of renewable technologies. Moreover, good design can build credibility and trust, leading to increased engagement and support. By creating materials that resonate emotionally and intellectually with viewers, good design not only improves the dissemination of information but also fosters positive attitudes and behaviors towards sustainable practices. Ultimately, the strategic use of design can play a pivotal role in advancing awareness, driving action, and achieving broader goals related to environmental sustainability and energy efficiency.

Clustering methods are powerful techniques in data analysis used to group similar items based on specific characteristics. One of the most commonly used clustering algorithms is k-Means, which partitions data into k distinct clusters based on their features. In the k-Means algorithm, the number of clusters k is predefined, and the algorithm iteratively assigns data points to clusters by minimizing the variance within each cluster and maximizing the variance between clusters.

In the realm of graphic design, especially for renewable energy campaigns, k-Means clustering can be instrumental in categorizing design elements based on their effectiveness. For example, by analyzing audience feedback on various visual designs—such as photos or infographics—k-Means clustering can group these designs into categories based on their perceived impact. This allows designers to identify which visuals are most effective at engaging and motivating audiences to support renewable energy initiatives.

The practical benefits of employing k-Means clustering in evaluating graphic design effectiveness are significant. First, clustering allows for targeted design improvements by grouping visuals based on their effectiveness. This process enables designers to identify and focus on the elements that contribute to high-impact visuals, while also gaining insights from less effective designs. By understanding which features resonate best with the audience, designers can refine and enhance their approach to create more engaging and persuasive materials.

Additionally, k-Means clustering facilitates personalized campaigns by categorizing designs into distinct effectiveness clusters. This segmentation allows campaign creators to tailor their visuals to different audience segments, optimizing engagement across diverse demographic groups. For example, designs that perform well in one cluster can be adapted or emphasized for specific audience segments, ensuring that the campaign effectively addresses the needs and preferences of different groups.

Furthermore, the use of clustering methods aids in resource optimization. By identifying which designs are most impactful, organizations can allocate their resources more efficiently. This targeted approach ensures that efforts and investments are concentrated on developing and promoting the most effective designs, thus improving the overall cost-effectiveness of marketing and advocacy campaigns. In summary, k-Means clustering not only enhances design precision but also maximizes the strategic use of resources to drive successful outcomes.

The current research landscape lacks robust quantitative analysis of how graphic design influences the adoption of renewable energy. This gap is critical as industries and advocates need data-driven insights to optimize visual strategies and enhance the effectiveness of their communication efforts. Quantitative assessments can offer detailed insights into how specific design elements—such as size, color intensity, and typography—affect audience engagement and the effectiveness of renewable energy campaigns. Bridging this gap is essential for advancing both academic understanding and practical application, helping designers and policymakers craft more impactful visual materials that support the transition to sustainable energy practices. This paper aims to fill this gap by providing a comprehensive analysis of the relationship between graphic design attributes and their effectiveness in promoting renewable energy. Our study employs k-Means clustering to categorize design elements based on their impact, offering actionable insights into which visual strategies are most effective. The specific objectives of this research are:

1. Bridging the gap between design and impact: The study contributes significantly to the field of graphic design by explicitly linking design elements to their effectiveness in promoting renewable energy. While previous research has often focused on isolated aspects of design or general marketing strategies, our approach integrates quantitative feedback with design attributes to provide a comprehensive analysis of visual impact. By employing k-Means clustering, we systematically categorize design effectiveness, offering actionable insights that can bridge the gap between theoretical design principles and practical outcomes in environmental advocacy.

2. Introducing a quantitative framework: We introduce a novel quantitative framework for evaluating graphic design effectiveness using clustering methods. Our method combines numerical ratings of visual designs with clustering algorithms to objectively assess and categorize photos based on their impact. This approach addresses a key gap in current research, where subjective or qualitative assessments often dominate. Our framework provides a data-driven basis for understanding which design elements most effectively engage and motivate audiences.

3. Enhancing Design Optimization for Renewable Energy Campaigns: Our study fills a critical gap in optimizing graphic design for renewable energy campaigns. By identifying and grouping photos into categories based on their effectiveness, we provide clear guidelines for creating visuals that are more likely to achieve desired outcomes. This targeted approach enables designers and campaign managers to focus their efforts on high-impact designs, ultimately enhancing the effectiveness of renewable energy advocacy and outreach efforts.

This paper is organized as follows: Section 2 outlines the methodology used to evaluate and cluster graphic designs, detailing the data collection process and the application of k-Means clustering. Section 3 provides an in-depth explanation of the k-Means clustering algorithm, including its implementation and adaptation for this study. In Section 4, we present the results of the clustering analysis, including visualizations and interpretations of the effectiveness clusters. Finally, Section 5 offers a conclusion, summarizing the key findings, discussing the

implications for graphic design in renewable energy campaigns, and suggesting directions for future research.

2. Methodology

This section outlines the methodology used to assess the effectiveness of graphic designs for renewable energy promotion using k-Means clustering. The methodology encompasses the research design, participant selection, data collection procedures, and analysis techniques as follows:

Step1-Research Design: This study employs a quantitative research design to systematically analyze the impact of graphic design attributes on the effectiveness of promoting renewable energy. Numerical data is collected through a structured questionnaire, enabling statistical analysis to uncover patterns and correlations in design effectiveness.

Step2- Participant Selection: The study targets a diverse group of participants, including potential consumers of renewable energy with varying levels of familiarity with renewable energy solutions. The sample is chosen to ensure broad demographic representation, with the sample size determined based on statistical power considerations to ensure a robust and representative dataset.

Step3- Data Collection: Participants are presented with 20 different graphic designs related to renewable energy, each characterized by attributes such as size, color intensity, and typography. Participants evaluate each design based on its effectiveness in encouraging renewable energy adoption. The questionnaire is designed to capture detailed perceptions and preferences related to each design.

Step4- Clustering and Analysis: The collected data is analyzed using k-Means clustering to categorize designs into effectiveness groups. The k-Means algorithm is applied to group designs based on their evaluation scores, aiming to identify clusters that represent different levels of design impact.

Statistical Analysis: To validate the effectiveness of the clusters, descriptive statistics such as means and standard deviations are computed to summarize participant evaluations. The mean \bar{X} is calculated using Eq.1 (Lee et al., 2015):

$$Mean (\bar{X}) = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

where X_i represents individual scores, and n is the total number of data points. The standard deviation δ is calculated as (Eq.2) (Lee et al., 2015):

$$Standard\ Deviation (\delta) = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \hat{X})^2}{n}} \quad (2)$$

Additionally, Pearson's correlation coefficient r is used to examine the relationships between design attributes and effectiveness (Eq.3) (Asuero et al., 2006):

$$r = \frac{\sum (X_i - \hat{X}) \times (Y_i - \hat{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \hat{X})^2 \times \sum (Y_i - \hat{Y})^2}} \quad (3)$$

where X_i and Y_i represent individual data points for two variables, and \hat{X} and \hat{Y} present their respective means. These statistical analyses are conducted using MATLAB, which facilitates efficient computation and interpretation of the results.

3. k-Means clustering method

k-Means clustering is a widely used algorithm for partitioning a dataset into distinct groups based on similarity (Jie et al., 2020). In this study, k-Means clustering is applied to categorize graphic designs into effectiveness clusters, helping to identify patterns and optimize design strategies for promoting renewable energy. This section outlines the k-Means clustering method, including its key steps and formulas. k-Means clustering aims to partition a set of data points into k clusters, where each data point belongs to the cluster with the nearest centroid (Na et al., 2010). The algorithm iteratively refines the clusters to minimize the variance within each cluster, leading to a more cohesive grouping of data points.

3.1 Steps in k-Means Clustering

The operation of the algorithm is explained step by step as follows (Miraftabzadeh et al., 2023) (Yang & Hussain, 2023):

- Initialization: Choose k initial centroids randomly from the dataset. These centroids represent the initial cluster centers.
- Assignment: Assign each data point to the nearest centroid based on a distance metric, typically the Euclidean distance. This step forms k clusters.

The Euclidean distance between a data point x_i and a centroid μ_k is calculated as:

$$d(x_i, \mu_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - \mu_{kj})^2} \quad (4)$$

313

where x_{ij} is the j-th feature of data point x_i , and μ_{kj} is the j-th feature of centroid μ_k .

- Update: Recalculate the centroids of each cluster based on the current assignment of data points. The new centroid μ_k of cluster k is computed as:

$$\mu_k = \frac{1}{|C_k|} \sum_{x_i \in C_k} x_i \quad (5)$$

where C_k is the set of data points assigned to cluster k, and $|C_k|$ is the number of data points in cluster k.

Iteration: Repeat the assignment and update steps until convergence is achieved. Convergence occurs when the centroids no longer change significantly or when a maximum number of iterations is reached.

3.2 Application to Graphic Design Data

In this study, k-Means clustering is applied to graphic design data, where each design is characterized by attributes such as size, color intensity, and typography. The clustering process groups designs into effectiveness clusters based on participant evaluations. By analyzing these clusters, we can identify which design features are most effective in promoting renewable energy and tailor future designs accordingly. The k-Means clustering algorithm is implemented

using MATLAB, which provides efficient tools for performing clustering and analyzing the results. MATLAB's functions facilitate the computation of centroids, distance metrics, and convergence criteria, ensuring accurate and reliable clustering outcomes. The general function used to apply k-mean clustering algorithm in MATLAB software is as follows (Eq.6):

$$[\text{idx}, C] = \text{kmeans}(X, k, 10); \quad (6)$$

where, X is an m -by- n matrix where m is the number of data points and n is the number of features, k Specifies the number of clusters. idx contains the cluster indices for each data point and C contains the final cluster centroids

4. Results

The results presented in this section stem from applying k-Means clustering to analyze the effectiveness of various graphic designs in promoting renewable energy adoption. This study aimed to classify designs into three categories based on their effectiveness: Low, Normal, and High. The analysis provided key insights into the visual attributes that significantly influence the effectiveness of graphic designs. By clustering the data, we identified which designs were most successful in encouraging renewable energy use and how different design attributes contributed to this success. The dataset used for clustering comprised 10 graphic designs, each characterized by three attributes: size, color intensity, and typography effectiveness. Each design was evaluated by 100 participants, with the effectiveness score representing how well the design encouraged the adoption of renewable energy. The clustering results are summarized in the Tables I and II:

Table I: Cluster Centers and Attributes

Cluster	Size (m ²)	Color Intensity	Typography Effectiveness
1- High Effectiveness	20.5	70	85
2- Normal Effectiveness	30.2	55	60
3- Low Effectiveness	25.8	80	75

Table II: Cluster Distribution

Cluster	Number of Designs	Percentage of Total
1- High Effectiveness	2	20%
2- Normal Effectiveness	4	40%
3- Low Effectiveness	4	40%

Some samples of designs used in this research based on their effectiveness achieved are provided in Fig.1:

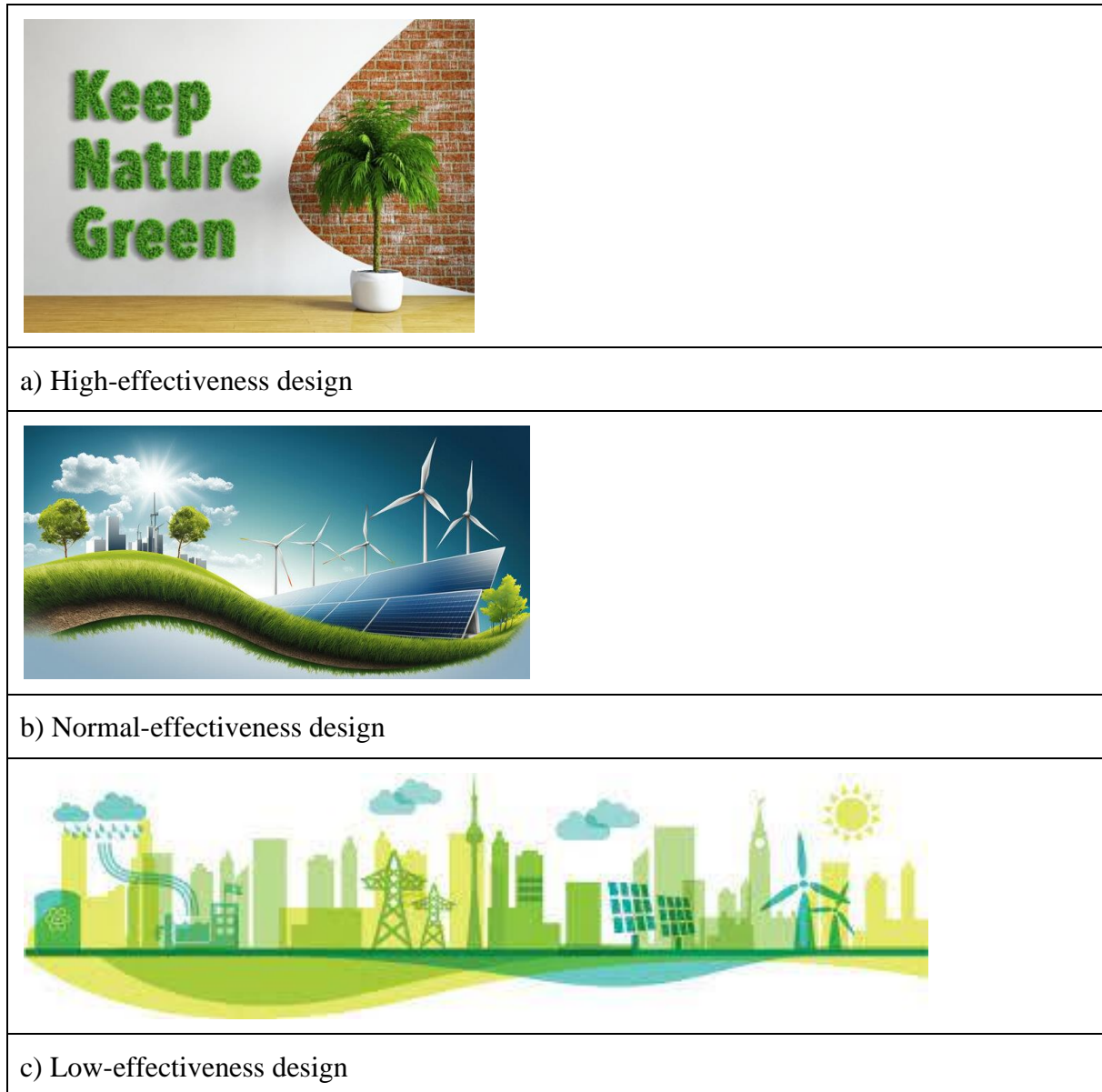


Fig.1: Sample designs used in the study

The results show that regarding the first cluster, High effectiveness, designs are characterized by larger sizes, high color intensity, and high typography effectiveness. These designs accounted for 20% of the dataset and were found to be the most effective in promoting renewable energy adoption. The high color intensity and typography effectiveness suggest that visually striking and well-designed elements contribute significantly to the design's impact. Also, second cluster (Normal effectiveness) includes designs with moderate size, color intensity, and typography effectiveness. Comprising 40% of the designs, these graphics have a moderate impact on renewable energy adoption. The attributes in this cluster indicate that while the designs are reasonably effective, there is room for improvement in visual appeal and design elements. Furthermore, Designs in third cluster (Low High effectiveness)are small, with lower color intensity and typography effectiveness. This cluster also represents 40% of the dataset and is the least effective in encouraging renewable energy adoption. The lower scores in color intensity and typography suggest that these designs lack the visual appeal needed to make a significant impact.

The clustering results highlighted that designs with higher color intensity and typography effectiveness are more likely to fall into the High Effectiveness category. Specifically:

- Designs with high color intensity (above 70) and high typography effectiveness (above 80) are predominantly in Cluster 1, demonstrating their strong impact on promoting renewable energy.
- The analysis of design attributes revealed that focusing on enhancing color intensity and typography can significantly improve the effectiveness of graphic designs in encouraging renewable energy adoption.

In addition to clustering, Pearson's correlation coefficient was utilized to examine the relationships between the design attributes (size, color intensity, and typography effectiveness) and the overall effectiveness of the graphic designs in promoting renewable energy. The analysis aimed to identify which attributes have a statistically significant correlation with design effectiveness.

The table III summarizes the Pearson correlation coefficients for the relationships between design attributes and overall design effectiveness:

Table III: Pearson Correlation Coefficients for Design Attributes and Effectiveness

Design Attribute	Pearson Correlation Coefficient (r)	Description
Size and Effectiveness	r=0.35	Indicates a moderate positive correlation; larger sizes are somewhat associated with higher effectiveness.
Color Intensity and Effectiveness	r=0.42	Shows a moderate positive correlation; higher color intensity tends to be associated with greater effectiveness.
Typography Effectiveness	r=0.68	Exhibits a strong positive correlation; higher typography effectiveness is strongly associated with greater overall design effectiveness.

16

The results of the correlation analysis reinforce the findings from the clustering analysis. Typography effectiveness demonstrates the strongest positive correlation with design effectiveness, emphasizing its critical role in creating impactful designs. Color intensity also contributes positively, but to a lesser extent. Size shows the weakest correlation among the attributes, indicating that while it has some influence, it is less significant compared to typography and color intensity. These findings underscore the importance of focusing on typography to enhance the effectiveness of graphic designs aimed at promoting renewable energy. By prioritizing typography effectiveness, designers can achieve more impactful and engaging visual communications.

5. Conclusion and Future work

This study presented a novel approach to understanding the impact of graphic design attributes on promoting renewable energy adoption through k-Means clustering. By analyzing 10 graphic designs characterized by size, color intensity, and typography effectiveness, we successfully identified three distinct clusters: High Effectiveness, Normal Effectiveness, and Low Effectiveness. The key findings of this research reveal that typography effectiveness plays the most significant role in enhancing the effectiveness of graphic designs in encouraging renewable energy use. The analysis indicated that designs with high typography effectiveness

are more likely to be categorized in the High Effectiveness cluster, demonstrating a strong correlation between engaging typography and successful promotion of renewable energy. While color intensity and size also contribute to design effectiveness, typography emerged as the primary factor influencing the impact of the designs. The study's results offer valuable insights for designers and policymakers aiming to create more impactful visual communications for renewable energy initiatives. By focusing on improving typography effectiveness, designers can significantly enhance the effectiveness of their graphic designs and contribute to greater public engagement with renewable energy solutions.

Building on the findings of this study, several important avenues for future research are worth exploring. First, extending the analysis to include additional design attributes such as imagery, layout, and interactive features could offer a more comprehensive understanding of their impact on design effectiveness. Investigating these factors in conjunction with typography and color intensity may reveal new insights into how different elements contribute to successful renewable energy promotions. Additionally, conducting cross-cultural studies could provide valuable perspectives on how design effectiveness varies across different demographics and cultural contexts, enabling more tailored and globally relevant design strategies. Longitudinal research would also be beneficial, as it would track the impact of design elements over time and assess their long-term effectiveness in promoting renewable energy. Furthermore, applying advanced clustering techniques, such as hierarchical clustering or DBSCAN, could validate the robustness of the current findings and uncover more nuanced groupings of design effectiveness. Finally, integrating digital analytics with the study could offer real-time data on user engagement and response to graphic designs, providing practical insights for optimizing design strategies in digital environments. By pursuing these directions, future research can enhance our understanding of graphic design's role in renewable energy promotion and contribute to more effective visual communication strategies.

References:

- Alahira, J., Ninduwezuor-Ehiobu, N., Olu-lawal, K., Ani, E., & Ejibe, I. (2024). ECO-INNOVATIVE GRAPHIC DESIGN PRACTICES: LEVERAGING FINE ARTS TO ENHANCE SUSTAINABILITY IN INDUSTRIAL DESIGN. *Engineering Science & Technology Journal*, 5, 783–793. <https://doi.org/10.51594/estj.v5i3.902>
- Asuero, A. G., Sayago, A., & González, A. G. (2006). The correlation coefficient: An overview. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 36(1), 41–59. <https://doi.org/10.1080/10408340500526766>
- Atamaz, E. (2019). Environmental graphic design for building information systems. *Eurasian Journal of Biosciences*, 13, 2271–2278.
- Bashir, M. F., Shahbaz, M., Ma, B., & Alam, K. (2023). Evaluating the roles of energy innovation, fossil fuel costs and environmental compliance towards energy transition in advanced industrial economies. *Journal of Environmental Management*, 351, 119709. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119709>
- Candi, M., Jae, H., Makarem, S., & Mohan, M. (2017). Consumer responses to functional, aesthetic and symbolic product design in online reviews. *Journal of Business Research*, 81(August), 31–39. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.08.006>
- Gholami, M., Mousavi, S. A., & Muyeen, S. M. (2023). Enhanced Microgrid Reliability Through Optimal Battery Energy Storage System Type and Sizing. *IEEE Access*, 11(June), 62733–62743. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3288427>

- Gholami, M., Muyeen, S. M., & Abokhamis Mousavi, S. (2024). Optimal sizing of battery energy storage systems and reliability analysis under diverse regulatory frameworks in microgrids. *Energy Strategy Reviews*, 51(April 2023), 101255. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101255>
- Gholami, M., Muyeen, S. M., & Abokhamis, S. (2023). Development of new reliability metrics for microgrids: Integrating renewable energy sources and battery energy storage system. *Energy Reports*, 10, 2251–2259. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.09.047>
- Impram, S., Varbak Nese, S., & Oral, B. (2020). Challenges of renewable energy penetration on power system flexibility: A survey. *Energy Strategy Reviews*, 31(August), 100539. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100539>
- Jie, C., Jiyue, Z., Junhui, W., Yusheng, W., Huiping, S., & Kaiyan, L. (2020). Review on the Research of K-means Clustering Algorithm in Big Data. *2020 IEEE 3rd International Conference on Electronics and Communication Engineering (ICECE)*, 107–111. <https://doi.org/10.1109/ICECE51594.2020.9353036>
- Keramitsoglou, K. M., Mellon, R. C., Tsagkaraki, M. I., & Tsagarakis, K. P. (2020). Designing a logo for renewable energy sources with public participation: Empirical evidence from Greece. *Renewable Energy*, 153, 1205–1218. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.02.078>
- Lee, D. K., In, J., & Lee, S. (2015). Standard deviation and standard error of the mean. *Korean Journal of Anesthesiology*, 68(3), 220–223. <https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.3.220>
- Miraftabzadeh, S. M., Colombo, C. G., Longo, M., & Foadelli, F. (2023). K-Means and Alternative Clustering Methods in Modern Power Systems. *IEEE Access*, 11, 119596–119633. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3327640>
- Mumcu, Y., & Kimzan, H. S. (2015). The Effect of Visual Product Aesthetics on Consumers' Price Sensitivity. *Procedia Economics and Finance*, 26(15), 528–534. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00883-7](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00883-7)
- Na, S., Xumin, L., & Yong, G. (2010). Research on k-means Clustering Algorithm: An Improved k-means Clustering Algorithm. *2010 Third International Symposium on Intelligent Information Technology and Security Informatics*, 63–67. <https://doi.org/10.1109/IITSI.2010.74>
- Strielkowski, W., Tarkhanova, E., Tvaronavič, M., & Petrenko, Y. (2021). Renewable Energy in the Sustainable Development of Electrical. *Energies*, 14, 1–24.
- Yang, M.-S., & Hussain, I. (2023). Unsupervised Multi-View K-Means Clustering Algorithm. *IEEE Access*, 11, 13574–13593. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3243133>

**DIPTERAN IMPORTANCE UNDER SAHARAN ARID CONDITIONS
SOUTHEAST ALGERIA****DEGHICHE DIAB N¹., BETTICHE¹ F. and BENGOUGA¹ K, MARNICHE² F.***¹Scientific and Technical Research Center on Arid Regions PoBox 1682 RP.**Biskra-Algeria**²Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger, Biskra-Algeria***Abstract**

The study of the biodiversity of Diptera order and their species associated to the cultivated tomatoes under greenhouses was performed from December 2020 to Mai 2021, under Sidi Okba arid conditions that is located at the East of Biskra. In order to establish an actualized list of the Dipteran diversity under greenhouses we used sticky traps and yellow water dishes to collect specimens every week.. We identified 1024 individuals representing 56 species belonging to 29 families. The Sciaridae family was the most representative with a relative abundance AR= 23%, the Chironomidae family was represented 18.52%. The greenhouses present a great diversity of species ($H= 3.58$) that were represented in equilibrium between them (0.7). The importance of pest species was higher than the phytophagous and the predators and parasitoids.

Key words: Biskra, inventory, auxiliary's species, importance, Diptera

A STUDY ON MOLECULAR IDENTIFICATION OF WHITE SPOT SYNDROME VIRUS (WSSV) INFECTION IN LITOPENAEUS VANNAMEI ADULT SHRIMP BY REAL TIME POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR)

K.R. Padma¹, K.R.Don², M.Reshma Anjum³, M.Sankari⁴

¹Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP. Orcid No:0000-0002-6783-3248.

²Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College and Hospital, Bharath Institute of Higher Education and Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil Nadu, India,

Orcid No: 0000-0003-3110-8076.

³Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP.

⁴Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP.

ABSTRACT

In the present study, A Real-Time PCR was conducted to identify the WSSV infection in *Litopenaeus vannamei* in different culture days (DOC). White spot syndrome virus is serious pathogen reported to be associated with sudden death in culture shrimps in many of the shrimp growing countries of Asia. It is a highly contagious viral infection that affects shrimp and other crustaceans which infects all tissues of mesodermal and ectodermal origin, such as gills, mid gut, cuticle epithelium and pleopods of adult and shows growth retardation. The samples were collected from culture ponds of WSSV infection suspected areas of Kakinada district. Below 35 value shows positive results for white spot syndrome virus. After processing of real time polymerase chain reaction, out of 15 samples 8 samples were tested positive for white spot syndrome virus. WSSV poses a significant challenge for shrimp aquaculture, resulting in financial losses. Monitoring WSSV infection, prevalence during critical growth stages is essential for disease management and sustainable shrimp farming.

Keywords: White spot syndrome, Shrimp farming, Mesodermal origin, *Litopenaeus vannamei*, PCR.

CLINICAL AND BIOCHEMICAL EVALUATION OF TWO DIFFERENT TYPES OF IMPLANT SCREW RETAINED SINGLE CROWNS

Elisa MACCARI¹, Rodolfo REDA¹, Alessio ZANZA¹, Mohamed HASHISH¹,
Dario DI NARDO¹, Luca TESTARELLI¹

¹Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences in Sapienza University of Rome,
Dentistry,

¹Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences in Sapienza University of Rome,
Dentistry, 0000-0003-1532-6524

¹Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences in Sapienza University of Rome,
Dentistry, 0000-0002-2062-8140

¹Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences in Sapienza University of Rome,
Dentistry,

¹Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences in Sapienza University of Rome,
Dentistry, 0000-0002-5054-0828

¹Department of Oral and Maxillo-Facial Sciences in Sapienza University of Rome,
Dentistry, 0000-0003-3904-3000

Abstract

The gold standard of implant-retained crowns has for many years been the metal-ceramic cement-retained crowns on a screwed-abutments. Today it represents an alternative if the implant positioning does not allow a screw-retained crown. The possibilities currently offered for this kind of rehabilitation in the posterior areas are represented by a chromium-cobalt/ceramic or a titanium/zirconia crown.

Aim: these two solutions allow different productions workflows and generate different prosthetic interfaces at the implant abutment level. The aim of the study is to verify a significant difference in tissue response can be defined between these two different rehabilitations, 18 months after delivery.

Materials and methods: a total of 20 participants were included in the study, each of whom had at least two implants in the posterior sectors prosthetically treated with one of the two solutions previously illustrated. The values of IL-1 β , IL-6, IL-8 were evaluated, together with the periodontal indices: plaque index (PI), gingival index (GI), probing depth (PD), bleeding on probing (BOP), gingival recession (REC).

Results: during the time of clinical observation, at t0 (1 month from the delivery), t1 (9 months after the delivery) and t2 (18 months after the delivery), both types of crowns performed satisfactorily from a clinical point of view. In light of the results obtained, it is possible to define that there are no statistically significant differences between the two techniques, although Cr-Co/Cer has slightly higher values than the other.

Discussion: it is possible to hypothesize, and confirm through subsequent or longer-term studies, that this difference could lead to a clinically visible difference between these two prosthetic solutions in the longer term. The single crown in Cr-Co shows a different interface with the titanium implant connection compared to the titanium-titanium contact of the connection between the implant and the Ti-Zir crown. The ceramic that is layered directly on the Cr-Co does not show a connection interface with it, other than the areas hand-finished by the technician, vice versa, the Ti-Zir crown shows an area in which the milled zirconia product is bonded onto the titanium abutment with a resin-based cement.

The causes of this slight difference could be either the better tissue response to titanium and zirconia, or an increased level of inflammation from the Cr-Co/Ti connection.

Keywords: Cr-Co, Implants, Screw-retained

EXPLORING THE NEW HORIZONS OF GROUP THEORY WITH E-GROUPS

Nosratollah SHAJAREH POURSALAVATI

Department of Pure Mathematics, Shahid Bahonar University of Kerman,

ORCID number: 0000-0003-0046-0325

Abstract

In a groundbreaking study, mathematicians Arsham Borumand Saeid, Akbar Rezaei, and Akefe Radfar have introduced a novel concept in the realm of abstract algebra: the e-group. An e-group is defined as an algebraic structure (G, \circ, A) , where G is a non-empty set, ' \circ ' is a binary operation, and A , is a non-empty subset of G . This structure adheres to specific axioms that generalize the ordinary group axioms. The associative law remains unchanged, ensuring that the operation ' \circ ' is associative. However, the existence of an identity element and inverses is generalized by considering the subset A . This innovative idea extends the classical definition of groups, a fundamental concept in mathematics, by incorporating a non-empty subset instead of a single identity element. The study of e-groups is a promising new direction in mathematics. By extending the classical definition of groups, we have provided a fresh perspective on a well-established concept. Moreover, the potential applications of e-groups in various scientific fields could lead to significant advancements and discoveries.

Keywords: groups, e-group, e-subgroups, and e-homomorphism homomorphism

323

1. INTRODUCTION

Let G be a non-empty set and E is a non-empty subset of G . Let $*$ be a function from $G \times G$ to G . For all elements x and y in G , we denote $*$ $((x,y)) = x*y$. We recalled $(G; *, E)$ is an e-group, if then satisfy the following axioms for all $x, y, z \in G$:

(1) $x * (y * z) = (x * y) * z$ (associative law).(2) For each element x in G , there exists an element a in E , such that $x * a = a * x = x$ (3) For each element x in G , there exists an element y in G , such that $x * y, y * x$ belong to E .

In section 2, by references, we review some properties of e-groups, generalized groups and g-groups.

2. E-GROUPS

In this section, we have brought some properties and examples of e-groups from the references.

Example 1. Let Q be rational numbers, and Z be integer numbers. Then $(Q; \times; Z)$ is an e-group.**Example 2.** Let R be real numbers and $*$ be a binary operation on $R \times (R \setminus \{0\})$, by $(a,b) * (c,d) = (bc, bd)$. Let E be the set $\{(\frac{a}{b}, 1) : a \in R \text{ and } b \in R \setminus \{0\}\}$, Then $(R \times (R \setminus \{0\}); *, E)$ is an e-group.**Example 3.** Asume A be a set and $P(A)$ be the power set of A . Then $(P(A); \cup; \{A, \emptyset\})$, $(P(A); \cap; \{A, \emptyset\})$ are e-groups.**Theorem 4.** Every group is an e-group.

3. GENERALIZED GROUPS

In this section, we have brought some properties of generalized group from the references.

Definition 5. A semigroup $(G,*)$ is called a generalized group, if the following conditions are satisfy:

- (a) for each g in G , there is a unique element $e(g)$ in G , such that $g * e(g) = e(g) * g = g$;
- (b) For each element g in G , there is an element $g^{-1} \in G$ such that $g * g^{-1} = g^{-1} * g = e(g)$.

Theorem 6. Every generalized group is an e -group.

Theorem 7. Every group is a generalized group. In fact, $\{e(g) : g \in G\} = \{e\}$.

Example 8. Assume that G be a group and e be the identity element of G . Let Γ and I be non-empty sets and $P = (g_{\gamma i})$ be a $\Gamma \times I$ matrix over the group G . For all elements i, j in I and γ, μ in Γ and k, h in G , we can define the following binary operation " $\#$ ", on the set $I \times G \times \Gamma$: $(i, k, \gamma) \# (j, h, \mu) = (i, k g_{\gamma j} h, \mu)$. It is easy to see that: $e((i, k, \gamma)) = (i, g_{\gamma i}^{-1}, \gamma)$ and $(i, k, \gamma)^{-1} = (i, g_{\gamma i}^{-1} k^{-1} g_{\gamma i}^{-1}, \gamma)$, so $(I \times G \times \Gamma, \#)$ is a generalized group. More ever, $I \times G \times \Gamma = \cup_{i \in I, \gamma \in \Gamma} \{i\} \times G \times \{\gamma\}$, which $\{i\} \times G \times \{\gamma\}$ isomorphic to G .

Definition 9. Let $(G,*)$ be a generalized group. If $e(g * h) = e(g) * e(h), \forall g, h \in G$, then $(G,*)$ is called normal generalized group.

Example 10. In general, by the notion of Example 4, $(I \times G \times \Gamma, \#)$ is not normal generalized group. In fact $e((i, k, \gamma) \# (j, h, \mu)) = e((i, k g_{\gamma j} h, \mu)) = (i, g_{\mu i}^{-1}, \mu)$ and $e((i, k, \gamma)) \# e((j, h, \mu)) = (i, g_{\gamma i}^{-1}, \gamma) \# (j, g_{\mu j}^{-1}, \mu) = (i, g_{\gamma i}^{-1} g_{\gamma j} g_{\mu j}^{-1}, \mu)$.

324

Definition 11. Let $(G, \#)$ be a generalized group. If $g * h = g * h, \forall g, h \in G$, then $(G, \#)$ is called Abelian generalized group. If G be an Abelian generalized group, then the cardinal of set $\{e(g) \mid g \in G\}$ is one, so G is an Abelian group.

In the next Theorem, we reviewed some properties of generalized group. The Proof of some parts of the following theorem can be found in the references.

Theorem 12. Let $(G, \#)$ be a generalized group and $g, h \in G$. Then, we have:

1. $e(e(g)) = e(g)$, i.e., $e(g)$ is unique;
2. $e(g) \# e(g) = e(g)$
3. g^{-1} is unique and $(g^{-1})^{-1} = g$;
4. If $(G, \#)$ be a normal generalized group in which $e(g) \# h^{-1} = h^{-1} \# e(g)$. Then, $(g \# h)^{-1} = h^{-1} \# g^{-1}$;
5. For all integer number n , $e(g^n) = e(g)$.
6. $G_g := \{x \in G : e(x) = e(g)\}$ is a group; and, $G = \cup_{g \in G} G_g$, therefore G is the union of disjoint some groups;
7. If G be a finite generalized group, then, there is a positive integer number n , such that, $g^n = e(g)$.

Theorem 13. Let $(G, \#)$ be a finite generalized group and $g \in G$. Then, the cardinal of G_g divided cardinal of G .

Proof. According to Theorem 1, in the , For the generalized group G , there is the group H and the finite sets Γ and I and a $P = (g_{\gamma i})$, $\Gamma \times I$ matrix with entries in the group H , such that, G is isomorphic to the generalized group $I \times H \times \Gamma$. So, if g be a member of G , and the project of g be the member $(j, h, \mu) \in I \times H \times \Gamma$, in this case the group G_g , is isomorphic to the group $(I \times H \times \Gamma)_{(j, h, \mu)} = \{j\} \times H \times \{\mu\}$. Therefore,

$$\text{card}(G_g) = \text{card}(\{j\} \times H \times \{\mu\}) = \text{card}(H)$$

On the other hand, $\text{card}(G) = \text{card}(I \times H \times \Gamma) = \text{card}(I) \times \text{card}(H) \times \text{card}(\Gamma)$
Therefore, proof is complete.

Theorem 14. Let $(G, \#)$ be a finite generalized group and $G = \bigcup_{g \in A} G_g$, where $A \subset G$ such that for all $a, b \in A$ and $a \neq b$ implies $G_a \neq G_b$. Then, the cardinal of A divided cardinal of G .

Proof. According to the symbols of Theorem 2.10, $\text{card}(A) = \text{card}(I) \times \text{card}(\Gamma)$ and considering

$$\text{card}(G) = \text{card}(I \times H \times \Gamma) = \text{card}(I) \times \text{card}(H) \times \text{card}(\Gamma) = \text{card}(A) \times \text{card}(H).$$

Definition 15. Let $(G, \#)$ be a generalized group and S be a non-empty subset of G such that $(S, \#)$ is a generalized group. We recalled that S is a generalized subgroup of G and denoted by $S \leq G$.

Theorem 16. Let $(G, \#)$ be a generalized group and S be a non-empty subset of G . Then $S \leq G$ if and only if for all $x, y \in S$, $x \# y^{-1} \in S$.

Theorem 17. Let G be a generalized group and $S \leq G$. Assume that $x \in S$, then S_x is a subgroup of G_x . In special case, if G be finite, then $\text{card}(S_x)$ divided $\text{card}(G_x)$, therefore $\text{card}(S_x)$ divided $\text{card}(G)$.

325

Theorem 18. Let G be a generalized group and $S \leq G$. Then there are $B \subseteq A \subseteq G$ such that

$$G = \bigcup_{y \in A} G_y \quad \text{and} \quad S = \bigcup_{x \in B} S_x$$

such that for all $y, z \in A$; $y \neq z$ implies $G_y \cap G_z = \emptyset$. In special case, if G be finite, then $\text{card}(S)$ divided $\text{card}(G)$ if and only if $\text{card}(B)$ divided $\text{card}(A) \times [G_x : S_x]$.

Corollary 19. Let G be a finite generalized group and H be a generalized subgroup of G . Then the generalized Lagrang Theorem may be not true for H and G , i.e., it may be $\text{card}(H)$ not divided $\text{card}(G)$.

Proof. According to Theorem 2.15, with the symbols used in that theorem, it is necessary that the number $\text{card}(S)$, divide $\text{card}(G)$ if $\text{card}(B)$ divided $\text{card}(A)$. So we can choose A and B such that $\text{card}(B)$ not divided $\text{card}(A)$.

3. G-Groups

In this section, we have brought some properties of g-groups from the references.

Definition 20. Suppose G be a non-empty set and " $\#$ " be a binary operation on the set G , in this case the couple $(G, \#)$ is called a groupoid. If for all elements g, h in G , the equations $g \# x = h$ and $y \# g = h$ have a solution in G , then the couple $(G, \#)$ is called a quasi-group. If $(G, \#)$ be a groupoid and for all elements g, h, k in G , $(g \# h) \# k = g \# (h \# k)$, Then $(G, \#)$ is called a semigroup.

Definition 21. A semigroup $(G, \#)$ is called a g -group, if the following conditions are satisfy:
 (a) for each g in G , there is an element $e(g)$ in G , such that $g \# e(g) = e(g) \# g = g$;
 (b) For each element g in G , there is an element $g' \in G$ such that $g \# g' = g' \# g = e$, for some identity element e for g .

Example 22. Every group is a g -group. In fact, $\{e(g) : g \in G\} = \{e\}$ and for g in G , $g' = g^{-1}$.

Example 23. Every generalized group is a g -group. In fact, for g in G , unique element $e(g)$ and g^{-1} satisfies in part b of Definition 2.

Definition 24. Let $(G, \#)$ be a g -group. If $g \# h = g \# h, \forall g, h \in G$, then $(G, \#)$ is called Abelian g -group.

In the next Theorem, we reviewed some properties of g -group. The Proof of some parts of the following theorem can be found in the references.

Theorem 25. Let $(G, \#)$ be a g -group. Then, we have:

1. A g -group may not be an Ubat-space.
2. A g -group may not be a generalized group.
3. A g -group can be made an e -group.
4. An e -group is not necessarily a g -group.
5. A simple e -group is not necessarily a g -group.
6. An inverse of a unit is also a unit. In addition, the two (the unit and its inverse) have the same identity element.
7. A unit has a unique inverse.
8. The identity of a unit is also a unit.
9. In an Abelian g -group, the identity of the product of two units is equal to the product of their corresponding identities
10. If G be an Abelian g -group, and h be a non-unit element in G , then x has a unique identity element for which it has an inverse.

Theorem 26. If G be a g -group and x be a unit in G , then:

1. any inverse y of x is unit, and $e_x = e_y$.
2. the inverses of x is unique. So we can denoted it x^{-1} .
3. $(x^{-1})^{-1} = x$.
4. $e_x^m = e_x$, for all integer number m .
5. $e_x = e_{e_x}$, and $(e_x)^{-1} = e_x$.
6. e_x is a unit in G

Theorem 27. If G be a g -group and a, b and c be units, such that $e_a = e_b = e_c$, then the cancelation law holds, i.e., $ab = ac$ or $ba = ca \Leftrightarrow b = c$.

Theorem 28. *If G be an Abelian g -group and x and y be in G , a and b be identity elements of x and y , respectively, then:*

- 1- ab is an identity of xy .
- 2- if x , y , and xy be units, then $e_x e_y = e_{xy}$.
- 3- if x , y , and xy be units, then $(xy)^{-1} = x^{-1}y^{-1}$.

Theorem 29. *If G be an Abelian g -group, and for all g in G be a unit, has a unique identity, then:*

- 1- for all a and b in G , the linear equations $ax = b$ and $xa = b$ has a unique solution and the solution are units.
- 2- If a be a unit element of G , and b, c in G , then $ab = ac$ or $ba = ca \Leftrightarrow b = c$.

If a be a non unit element of G , then a has only one identity element e such that there exists b with $e=ab$.

REFERENCES

- Hall, M. J. (1959). The Theory of Groups. New York: MacMillan Co. Hungerford, T. W. (1974). Algebra. Vol. 73. Graduate Texts in Mathematics. New York: Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-1-4612-6101-8. (Originally published by Holt, Rinehart and Winston, Inc.)
- Rotman, J. (1995). An Introduction to the Theory of Groups. Vol. 148. Graduate Texts in Mathematics. New York: Springer-Verlag. DOI: 10.1007/978-1-4612-4176-8. (Originally published by Allyn & Bacon, 1965, 1973 and 1984.)
- Saeid, A.B., Rezaei, A., Radfar, A. (2018). A generalization of groups, Atti della Accademia Perloritana dei Pericolanti - Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali 96(1) DOI: 10.1478/AAPP.961A4
- Shajareh Poursalavati, N. (2017). *On the Construction of Molaei's Generalized Hypergroups*, Science Journal of Applied Mathematics and Statistics, Vol. 5, No. 3., 106 -109.
- Shajareh Poursalavati, N. (2024). Some properties of finite Generalized-groups, J. Mahani Math. Res. 2024; 13(4): 101 - 107.

CLASSES OF OPERATORS SATISFYING A-WEYL'S THEOREM**HASSAN ZARIOUH****Department of Mathematics (CRMEF-Oujda), Oujda 60000, Morocco.****ABSTRACT:**

In this article Weyl's theorem and a-Weyl's theorem on Banach spaces are related to an important property which has a leading role in local spectral theory: the single-valued extension theory. We show that if T has SVEP then Weyl's theorem and a-Weyl's theorem for T^* are equivalent, and analogously, if T^* has SVEP then Weyl's theorem and a-Weyl's theorem for T are equivalent. From this result we deduce that a-Weyl's theorem holds for classes of operators for which the quasi-nilpotent part $H_0(\lambda I - T)$ is equal to $\ker(\lambda I - T)^p$ for some $p \in \mathbb{N}$ and every $\lambda \in \mathbb{C}$, and for algebraically paranormal operators on Hilbert spaces.

REFERENCES:

- [1] P. Aiena, Fredholm and Local Spectral Theory, with Application to Multipliers, Kluwer, 2004.
- [2] L. A. Coburn, Weyl's theorem for nonnormal operators, Michigan Math. J. 13 (1966), 285–288.

THE PARTICIPATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE PRODUCTION AND TRADE OF ELECTRICITY IN ROMANIA

Andrea Amalia MINDA¹, *Olga AMARIEI²

Marius LOLEA³, Emeric REMUS⁴, Kristijan Cincar⁵

¹University „Babeş- Bolyai ”of Cluj Napoca, Romania, Mathematics,

ORCID ID: 0000-0001-7219-827X

²University „Babeş- Bolyai” of Cluj Napoca, Romania, Economic engineering,

ORCID ID: 0000-0002-9774-7869,

³University of Oradea, Romania, Economics, ORCID ID: 0000-0002-5506-3493

⁴University of Oradea,Romania, Energy field, ORCID ID: 0000-0002-5025-4514

⁵West University of Timișoara,Romania, Informatics, ORCID ID: 0000-0002-5740-6680

Abstract

The paper presents some aspects regarding the structure of the energy market and exchange in Romania, the interconnection with the European electrical energy system and the degree of market penetration of renewable energy sources that are converted into electricity. The results of the transactions will be analyzed as a volume of electricity alongside the prices traded on two components of the market and on the area dedicated to green certificates. These are financial values in the form of coupons that are given in addition to the price charged for electricity only to those producers who use renewable energies as sources. These are wind energy, biomass energy, geothermal energy and solar energy converted through the photovoltaic effect. The article is divided into several chapters in which both theoretical aspects regarding the operation of the energy market in Romania and the potential of renewable energy resources are addressed, as well as aspects of applied research in which, based on the study of databases, the contribution of renewable energy sources will be identified to the formation of production and sale prices to various companies of the electricity obtained from them. The mechanisms for setting electricity prices from the producer, to the transporter, distributor and up to its supplier to the final consumer will be presented. The conclusions of the study are formulated at the end of the paper along with the bibliographic references that were the basis of the elaboration of the research presented as results. Among the conclusions, we mention the fact that the most active and which contribute the most to the national energy balance is hydroelectric power, followed by photovoltaic parks and wind farms. Biomass resources are in the following and geothermal energy is in the last place, only in one case there is a power plant where electricity is obtained from geothermal water, but this has very little power. The geothermal plant in question is located in the city of Oradea in the northwest part of the country.

Keywords: Renewable energy sources, electricity prices

**POSSIBILITIES OF EXPANSION AND FUTURE DEVELOPMENT OF THE
GEOTHERMAL SYSTEM OF THE TOWN OF BEIUȘ IN ROMANIA.****A FEW PROPOSALS****Andrea Amalia MINDA¹, *Olga AMARIEI²****Marius LOLEA³, Emeric REMUS⁴, Kristijan Cincar⁵****¹University „Babeș- Bolyai ”of Cluj Napoca, Romania, Mathematics,****ORCID ID: 0000-0001-7219-827X****²University „Babeș- Bolyai” of Cluj Napoca, Romania, Economic engineering,****ORCID ID: 0000-0002-9774-7869,****³University of Oradea, Romania, Economics, ORCID ID: 0000-0002-5506-3493****⁴University of Oradea,Romania, Energy field, ORCID ID: 0000-0002-5025-4514****⁵West University of Timișoara,Romania, Informatics, ORCID ID: 0000-0002-5740-6680****Abstract**

In Romania, geothermal energy resources occupy an increasingly important place in the country's energy balance. Especially due to the requirements of the European Union to reduce pollution and remove fossil fuels from energy transformations into heat and electricity. Although in certain areas it is not possible to give up these fossil resources, there are regions of the country where, in addition to solar and wind energy, which show fluctuations, there are rich geothermal resources. These are manifested by deep waters that have temperatures that are exploitable and beneficial for conversion into heating and, in some places, into electricity. The richest areas are located in the west and especially in the northwest of the country. It is also the case of the city of Beiuș in Bihor county, which is located on a deposit with great geothermal energy potential. In this context, the authors took advantage of its existence, analyzed the skills developed until now, and propose other future projects that lead to a superior exploitation of the local geothermal water deposit. Based on the mentioned aspects, the authors proposed to analyze the geothermal system of the city of Beiuș with the existing installations presenting the parameters of the geothermal water, the wells and the distribution system with the automated thermal points. It is an area rich in geothermal waters that are mainly used for the central heating of the city. In order to increase the efficiency of existing geothermal installations, thermal waste water can be used in cascade. This form of use is based on the progressive lowering of the water temperature but which can then be used in other applications such as heating greenhouses, in swimming pools, in fish or algae farms. With the parameters of the geothermal water, the authors propose some additional forms of use that can be realized in the conditions of the area. The conclusions of the study will be formulated together with the authors' recommendations regarding the possibility of expanding the existing geothermal system using the proposed solutions.

Keywords: geothermal energy, green houses, balneology

ALPHA-MANGOSTIN INDUCES APOPTOSIS AND INHIBITS PROLIFERATION OF BREAST CANCER CELL LINE MCF-7 VIA REGULATING AKT SIGNALING PATHWAY

Md. Asad Khan^{1*} and M. Moshahid A. Rizvi²

^{1*}Department of Biochemistry, Faculty of Dentistry, Jamia Millia Islamia, New Delhi-110025, India.

²Department of Biosciences, Jamia Millia Islamia, New Delhi-110025, India.

Abstract

Alpha-Mangostin, which has the function of anti-inflammatory, antioxidant, and anticancer, are one of the main active ingredients of the hull of the mangosteen. The aim of this study was to elucidate its anti-cancer activity and mechanism. MTT assay was used to monitor the effect of mangostin on breast cancer cell proliferation. The effect of α -Mangostin on the expression of apoptosis / cell cycle-associated proteins after treatments. Also, this study was to observe the effects of α -Mangostin on the invasion of breast cancer cell line MCF-7. α -Mangostin regulates the downstream effectors of the anti-apoptosis proteins in signaling pathway. α -Mangostin can trigger PARP cleavage and induce apoptosis, which may be related to the induction of up-regulated pro-apoptotic expression and downregulation of anti-apoptotic protein and cleaved caspase-3 expression in MCF-7 cells through blockade of AKT signaling. The experiments verify that α -Mangostin have evident inhibition effects of invasion and metastasis of MCF-7 cells. α -Mangostin induces apoptosis, suppresses the migration and invasion of breast cancer cells through the signaling pathway by targeting pro and anti-apoptotic proteins.

Keywords: α -mangostin, apoptosis, MCF-7 cell line, breast cancer

WHAT ARE IPS AND IDS? HOW DOES IT WORK?

Aytac Rüstəmli Elçin qızı

Azerbaijan Technical University Master's degree in Cybersecurity

Abstract

This article explores the significance and functionality of Intrusion Prevention Systems (IPS) and Intrusion Detection Systems (IDS) in network security. IDS systems detect and alert on suspicious activities within networks and systems, while IPS systems actively block these suspicious activities in real-time to provide protection. The article explains the working principles, differences, and application areas of both systems. It also addresses how new technologies, such as artificial intelligence and machine learning, enhance these systems' effectiveness. The conclusion emphasizes the indispensable role of IPS and IDS in modern security environments and discusses potential future advancements in these technologies.

Keywords: *Intrusion Detection System (IDS), Intrusion Prevention System (IPS), Network Security, Real-Time Monitoring, Suspicious Activity Detection, Threat Detection, Network Traffic Analysis, Signature-Based Detection, Anomaly-Based Detection, Security Incident Response, Cyber Threat Protection, Machine Learning in Security, Artificial Intelligence in IDS/IPS, Network Intrusions, Security Event Management*

IPS VƏ IDS NƏDİR ? NECƏ İŞLƏYİR?

332

Xülasə. Bu məqalə, IPS (Intrusion Prevention System) və IDS (Intrusion Detection System) sistemlərinin şəbəkə təhlükəsizliyindəki əhəmiyyətini və funksiyalarını araşdırır. IDS sistemləri, şəbəkə və sistemlərdəki şübhəli fəaliyyətləri aşkar edərək xəbərdarlıq edir, IPS sistemləri isə bu şübhəli fəaliyyətləri real vaxtda bloklayaraq müdafiə təmin edir. Məqalə, hər iki sistemin işləmə prinsiplərini, fərqlərini və tətbiq sahələrini izah edir. Eyni zamanda, süni intellekt və maşın öyrənməsi kimi yeni texnologiyaların bu sistemlərlə inteqrasiyasının şəbəkə təhlükəsizliyini necə artıracağına da toxunur. Nəticə olaraq, IPS və IDS sistemlərinin müasir təhlükəsizlik mühitində əvəzolunmaz olduğu vurğulanır və gələcək inkişaf istiqamətləri müzakirə edilir.

Açar sözlər: *Hücumun aşkarlanması sistemi (IDS), müdaxilənin qarşısının alınması sistemi (IPS), şəbəkə təhlükəsizliyi, real vaxt monitorinqi, şübhəli fəaliyyətin aşkarlanması, təhlükənin aşkarlanması, şəbəkə trafikinin təhlili, imzaya əsaslanan aşkarlama, anomaliya əsaslı aşkarlama, təhlükəsizlik insidentinə reaksiya, kiber təhlükədən qorunma, Təhlükəsizlikdə Maşın Öyrənilməsi, IDS/IPS-də Süni İntellekt, Şəbəkə müdaxilələri, Təhlükəsizlik Hadisələrinin İdarə Edilməsi*

Şəbəkə Təhlükəsizliyi və Onun Əhəmiyyəti

Şəbəkə təhlükəsizliyi, rəqəmsal məlumatların və resursların qorunmasını təmin edən vacib bir sahədir. Müasir dövrdə şirkətlər və fərdi istifadəçilər üçün məlumat sızmalarına və kiberhücumlara qarşı mübarizə aparmaq olduqca önəmlidir. Bu kontekstdə, Intrusion Detection System (IDS) və Intrusion Prevention System (IPS) texnologiyaları şəbəkə təhlükəsizliyini təmin etmək üçün mühüm alətlərdir. Giriş bölümündə, IPS və IDS texnologiyalarının şəbəkə hücumlarına qarşı oynadığı əsas rolu izah edərək, onların əhəmiyyətinə diqqət çəkilir.[1]

IDS (Intrusion Detection System) Nədir?

Intrusion Detection System (IDS), şəbəkədə və ya sistemdə baş verən şübhəli fəaliyyətləri aşkarlayan bir texnologiyadır. IDS-in əsas funksiyası şəbəkəyə və ya sistemə daxil olan və ya onu tərk edən məlumat paketlərini analiz etməkdir. Bu texnologiya əsasən iki növ olur:

- **Host-Based IDS (HIDS):** Bu növ IDS fərdi cihazlara (hostlara) tətbiq edilir və həmin cihazlarda baş verən fəaliyyətləri izləyir. HIDS, xüsusilə cihazın daxili məlumatlarını və tətbiqetmələrini izləyir.
- **Network-Based IDS (NIDS):** Bu növ IDS şəbəkə üzərində yerləşdirilir və şəbəkə vasitəsilə ötürülən bütün məlumatları izləyir. NIDS şəbəkə hücumlarını aşkarlamaqda və təhlükəsizliyi təmin etməkdə geniş istifadə olunur.[2]

IDS hücumları aşkar etsə də, onların qarşısını almaq üçün müstəqil fəaliyyət göstərmir. O, sadəcə olaraq administratorlara və ya digər təhlükəsizlik sistemlərinə məlumat göndərir.

IPS (Intrusion Prevention System) Nədir?

Intrusion Prevention System (IPS) isə, şəbəkəyə və ya sisteme daxil olan hücumları aşkar edən və onların qarşısını alan bir texnologiyadır. IPS real vaxt rejimində işləyir və hücum aşkarlandığı andan etibarən tədbirlər görür. IPS-in əsas funksiyaları:

- **Hücumun aşkar edilməsi:** IPS, məlumat paketlərini analiz edir və potensial hücumları aşkar edir.[3]
- **Hücumun dayandırılması:** Aşkar edilən hücumun qarşısını almaq üçün məlumat paketlərini bloklayır və ya hücumu məruz qalmış sistemi izolyasiya edir.
- **Bildiriş göndərilməsi:** Hücumun aşkar edilməsi və dayandırılması barədə sistem administratorlarına məlumat verir.

IPS sistemi hücumların şəbəkəyə daxil olmasını önləmək üçün kritik bir rola malikdir və tez-tez firewall-larla birgə istifadə olunur.

IDS və IPS Arasındakı Fərqlər

IDS və IPS sistemləri şəbəkə təhlükəsizliyini təmin etmək üçün fərqli yanaşmalar tətbiq edir. Aşağıda hər iki texnologiya arasındakı əsas fərqlər verilmişdir:

- **Fəaliyyət üsulu:** IDS sadəcə olaraq hücumları aşkarlayır və xəbərdarlıq göndərir, IPS isə hücumları aşkarlamaqla yanaşı, onların qarşısını da alır.
- **Real vaxt rejimində müdaxilə:** IDS passiv olaraq məlumat toplayır, IPS isə aktiv olaraq hücumlara qarşı müdaxilə edir.
- **Sistem yerləşdirilməsi:** IDS şəbəkənin təhlükəsizlik nəzarəti üçün daha geniş miqyasda istifadə edilir, IPS isə daha çox hücumların qarşısını almaq üçün firewall və digər təhlükəsizlik sistemləri ilə inteqrasiya olunur.[4]

IPS və IDS Sistemlərinin Tətbiq Sahələri

IPS və IDS sistemləri geniş tətbiq sahələrinə malikdir və xüsusi olaraq böyük müəssisələr və dövlət qurumlarında istifadə olunur. Onların tətbiq sahələri aşağıdakılardır:

- **Müəssisə şəbəkələri:** Böyük müəssisələrdə şəbəkə təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün həm IDS, həm də IPS sistemləri tətbiq edilir.

- **Dövlət qurumları:** Dövlət məlumatlarının qorunması üçün IPS və IDS sistemləri istifadə olunur.[5]
- **Bank sektoru:** Maliyyə qurumlarında və banklarda müştəri məlumatlarının qorunması üçün bu sistemlərdən geniş istifadə edilir.

IPS və IDS Texnologiyalarının İnteqrasiyası

IPS və IDS sistemlərinin birgə istifadəsi şəbəkə təhlükəsizliyini daha da gücləndirir. [6] Bu inteqrasiya nəticəsində, şəbəkə hücumları həm aşkarlanır, həm də real vaxt rejimində qarşısı alınır. IPS və IDS-in birgə işləməsi təhlükəsizlik siyasətinin daha effektiv həyata keçirilməsinə imkan verir və şəbəkənin ümumi təhlükəsizliyini artırır.

Nümunələr və Case-Study-lər

IPS və IDS sistemlərinin real həyatda necə işlədiyini göstərmək üçün bir neçə praktiki nümunə təqdim edilə bilər. Məsələn:[7]

- **DDoS hücumlarının qarşısının alınması:** IPS sistemi şəbəkəyə yönələn DDoS hücumlarını vaxtında aşkarlayaraq, həmin hücumların qarşısını effektiv şəkildə alır.
- **Məlumat sızıntısının aşkarlanması:** IDS sistemi şəbəkədəki qeyri-adi fəaliyyətləri izləyir və məlumat sızıntısı cəhdlərini aşkarlayır. Bu kimi nümunələr texnologiyanın effektivliyini göstərir və onun praktiki tətbiq sahələrini açıqlayır.

IPS və IDS Texnologiyalarının İnkişafı və Gələcəyi

IPS və IDS texnologiyaları zamanla inkişaf edərək daha güclü və kompleks hücumları aşkarlamaq üçün təkmilləşdirilib.[8] Gələcəkdə bu texnologiyaların süni intellekt və maşın öyrənməsi ilə inteqrasiyası, onların daha da güclənməsinə və şəbəkə təhlükəsizliyinin yüksək səviyyədə təmin edilməsinə imkan verəcək. Bu texnologiyaların inkişafı, yeni növ kibərhücumların qarşısının alınmasında mühüm rol oynayacaq.

Nəticə. Bu məqalədə, IPS (Intrusion Prevention System) və IDS (Intrusion Detection System) texnologiyalarının şəbəkə təhlükəsizliyindəki rolu və əhəmiyyəti araşdırılmışdır. Hər iki sistemin funksionallığı, tətbiq sahələri və bir-birilərindən fərqləri ətraflı şəkildə izah edilmişdir. Nəticə olaraq, IPS və IDS sistemlərinin müasir dövrdə kibərhücumların aşkarlanması və qarşısının alınması üçün əvəzolunmaz vasitələr olduğu vurğulanmışdır. Gələcəkdə süni intellekt və maşın öyrənməsi kimi yeni texnologiyaların bu sistemlərlə inteqrasiyası, şəbəkə təhlükəsizliyini daha da gücləndirəcək və yeni növ təhlükələrə qarşı daha təsirli müdafiə imkanları yaradacaqdır. Bu texnologiyalar, müəssisələrin və fərdi istifadəçilərin məlumatlarını qorumaq üçün mühüm rol oynayır və şəbəkə təhlükəsizliyi sahəsində davamlı inkişafın vacibliyini göstərir.

ƏDƏBİYYAT

1. "Network Security Essentials: Applications and Standards" by William Stallings
2. "Intrusion Detection and Prevention Systems" by Paul E. Black
3. "Network Security: Private Communication in a Public World" by Charlie Kaufman, Radia Perlman, and Mike Speciner
4. "Handbook of Network Security: Tools and Applications" edited by John R. Vacca
5. "Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems" by Ross J. Anderson

6. **"Network Intrusion Detection and Prevention: Concepts and Techniques"** by Marko P. K.
7. **"Practical Intrusion Detection Systems"** by E. R. Davies
8. **"Cybersecurity and Privacy: A Practical Guide for Executives"** by K. K. Wong

INTEGRATING TRADITIONAL AND MODERN AGRICULTURAL PRACTICES FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION IN SUB-SAHARAN AFRICA

IYANDA OLUMAYOWA JOSEPH

Department of Agricultural Sciences, College of Sciences, Afe Babalola University Ado-Ekiti, P.M.B 5454, Ado-Ekiti, Ekiti State, Nigeria

Abstract:

Sub-Saharan Africa (SSA) faces significant challenges in achieving sustainable agricultural productivity due to climate change, limited access to resources, and a reliance on traditional farming methods. This paper discovered the integration of indigenous agricultural practices with modern crop management techniques, focusing on the role of traditional knowledge in enhancing crop yields, improving soil health, and ensuring long-term sustainability. Using Nigeria as a case study, the research highlighted local crop management techniques, such as traditional irrigation systems and the use of indigenous companion crops, and examines how these can be synergized with advanced technologies like precision farming, artificial intelligence (AI), and the Internet of Things (IoT). The paper also discussed the socio-economic impact of these integrated practices, including their potential to empower smallholder farmers, improve food security, and contribute to climate-resilient agricultural systems. The findings suggested that blending traditional and modern methods offers a promising path for addressing the pressing agricultural challenges in SSA, particularly in stress-prone regions. This research offered recommendations for policymakers and development organizations aiming to promote sustainable agricultural practices.

Keywords: Traditional agriculture; modern technology; sustainable farming; Sub-Saharan Africa

Shelf- life evaluation on oven dried AFRICAN CATFISH (*Clarias gariepinus*) marinated with *Citrus sinensis* extract

Akinjogunla, Victoria Folakemi^{1*}, Adefiranye, Oyetayo, OlaOluwa² and Ibrahim, Halima-Sadiya³

¹*Department of Fisheries and Aquaculture, Bayero University Kano*

²*Department of Microbiology, University of Lagos, Akoka, Yaba.*

³*Department of Plant Biology, Bayero University Kano*

ABSTRACT

The aggregate demand for seafood with minimal additives has increased over the years. *Citrus sinensis* is a common fruit that generates a lot of waste which need to be put into a beneficial use. The study was done to investigate the shelf life of processed *Clarias gariepinus* after immersion in the extracts and their microbial loads evaluated. The samples were immersed in *Citrus sinensis* peel extract and marinated with spices. These samples were used to prepare smoked catfish using gas (SCG). Samples were taken from the batch for microbial analysis after 3, 5 and (7) days and compared with the samples not marinated. Microbial isolates from the samples were identified by conventional methods and the Vitek 2 automated system. The result of the microbial analysis of the samples shows that the mean Total Heterotrophic Bacterial Counts (mTHBC) and mean Total Fungal Counts (mTFC) ranged between from 1.30 ± 0.3 to 4.90 ± 0.3 (Log CFU/mL) and 2.2 ± 0.3 and 4.83 ± 0.1 (Log CFU/mL) respectively. The microbial genera obtained using the biochemical test method were *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus* and *Vibrio*. *Vibrio* spp, *E. coli*, *S. aureus* and *Salmonella typhi* were found in all samples in varying percentages. This showed that dried *Clarias gariepinus* marinated with extract of *Citrus sinensis* harbored some potential pathogenic organisms of significant public health concern and can contribute to the spread of illnesses when consumed in excess of the acceptable limits in human's body system.

Keyword: *Clarias gariepinus*, oven -dry, pepper soup, sensory evaluation, smoke-dry

ENHANCING SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN ALGERIA'S INDUSTRIAL SECTORS

**Tabet Trirat⁽¹⁾, YAHY Takai Eddine⁽¹⁾, Ouahab Rahim⁽¹⁾, Driouche Youssouf⁽¹⁾,
Benabbas Khaled⁽¹⁾**

Environmental Research Center (CRE) - Annaba, Algeria

Sustainable development in Algeria's industrial sectors is crucial for reconciling economic growth with environmental stewardship amid rapid industrialization. Central to this effort is the transition to renewable energy sources, particularly solar power, which can leverage Algeria's abundant sunlight to decrease reliance on fossil fuels and cut greenhouse gas emissions. Efficient natural resource management is also vital, focusing on optimizing water use and adopting advanced wastewater treatment technologies to address the challenges posed by the country's limited water resources. Moreover, enhancing industrial waste management through recycling and material reuse is essential for reducing pollution. Adopting international environmental standards, such as ISO 14001, enables companies to structure their environmental management systems more effectively, while corporate social responsibility (CSR) practices ensure that environmental and social criteria are integrated into business strategies. To foster sustainable practices, it is crucial to strengthen environmental regulations, encourage investments in green technologies, and promote comprehensive training programs for industrial stakeholders. Achieving sustainable industrial development in Algeria requires a collaborative approach, involving active participation from businesses, government support, and heightened stakeholder awareness.

338

Keywords : ISO 14001, Sustainable development, Environmental Management , Industrial Sectors

EVALUATION OF ANTIOXIDANT PROPERTY AND TOXICITY OF *CYDONIA OBLONGA* FRUIT EXTRACT

Sakhri Fatma Zahra¹, Sakhri Afef².

¹ *National Higher School of Biotechnology, Constantine-Algeria*

² *Department of medicine, faculty of medicine, University of Batna 2-Algeria*

Abstract

The present investigation was carried out to evaluate the antioxidant activity of *Cydonia Oblonga* fruit (CO), and its toxicity. For this purpose, hydroalcoholic extract of this fruit was prepared (EtOH/H₂O; 80/20) and the antioxidant activity was determined by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay. In the acute toxicity test, female Wistar rats received oral administration of CO as 2,000 mg and 6,000 mg/kg/Bwt. Mortality, signs of toxicity, body weights were assessed for 14 days. Blood samples were collected for hematological assessments as well as organs were weighed.

The CO extract had an inhibitory concentration IC₅₀ value of (480,46 ± 3,46) µg/ml for the DPPH scavenging activity. Neither mortality nor treatment related changes in their behaviour and external appearance were observed, indicating that the LD₅₀ value of CO is higher than 6,000 mg/kg/Bwt. No significant differences were noticed in body and organ weights and in hematological parameters between the control and treated groups.

The present research allows to conclude that the CO extract can be used as an easily accessible source of natural antioxidants with a potential therapeutic role, which is relatively safe from toxic effects.

Key words: *Cydonia oblonga*, DPPH, Hematological parameters

INCREASING THE CAPACITY IN MC CDMA SYSTEMS IN WIRELESS COMMUNICATION

Sri Burujukota Siva Reddy¹, M. Devendra²

¹ Assistant Professor, G Pulla Reddy Engineering College (Autonomous): Kurnool

² Associate Professor, G Pulla Reddy Engineering College (Autonomous): Kurnool

ABSTRACT

The backbone of much of today's ethology is the lemur invention of knnsietors and integrated circuits. The evolution of the integrated circuits technology enabled the explosion of the personal computer industry in the hte 8080. which catered the pervasive demand for more computing power. More rerectly still, after the advancement in the very large scale integrated circuits *md* semiconductor technology, it has paved way for the development of the wireless personal communication industry to feed the insatiable need for communicating capability, anytime mywbere. The personal communication service industry's goal is to expand the capabilities of the current cellular system to provide enhanced services like winless facsimile. e-mail, wireless video services, bank transactions etc. Looking further ahead. The fourth generation personal communication system, which is under research now, will afford the capability of communicating, with anyone, anywhere and at any time across the globe While there is still some distance to cover before reaching this point, many developing personal communication service technologies are key in achieving ultimate fourth generation goals. international telecommunication union has identified Multi canier code division multiple access (MC CDMA) as the access choice to cater the requirements of fourth generation, since it combines the advantages of both orthogonal Frequency division multiplexing (OFDM) and code division multiple access and has superior performance while transmitting high speed data in wireless fading channels. Future wireless links are to support enormous number of multimedia subscribers, which is possible only if some sort of capacity enhancement techniques is invoked in code division multiple access system. Capacity of CDMA systems is not hard limited like FDMA (bandwidth limited) or TDMA (time slot limited). It is soft and can be increased by reducing the bit error rate (BER). Lesscr the amount of intervene offered by the coexisting users lesser will be the BER and more will be the number of users sharing the spectrum. Hence, by adapting proper BER reduction techniques, it is possible to inch the capacity to the extent possible. 'Iha BER psrfomuacc of tha MC CDMA rygam is miwed by multi-umtatorfonooe, due to the &mug the budwidth. latdmnw crnwlhtioa (a:huiques ue applied to du rteiva to trckle this intdbnce. D&mt hvwyr of in- unalhthion schemes an available.. This hybrid scheme is a simpk. faste~a nd reliable method. The pcrfomo f the receiver is studied as cornpusd to a detector without interference cancellation. Improvements in perform of p.nllel interference cancellation can be achieved by using multiple stages of the crncellrtion unit. Similarly performance of HIC receiver can also be improved. nK PIC part of HIC is made iterative. As a further analysis the performance of iterative PIC and iterative HIC are compand in terms of computatio~i complexity and enur

performance and an optimum receiver is arrived at. Apart from canceling the interference through interference cancellation receiver, interference can be effectively reduced through

power control techniques. Power control algorithms can be implemented both in the forward link and reverse link. Target QoS driven subcarrier allocation and power control algorithm is proposed for the forward link. The algorithm ensures minimum utilization of the subcarriers and their power which ultimately reduces the interference in air in the forward link to a greater extent. To reduce the interference in the reverse link a dynamic and precise SIR based reverse link power control algorithm is followed. Both the algorithms ensure reduction in interference, increment in capacity in spite of maintaining target QoS.

The BER of MC CDMA system can still be reduced by proper synchronization schemes. The different levels of synchronization in digital communication are carrier synchronization, symbol synchronization, frame synchronization and network synchronization. Data aided synchronization and non-data aided synchronization are the two fundamental ways in which these different levels can be implemented. In data aided synchronization, a preamble, containing the timing and frequency information, is transmitted along with the data signal. In non-data aided synchronization, the receiver has the task of establishing synchronization by extracting the timing information from the modulated signal. Non-data aided synchronization is quite sensitive to noise as bandwidth is not wasted for synchronization. Due to the use of large number of users, MC CDMA systems are sensitive to synchronization errors. Hence synchronization is very

much essential. The algorithm for synchronization in MC CDMA systems in this thesis is of non-data aided type and synchronization is achieved through virtual subcarriers which are not utilized by any user. The next level of synchronization in an OFDM based system is the identification of the OFDM symbol boundary which is normally referred as frame synchronization.

In summary, this work studies different techniques to enhance the capacity of MC CDMA system through BER reduction so that apart from increasing the capacity quality is also ensured.

BIOMARKERS OF GESTATIONAL DIABETES MELLITUS**Davina Hijam^{1*}, Niketa Ashem²*****¹Regional Institute Of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Biochemistry, Imphal, India.****²Regional Institute Of Medical Sciences, Senior Resident, Department of Biochemistry, Imphal, India****ABSTRACT**

Gestational diabetes mellitus is an independent type of diabetes defined as glucose intolerance, with first recognition arising during pregnancy (mostly in the second trimester between the 24th and 28th week of gestation) and resolving after pregnancy. Its pathophysiology is unclear; potential causes include genetic modification, placental hormone dysregulation, or β -cell damage (which is comparable to type 1 diabetes). Conventional GDM biomarkers include insulin, C-peptide, HOMA IR, Leptin, adiponectin etc. Metabolomics studies have shown that branched amino acids (BCAAs) and aromatic amino acids are associated with T2DM and GDM. Indeed, numerous studies have shown that inflammatory markers could predict GDM as early as the first trimester of pregnancy.

Key words: gestational diabetes, pregnancy, biomarkers, diagnosis

ANTIOXIDANT PROPERTIES OF *ASPERGILLUS CREBER***SAKHRI Fatma Zahra¹, Sakhri Afaf^{*2}**¹ *Higher National School of Biotechnology, Constantine, Algeria*² *Department of Medicine, Faculty of Medicine, University of Batna2, Batna, Algeria***Abstract**

Filamentous fungi are well known for their ability to produce substances with antioxidant activities. Among the species belonging to the *Aspergillus* genus, *Aspergillus creber* has been poorly studied and still unexplored for its biological activities. In this study ethyl acetate crude extract of *A. creber* was investigated for its antioxidant ability.

The production of active metabolites was done in erlenmeyer flasks contain Czapeck Dox Yeast submerged medium. The ethyl acetate extract of the obtained filtrate was tested for its antioxidant activity using DPPH, ABTS and reducing power assays. The obtained results showed that *A. creber* has excellent radical scavenging activities of DPPH • and ABTS • radicals and a strong reducing power. In fact, *A. creber* extract showed a significant capacity to trap DPPH • and ABTS • free radicals with IC₅₀ values of $108.76 \pm 1.02 \mu\text{g} / \text{ml}$ and $90.82 \pm 0.61 \mu\text{g} / \text{ml}$ respectively, comparing to the ascorbic acid which neutralized DPPH• and ABTS+• free radicals with an IC₅₀ of $100.33 \pm 1.14 \mu\text{g}/\text{ml}$ and $84.66 \pm 0.95 \mu\text{g}/\text{ml}$, respectively. The determination of total polyphenols by the Folin-Ciocalteu method showed a significant content of polyphenolic compounds. Based on the obtained results, *A. creber* could be outstanding source of novel bioactive compounds with antioxidant activity. Moreover, it is important to emphasize, that this work is the first one to have shown the ability of *A. creber* to produce molecules with antioxidant activity. These results are promising and are considered to be a remarkable advance in the research of natural bioactive substances from filamentous fungi.

Keywords: ABTS; Antioxidant; *Aspergillus creber*; DPPH; reducing power.

BIOMARKERS IN OBESITY – AN OVERVIEW**Davina Hijam ¹, Bidyarani Haobam ²****1 -Associate Professor 2- Post graduate trainee****Institute name - Biochemistry Department, Regional Institute of Medical Sciences,
Imphal, Manipur-795004 INDIA****University – Manipur University****Abstract**

The World Health Organization (WHO) defines obesity as “a condition of abnormal or excessive fat accumulation in adipose tissue, to the extent that health may be impaired”. The prevalence of overweight and obesity has increased dramatically in recent decades around the world in both children and adults, reaching epidemic proportions. The rise in childhood obesity is especially concerning, highlighting an urgent need to counteract risk for future generations. Obesity is a well established risk factor for coronary heart disease (CHD), hypertension, stroke, ventricular dysfunction, congestive heart failure, cardiac arrhythmias, and type 2 diabetes, but also certain types of cancer, including colorectal cancer, renal cell carcinoma, postmenopausal breast cancer, esophageal adenocarcinoma, pancreatic cancer, endometrial cancer, and liver cancer. The biomarkers of obesity include biomarkers of glucose–insulin homeostasis (insulin, insulin-like growth factors and C-peptide), adipose tissue biomarkers (adiponectin, omentin, apelin, leptin, resistin, and fatty-acid-binding protein-4), inflammatory biomarkers (C-reactive protein, interleukin 6, tumor necrosis factor) and omics-based biomarkers (metabolites and microRNAs). It is found that in obesity there is increase in insulin, c-peptide, increase in adipose tissue biomarkers like leptin, resistin, FABP4 and decrease in other adipose tissue biomarkers like adiponectin, apelin, omentin, increase in inflammatory biomarkers like interleukin 6, interleukin 1 beta, interferon-gamma, tumor necrosis factor and C-reactive protein, metabolites like branched chain amino acids are found to be increase in obesity and few microRNAs are more expressed in obesity. It is also found that seven glycosylation-related genes, ACER2, STX17, ARF5, GPC4, ENTPD5, NANP, and DPY19L2, that might play key roles in the development of obesity. The biomarkers gives important insights in obesity-related disease etiology and pathophysiological pathways and may be used to better characterize obese persons at high risk of disease development and target disease-causing biomarkers in personalized prevention strategies.

Keywords: obesity, complications, biomarkers

**PERFORMANCE EVALUATION OF HIGH-QUALITY CONCRETE
MANUFACTURED USING A TERNARY BINDER: A COMPARATIVE STUDY OF
PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES**

Rahim Ouahab^{1*}, Laid Bouchaala¹, Yahi Takai eddine¹, Afri Amira¹, Belhaoues Saber¹

¹Environmental Research Center, Alzon, BP.72 A, Menadia, Annaba, Algeria

Abstract :

This study aims to explore the potential of using a ternary binder composed of cement, silica fume, and blast furnace slag in the production of high-performance concrete (HPC). The focus was on evaluating the impact of this binder on the physical and mechanical properties of concrete, with particular attention to the role of blast furnace slag as a partial cement replacement.

The research methodology was characterized by a comparative study between concrete manufactured using the ternary binder and conventional reference concrete. Several factors were analyzed, including compressive strength, density, porosity, and capillary network structure.

Results showed that the concrete produced using the ternary binder achieved performance similar to the reference concrete in terms of strength and physical properties. However, it was distinguished by additional advantages related to sustainability and environmental impact.

A significant improvement in the microstructure of the concrete was observed, where the use of fine materials (fillers) led to increased density and reduced porosity. The pozzolanic activity of silica fume and blast furnace slag also contributed to the formation of secondary hydrates, enhancing the concrete's strength and durability.

The findings of this study indicate that the use of the ternary binder in the production of high-performance concrete represents a promising step towards more sustainable construction. It not only provides technical advantages but also offers significant economic and environmental benefits, making it an attractive option for the future construction industry.

Keywords : High-performance concrete, ternary binder, cement, silica fume, blast furnace slag, physical and mechanical properties, sustainability.

WATER RESOURCES: TREATMENT AND REUSE OF WASTEWATER IN ALGERIA

BOUCHAALA Laid^{1,2*}, AFRI Amira¹, RAHIM Ouahab¹, CHARCHAR Nabil², Grara noudjoud³, GHARIB Abdelfettah², DOUH Mourad²

¹Environmental Research Center (CRE), Annaba, Algeria.

0000-0001-8278-810X

²Centre de Recherche en Biotechnologies (C.R.Bt), Constantine, Algérie.

³Faculty of Natural and Life Sciences and Earth and Universe Sciences, Department of Biology, University of 8 Mai 1945 Guelma, P.O. BOX: 401, 24000 Guelma, Algeria

Abstract:

This study constitutes an analysis of statistical and scientific data on water resources in Algeria, with a particular focus on the treatment and reuse of wastewater. To this end, a field survey was conducted by a research team, collecting data from relevant organizations such as the Ministry of Water Resources (MRE), the National Sanitation Office (ONA), Wastewater Treatment Plants (WWTP), and Lagoon Stations (LS) in Algeria. The results obtained reveal that water resources, including surface water and groundwater, amount to 18 billion m³. However, they remain largely insufficient compared to the increasing demand of the population. Regarding treatment and purification infrastructure, their number has significantly increased in recent years, with 200 WWTPs and 350 pumping stations. The annual volume of wastewater generated by the Algerian population amounts to 927 million m³/year, of which 700 million m³/year are treated by the ONA and reused in industrial activities (3.1 million m³/year) and for agricultural irrigation (3.4 million m³/year). the ONA managed 108 operational WWTPs, including 60 LS. The MRE has 97 dams for storing 9.1 billion m³ of water.

Keywords: Algeria, water resources, wastewater, wastewater treatment plant, wastewater reuse.

FEATURE SELECTION FOR FACE RECOGNITION**Seyyid Ahmed Medjahed, Aicha BenelhadjDejelloul****Department of Computer Science, University of Relizane, Algeria****Abstract**

Feature selection is a critical step in the development of robust face recognition systems. This paper presents an innovative approach to feature selection for face recognition, employing Simulated Annealing (SA) as the optimization technique. Our method leverages the Pyramid Histogram of Oriented Gradients (PHOG) for feature extraction, which effectively captures spatial and gradient information in facial images. By integrating PHOG with SA, we aim to enhance the discriminative power of the selected features while reducing computational complexity. The experimentation is conducted on the Olivetti face images dataset. Experimental results demonstrate the efficacy of our approach, showing significant improvements in recognition accuracy and processing speed compared to traditional methods. This study highlights the potential of combining advanced feature extraction techniques with sophisticated optimization algorithms to advance the field of face recognition.

CHALLENGES IN DISCHARGE ESTIMATION IN NORTH AFRICA: ANALYSIS OF HYDROLOGICAL REGIMES OF RIVERS IN ALGERIA

YAHY Takai Eddine⁽¹⁾, Ouahab Rahim⁽¹⁾, Tabet Trirat⁽¹⁾, Driouche Youssouf⁽¹⁾, Afri Amira⁽¹⁾, Ali Rachedi Sofiane⁽¹⁾, Benabbas Khaled⁽¹⁾.

Environmental Research Center (CRE) - Annaba, Algeria ,

Abstract :

Natural watercourses play a critical role in meeting freshwater demands across domestic, agricultural, and industrial sectors. However, rising consumption and the impacts of climate change underscore the necessity for a thorough understanding of hydrological regimes. This study focuses on the pronounced seasonal variations in river flow rates in North Africa, particularly during flood events, which can severely impact water quality and watershed dynamics. Accurate flow measurement, especially during flood conditions, remains challenging, leading to significant uncertainties and a dependence on empirical models in ungauged areas. The research examines five rivers in central Algeria, utilizing gauging station data and applying the Chiu method for hydrological analysis. The results reveal the highly variable flow patterns and substantial sediment transport characteristic of these rivers, highlighting the pressing need for enhanced water management strategies to address these environmental challenges.

Keywords : Watercourse. Statistical, flow, hydrological.

COMPARISON OF CLOSED-FORM ANALYTICAL STRESS MODELS FOR TUBULAR ADHESIVE JOINTS

André E.S. Pinheiro¹, Raul D.S.G. Campilho^{1,2*}

^{*1}Department of Mechanical Engineering, ISEP – School of Engineering, Polytechnic Institute of Porto, R. Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, Portugal.

²Institute of Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering (branch Faculty of Engineering of University of Porto), Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal. ORCID: 0000-0003-4167-4434

ABSTRACT

Adhesive joints are becoming increasingly prevalent in the design of mechanical structures, due to the significant advantages of this technique compared to traditional joints. The fact that adhesive joints have a good performance-to-weight ratio, as well as the good ability to join different materials without damaging the structures to be bonded, are major advantages of this type of joints. Commercial adhesives range from strong and brittle (e.g., the Araldite[®] AV138) to less strong and ductile (e.g., the Araldite[®] 2015). A new family of polyurethane adhesives combines high strength and ductility (e.g., the Sikaforce[®] 7752). This work compares the tensile performance of the three above mentioned adhesives, in aluminium tubular joints (AW6082-T651), as a function of different overlap lengths (L_o). In this comparison, an analytical analysis is carried out, whose results are also compared with a numerical analysis using cohesive zone models (CZM) and with the experimentally obtained joint strength. The analytical analysis was carried out using two analytical methods, from a simpler and more direct formulation, in which peel (σ_y) and shear stresses (τ_{xy}) were analysed, and subsequently, continuum mechanics criteria were used to infer the joint strength. This study allowed to verify that the analytical methods predict a slightly different behaviour, in terms of shear stress distributions, compared to those obtained numerically. The analytical and numerical approaches followed here resulted in similar strength predictions, indicating the validity of the methodology. There is a difference between these results and the experimental data, this is due to the linear-elastic nature of the formulations. Nevertheless, their similar behaviour at small strains, indicates that this approach is acceptable for such conditions.

Keywords: Structural adhesive, Adhesive joints, Tubular adhesive joint, Strength prediction, Analytical model.

SEISMIC ANALYSIS OF MULTI-STORIED BUILDING RESTING ON HILLY REGIONS IN INDIA

Subhashish Dey

Department of Civil Engineering, Seshadri Rao Gudlavalleru Engineering College,
Gudlavalleru, Andhra Pradesh, India

Abstract

In many countries, without exception to India, towns and cities are being developed nearby hilly regions also. Due to scarcity of plain terrains, construction of multi-storied buildings are extended to hilly regions causing vertical irregularities in such buildings. During an earthquake, the dynamic behavior of the structures on hilly slopes will be different in terms of natural time periods and displacements compared to those constructed on plain regions. Examples of severe damages or collapse of buildings, witnessed during 2001 Bhuj, 2011 Sikkim and 2015 Nepal earthquakes, made researchers to study the response of structures standing on hilly regions. In the present study, a multi-storied building (G+5), resting on different slopes like 15° , 30° , 45° in hilly regions with stepped back configuration, is chosen for study. The response parameters like natural frequencies, time periods, base shears and displacements are worked out and the results are compared with those when similar building rests on plain region. The vertical irregularity of building causes short column effect particularly in lower parts of stories attracting more shears in columns, which influences the response of the building during an earthquake. The results obtained using “STAAD Pro” software are compared with those of results obtained from manual calculations and the variation is less.

Keywords: *Building on hilly regions, natural frequencies, time periods, short column effect, base shear, displacements, and software (MAT LAB and STAAD PRO)*

TESTING DUAL ADHESIVES IN ALUMINIUM-ADHEREND STEP LAP JOINTS**Diogo F.T. Carvalho¹, Raul D.S.G. Campilho^{1,2*}**

***¹Department of Mechanical Engineering, ISEP – School of Engineering, Polytechnic Institute of Porto, R. Dr. António Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, Portugal.**

²Institute of Science and Innovation in Mechanical and Industrial Engineering (branch Faculty of Engineering of University of Porto), Rua Dr. Roberto Frias, 400, 4200-465 Porto, Portugal. ORCID: 0000-0003-4167-4434

ABSTRACT

The constant search for new and more efficient production methods leads industry to increasingly adopt adhesive bonding. This joining method aims to replace conventional joining methods such as bolting/riveting and welding and is already prevalent in the aeronautics and automotive industries. One of the main allies to the widespread use of this type of joint is the development of highly accurate computer-aided numerical methods capable of assisting in the design and joint strength prediction, leading to validation of different solutions and respective industrial implementation. Different modifications to the conventional designs are addressed in the literature to achieve the best results, including geometrical and material modifications. In this work, the strength of single and double-adhesive single-step joints in aluminium adherends of the AW 6082-T651 is experimentally and numerically studied for different overlap lengths (L_o). Three types of adhesives were considered, from brittle to ductile, along with different adhesive combinations in the dual-adhesive technique. The experimental work was mainly used for numerical model validation. The numerical analysis took advantage of triangular cohesive zone models (CZM) and included the study of peel and shear stresses, strength, and energy to failure. It was possible to validate the CZM accuracy by comparison with the experimental data. The analysis carried out showed that the two-adhesive technique did not reveal significant increases in strength compared to single-adhesive joints, although in the damage tolerance and dissipated energy the performance increase is noticeable, especially in joints with higher L_o .

Keywords: Adhesive joint, Structural adhesives, Cohesive zone models, Dual-adhesives.

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF NiAl-, ZnAl- AND NiZnAl-LDH/PVA NANOCOMPOSITE**Ofeliya O. BALAYEVA*****Department of Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan****ORCID:0000-0003-4403-6948****Abstract**

Layered double hydroxides are 2D anionic clay nanomaterials, whose main advantage is intercalation with functional compounds and exfoliation in polymer matrix to get wide applications.

For the preparation of Ni, Zn and Al-based bi- and trimetallic layered hydroxides into polyvinyl alcohol (PVA) matrix, the amount of Ni (II) and Zn (II) ions has been taken equal to each other, and the molar ratio of M^{2+}/M^{3+} was 3. The diffractograms of NiZnAl-LDH/PVA nanocomposites matches that of ZnAl-LDH/PVA, but characteristic peaks falls at a slightly lower diffraction angle. Although the additional peaks form the majority at the diffractogram of NiAl-LDH/PVA, the peaks corresponding to hydrotalcite structures are the same with NiZnAl-LDH/PVA. For this reason, ZnAl-LDH/PVA became dominant in triple metal-containing LDH and no additional phases corresponding to nickel oxide and hydroxide appear. The basal spacing of NiZnAl-LDH/PVA is $d_{(003)}=7.72\text{\AA}$ which is higher than NiAl-LDH/PVA ($d_{(003)}=7.68\text{\AA}$) and ZnAl-LDH/PVA ($d_{(003)}=7.36\text{\AA}$).

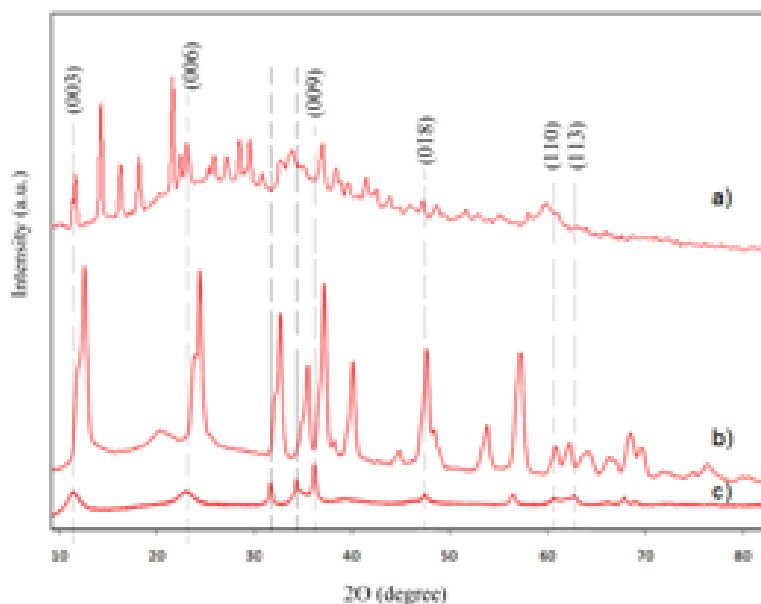


Figure 1. X-ray diffractograms of NiAl-LDH/PVA (a), ZnAl-LDH/PVA (b) and NiZnAl-LDH/PVA (c) nanocomposites.

Bandgap and Urbach energy were calculated based on the absorption spectra of the obtained nanocomposites. The large basal distance of the trimetallic NiZnAl-LDH/PVA nanocomposites was confirmed by the low E_g value (Table 1).

Table 1. Bandgap values of obtained nanocomposites.

Sample	E_{g1} (eV)	E_{g2} (eV)	E_{g3} (eV)
NiAl-LDH/PVA	1.5	2.6	4.5
ZnAl-LDH/PVA	3.1	3.2	4.8
NiZnAl-LDH/PVA	2.2	3.0	3.9

Keywords: layered double hydroxide, polyvinyl alcohol (PVA), nanocomposite.

PHYTOCHEMICAL SCREENING AND ANTIFUNGAL ACTIVITY OF A MEDICINAL PLANT FROM TWO DISTINCT GEOGRAPHICAL AREA

**Roumeila ZERROUK*^{1,2} , Charif GUIASSA^{1,2} ,
Sihem BOUDERMINE¹ ,Tarek BOUDIAR³ , Faycel DJAZI ²**

¹ *Département de chimie, faculté des sciences , Université 20 Août 1955-SKIKDA, Algérie.*

² *laboratoire physico-chimie des surfaces et interfaces, Faculté des sciences, Université 20 Août 1955 -Skikda*

³ *Laboratoire analyses qualités, centre national de recherche en biotechnologie(CRBT)*

summary :

Apiaceae is a family of mostly aromatic flowering plants and commonly known as the celery ,consist of about 55 genera and 130 species , is an endemic plant1 traditionally used as an infusion to treat headache, fever, diarrhea, and vitiligo2 and is also added as a spice in some recipes.

This contribution concerns the biological evaluation of a species of the apiaceae family in Algeria. After extraction of the aerial parts of the plant tests were carried out on the different biological activities antioxidant (reducing power assay and ABTS assay and) and antifungal of its extracts in solvents of increasing polarity . Plants are rich in a wide variety of secondary metabolites such as flavonoids content ,phenolic content .

The antioxidant activity ABTS and reducing power assay shows that the Algerian flora is much stronger.

Activity ABTS assay

Algeria plant IC₅₀ (1.06±0.03)

Activity reducing power assay

Algeria plant IC₅₀ (14.60±0.73)

These results suggest that extract of a plant might be promising for the treatment or prevention of many diseases associated with oxidative damage. Further researches needed to identify and isolate the active principles present in this extract which could be useful for pharmaceutical purposes.

Keywords : medicinal plant, Apiaceae family, antifungal , Antioxidant activity, biological .

DURABILITY OF SAND CONCRETES BASED ON GRANULATED SLAG LOADED WITH PLANT AGGREGATES IN SULPHATE ENVIRONMENTS

Yasmina Biskri ¹

1. Higher Normal School of Technological Education, Skikda. Algeria

Abstract

Due to the characteristics of sand concrete to ordinary concrete, we recall: workability, cohesion and absence of segregation, it will be necessary to develop the exploitation of this type of concrete and improve its properties.

The objective of this work is to evaluate the durability of sand concrete based on granulated slag in partial substitution for cement with respect to external sulphate attack and to make a contribution to optimize the formulation of sand concrete within the framework of the valorization of local materials, with the use of additions, in order to ensure adequate protection for the concrete. And to improve the compressive strength, tensile strength by bending, we proposed to formulate a sand concrete with plant fibers (date palm fibers).

This study demonstrated that the use of dune sands, and the use of slag filler with a superplasticizer have a positive effect on the rheological and mechanical behavior of sand concrete; After one year of storage in an environment rich in magnesium sulfate ($MgSO_4$), damage was observed, resulting in a drop in mechanical strength and a loss of mass that differs from one concrete to another. Sand concretes based on granulated slag show the lowest reductions in strength.

Keywords: Granulated slag, Sulfate attack, Durability, Mechanical resistance.

OPTIMISING WASTE MANAGEMENT: DIGITAL STRATEGIES AND SOLUTIONS TO COMBAT POLLUTION. THE CASE OF ALGIERS (ALGERIA)

*Dr KEBAILI Ferial Kheira,¹ Dr AOUISSI Hani Amir², Dr GASMI Intissar³,
Dr ZERIRI Ibtissem⁴, Dr CHENITI Hamza⁵,*

¹Environmental Research Center (CRE), Annaba 23000, Algeria,

²Environmental Research Center (CRE), Annaba 23000, Algeria,

³Environmental Research Center (CRE), Annaba 23000, Algeria,

⁴Environmental Research Center (CRE), Annaba 23000, Algeria,

⁵Environmental Research Center (CRE), Annaba 23000, Algeria.

Abstract :

In general, the digitisation of a city is generating a plurality of actors, including not only the private sector but also citizens, thereby encouraging urban social movements. For a smart city, public authorities must promote investment, while placing the citizen at the centre of their approach.

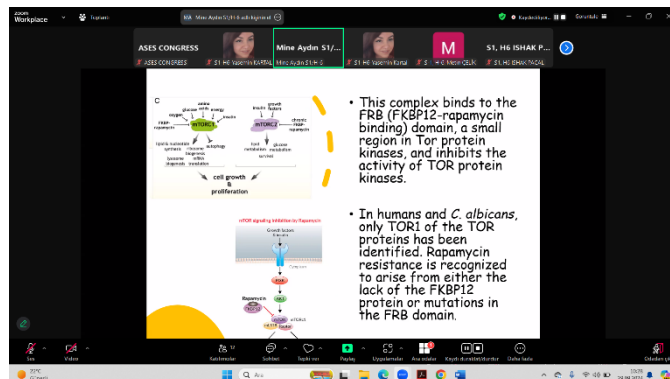
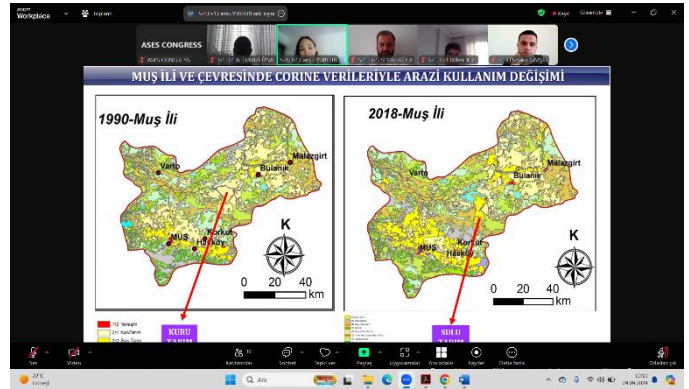
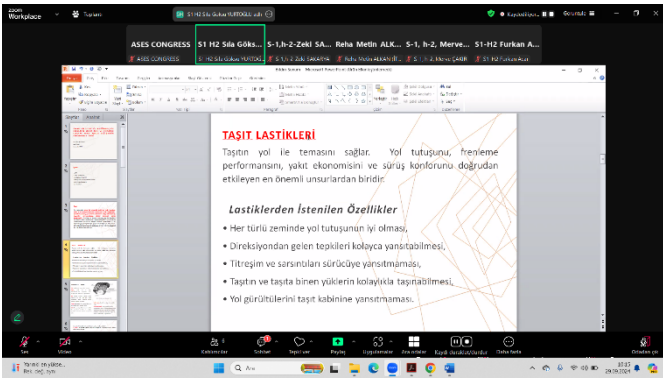
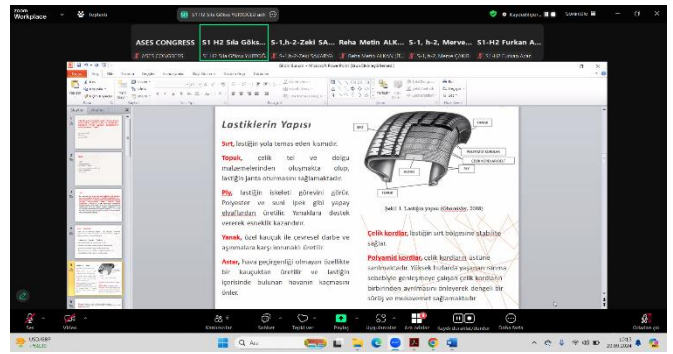
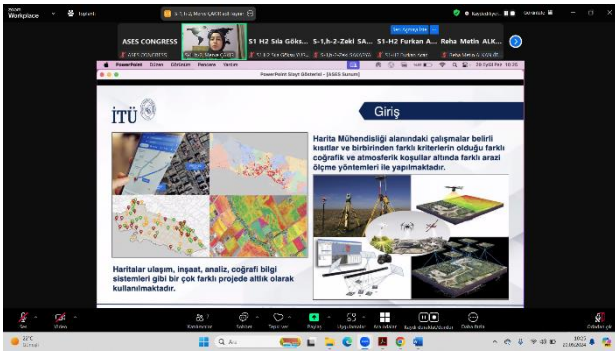
Digitisation aims to improve the well-being of citizens, meeting their needs in an individualised and optimised way, while integrating new technologies for better urban management, particularly in waste management.

Our study aims to provide answers to the problem of managing household and similar waste in Algeria (specifically in the wilaya of Algiers), by highlighting the importance of the strategies and the use of digital tools in this field.

In this study, statistical analyses were combined with a geospatial analysis to determine the factors that generate this waste. Then, we proposed a decision-making tool and the creation of a web platform in the field of household and similar waste management to improve the situation.

Keywords : Digitisation, Household, Waste Management, Web Platform, Algiers.

CONGRESS PHOTOS



CONGRESS POSTER



IX. INTERNATIONAL HEALTH, ENGINEERING AND SCIENCE CONGRESS

ONLINE AND FACE-TO-FACE
PARTICIPATION ALTERNATIVE



Final Summary
Sending date
21 September 2024



Congress Dates
27-29 September 2024



Congress Venue
ANKARA HACI BAYRAM
VELİ ÜNİVERSİTESİ

asesfen@gmail.com

www.asescongress.com

0507 945 44 06 - 0506 588 56 06 - 0850 474 30



T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen Fakültesi Dekanlığı



Sayı : E-71088704-903.07.02-1508109
Konu : (31-27035) Doç. Dr. Pınar ACAR
BOZKURT'un Düzenleme Kurul Üyesi
olarak Görevlendirilmesi hk.

06.09.2024

KİMYA BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 06.09.2024 tarihli ve E-91030272-903.07.02[903.07.02]-1507269 sayılı yazınız.

Bölümünüz öğretim üyelerinden Doç. Dr. Pınar Acar Bozkurt'un 2547 sayılı Kanun'un 39. maddesi uyarınca Ases Kongre Organizasyon Yayıncılık LTD. ŞTİ. tarafından 27-29 Eylül 2024 tarihleri arasında Ankara'da düzenlenecek olan IX. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresine Düzenleme Kurulu Üyesi olarak görevlendirilmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini saygı ile rica ederim.

Prof. Dr. Burcu ÜNGÖR
Dekan V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu: 63B82A26-3604-422F-A499-D987384B2D12 Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ankara-universitesi-ebys>

Beşevler 10. Yıl Yerleşkesi Döğol Caddesi 06100 Tandoğan / ANKARA
Telefon No: 0312 216 86 00 Belge Geçer No: 0312 216 89 00
e-posta: fen@ankara.edu.tr / internet adresi: <http://www.science.ankara.edu.tr>
Kep Adresi: ankunvrek@ankuni.hs01.kep.tr

Bilgi için: Selma ARSLAN
Bilgisayar Uzmanı
Telefon No: (312) 216 86 00-8628
E-Posta: arslans@ankara.edu.tr





ASES
KONGRE ORGANİZASYON YAYINCILIK LTD. ŞTİ.



Sayı : T-100-92
Konu : Akademik Teşvik Uygunluk Belgesi

14.10.2024

İLGİLİ MAKAMA

Ases Kongre Organizasyon Yayıncılık LTD. ŞTİ. tarafından 27-29 Eylül 2024 tarihleri arasında Ankara'da düzenlenen IX. International Health, Engineering and Sciences Congress'te sunulan bildirimler çift kör hakem tarafından değerlendirilmiş olup gerek bilim kurulu gerekse de düzenleme kurulu olarak uluslararası niteliktedir. Çalışmaların % 55'ini yurtdışından katılan akademisyen ve araştırmacılar tarafından sunulmuştur. Kongremiz akademik teşviğe uygundur. Kongre katılımcı ülke bilgileri ve katılımcı sayıları aşağıdaki gibidir.

Toplam bildiri sayısı: 79

Türkiyeden sunulan bildiri sayısı: 35

Türkiye dışından sunulan bildiri sayısı: 44

Katılımcı ülke sayısı: 15 ülke

Kongreye katılan ülkeler ve bildiri sayıları: Cezayir (13 bildiri), Hindistan (7 bildiri), Azerbaycan (3 bildiri), İran (3 bildiri), Malezya (3 bildiri), Kazakistan (3 bildiri), Romanya (2 bildiri), Nijerya (2 bildiri), Portekiz (2 bildiri), KKTC (2 bildiri), İtalya (1 bildiri), Fas (1 bildiri), Pakistan (1 bildiri), Sudan (1 Bildiri)

Gereğini arz ederim.

Prof. Dr. ADNAN SÖZEN
Düzenleme Kurulu Başkanı

14.10.2024

ISBN: 978-625-95080-4-7

ASES PUBLICATIONS – 2024©