



AUGUST 26-30, 2019
PRIZREN, KOSOVO

ABSTRACTS & PROCEEDINGS BOOK

ICONST'19



**2nd INTERNATIONAL CONFERENCES
ON SCIENCE AND TECHNOLOGY**

ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY



KUTBİLGE
Association of Academicians



www.iconst.org

ICONST EST 2019

International Conferences on Science and Technology

Engineering Science and Technology

August 26-30 in Prizren, KOSOVO

ABSTRACTS & PROCEEDINGS BOOK

ICONST EST 2019

International Conferences on Science and Technology

Engineering Science and Technology

August 26-30 in Prizren, KOSOVO

Editors

Dr. Mehmet Kılıç
Dr. Kürşad Özkan
Dr. Mustafa Karaboyacı
Dr. Kubilay Taşdelen
Dr. Hamza Kandemir
MSc. Abdullah Beram

Technical Editors

MSc. Serkan Özdemir
MSc. Doğan Akdemir
MSc. Tunahan Çınar

Cover design & Layout

MSc. Kubilay Yatman

Copyright © 2019

All rights reserved. The papers can be cited with appropriate references to the publication. Authors are responsible for the contents of their papers.

Published by

Association of Kutbilge Academicians, Isparta, Turkey
E-Mail: kutbilgescience@gmail.com

ISBN: 978-605-68864-2-3

ICONST EST 2019

International Conferences on Science and Technology

Engineering Science and Technology

August 26-30 in Prizren, KOSOVO

Scientific Honorary Committee

Prof. Dr. Ismet TEMAJ, University of Prizren, KOSOVO
Prof. Dr. İbrahim DİLER, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
Prof. Dr. Edmond HAJRİZİ, University for Business and Technology, KOSOVO
Prof. Dr. Fadıl HOCA, International Vision University, MACEDONIA
Prof. Dr. Harun PARLAR, Parlar Research & Technology-PRT, GERMANY
Prof. Dr. Perihan PARLAR, Parlar Research & Technology-PRT, GERMANY
Prof. Dr. Ahmad Umar, Science of Advanced Materials, KINGDOM OF SAUDI ARABIA
Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ, Suleyman Demirel University, TURKEY
Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
Prof. Dr. Mehmet KILIÇ, Suleyman Demirel University, TURKEY

Organizing Committee

Dr. Mustafa Karaboyacı, Suleyman Demirel University, TURKEY
Dr. Hamza Kandemir, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
Dr. Kubilay Taşdelen, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
MSc. Abdullah Beram, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
Ma. Ergin Kala, University of Prizren, KOSOVO

Technical Committee

MSc. Serkan Özdemir, Isparta University of Applied Science, TURKEY
MSc. Doğan Akdemir, Balıkesir University, TURKEY
MSc. Mustafa Uğur, Suleyman Demirel University, TURKEY
MSc. Fatih Yiğit, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
MSc. Tunahan Çınar, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
Dr. Refika Ceyda Beram, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY

ICONST EST 2019

International Conferences on Science and Technology

Engineering Science and Technology

August 26-30 in Prizren, KOSOVO

Scientific Committee

- Dr. Abdullah Avey, Suleyman Demirel University, Turkey
Dr. Alev Akpınar Borazan, Bilecik Seyh Edebali University, Turkey
Dr. Amer Kanan, Al-Quds University, Palestine
Dr. Andrea G. Capodaglio, University of Pavia, Italy
Dr. Apostolos Kiritsakis, Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki, Greece
Dr. Ayodeji Olalekan Salau, Obafemi Awolowo University, Nigeria
Dr. Aziz Şencan, Suleyman Demirel University, Turkey
Dr. Cristian Fosalau, Technical University of Iasi, Romania
Dr. Driton Vela, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Eda Mehmeti, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Elvida Pallaska, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Ernek A. Aubakirov, Al – Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
Dr. Fecir Duran, Gazi University, Turkey
Dr. Gauss M. Cordeiro, Federal University of Pernambuco, Brazil
Dr. Gholamhossein Hamedani, Marquette University, USA
Dr. Gülcan Özkan, Süleyman Demirel University, Turkey
Dr. Ines Bula, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Izabela Zimoch, Silesian University of Technology, Poland
Dr. Joanna Boguniewicz-Zabłocka, Opole University of Technology, Poland
Dr. Kari Heliövaara, University of Helsinki, Finland
Dr. Kłosok-Bazan Iwona, Opole University of Technology, Poland
Dr. Kubilay Akçaözöglü, Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey
Dr. Leyla Tavacıoğlu, Istanbul Technical University, Turkey
Dr. Lulzim Beqiri, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Mathew Ademola Jayeola, Obafemi Awolowo University, Nigeria
Dr. Mehmet Kılıç, Suleyman Demirel University, Turkey
Dr. Mehmet Kitiş, Suleyman Demirel University, Turkey
Dr. Merita Barani, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Meruyert Kaygusuz, Pamukkale University, Turkey
Dr. Mevlüt Ersoy, Suleyman Demirel University, Turkey
Dr. Mirosław Kwiatkowski, AGH- University of Science And Technology, Poland
Dr. Mohd Aswadi Bin Alias, University Kuala Lumpur- Bm1, Malaysia
Dr. Muhamet Ahmeti, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Mustafa Ögütçü, Çanakkale Onsekiz Mart University Turkey
Dr. Naushad Ali Mamode Khan, University of Mauritius, Mauritius
Dr. Nicholas Baldacchino, Malta College of Arts, Science & Technology, Malta
Dr. Rahmon Ariyo Badru, Obafemi Awolowo University, Nigeria

Dr. Ramazan Őenol, Suleyman Demirel University, Turkey
Dr. Salina Muhamad, Universiti Selangor, Malasıa
Dr. Sami Makolli, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Serhat Oğuzhan Kıvrak, Hitit University, Turkey
Dr. Shpend Dragusha, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Őule Sultan Uğur, Suleyman Demirel University, Turkey
Dr. Valmir Hoxha, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Vehebi Sofiu, University for Business and Technology, Kosovo
Dr. Vincenzo Naddeo, University of Salerno, Italy
Dr. Zhandos T. Mukayev, Shakarim State University of Semey, Kazakhstan

ICONST EST 2019

International Conferences on Science and Technology

Engineering Science and Technology

August 26-30 in Prizren, KOSOVO

Participants Outside Turkey

Arjana Zhubi	Kosovo
Belma Gjergjizi	Kosovo
Biljana Zlaticanin	Montenegro
Bojan Milovanovic	Croatia
Burbuqe Hydaverdi	Kosovo
Dimitrios Kalderis	Greece
Drenushe Fidani	North Macedonia
Dulat Kalitov	Kazakhstan
Enrico Pietrogrande	Italy
Gani Haxhijaj	North Macedonia
Izabela Zimoch	Poland
Iwona Kłosok-Bazan	Poland
Joanna Boguniewicz- Zablocka	Poland
Luan Thanh Pham	Vietnam
Mirjana Čurlin	Croatia
Mirosław Kwiatkowski	Poland
Ramije Zeqiri	North Macedonia
Sandra Kovacevic	Montenegro
Vehebi Sofiu	Kosovo
Yasemin Hoca	North Macedonia

ICONST EST 2019

International Conferences on Science and Technology Engineering Science and Technology

August 26-30, in Prizren, Kosovo

Contents

Ecologic Evaluation of Restorated Vernacular Settlements: A case study in Ibradi <i>Meryem Elif Çelebi Karakök, Kemal Reha Kavas, Hacer Mutlu Danaci, İbrahim Bakir</i>	Oral Presentation	1
Synthesis and Characterization of SnO ₂ Nanoparticles with Enhanced Photocatalytic Activity <i>Muhammet Hüseyin Orhan, Handan Kamış, Bircan Haspulat-Taymaz</i>	Oral Presentation	2
Comparison of Algorithms and Technologies 2G, 3G, 4G and 5G <i>Ramije Zeqiri, Florim Idrizi</i>	Oral Presentation	3
Estimating the Health Risks of Radon in Drinking Water from Mokre Intake <i>Izabela Zimoch</i>	Poster Presentation	4
Analysis of Changes in THMS Concentration during the Operation of Small Swimming Pool Installation <i>Iwona Kłosok-Bazan, Joanna Boguniewicz-Zabłocka, Gabriela Kawiak</i>	Poster Presentation	5
Raising Learning Outcomes through Interactive Workshops in the Classroom <i>Arjana Zhubi</i>	Oral Presentation	6
The Comprehensive Computer Analysis of the Adsorption Process on Basosiv M050 Metal-Organic Frameworks <i>Mirosław Kwiatkowski, Erol Kulaç, Türkan Kopaç</i>	Poster Presentation	7
A Complementary Analysis of the Porous Structure of Activated Carbons Obtained from Biomass <i>Mirosław Kwiatkowski, Dimitrios Kalderis</i>	Oral Presentation	8
Wheat Grain Analysis with Deep Learning <i>Yüksel Çelik, Abdurrahman Palalı</i>	Oral Presentation	9
Big Data Analysis Methods <i>Hüseyin Eldem, Ayşe Eldem</i>	Oral Presentation	10
Technologies Used by Visually Impaired Individuals <i>Ayşe Eldem, Fatih Başçıftı, Hüseyin Eldem</i>	Oral Presentation	11
Investigation of Torque Ripples in a Spark Ignition (SI) Engine <i>Özgür Solmaz, Hasan Sırdaş, Habib Gürbüz</i>	Oral Presentation	12
Examination of Thermal Performance Before Restorations of Historical Baths (Hammams) Case of Eğirdir Yeşil Ada Bath <i>Ayşe Betül Gökarslan, M. Elif Çelebi Karakök</i>	Oral Presentation	13
Synthesis and Characterization of NiO Nanoparticles and Investigation of its Photocatalytic Activity under UV and Visible Light Irradiation for Degradation of Methylene Blue Dye <i>Handan Kamış, Ayfer Gözde Vidin, Bircan Haspulat-Taymaz</i>	Poster Presentation	14
Preparation of the New Polyaniline/SnO ₂ Nanocomposite and Its Photocatalytic Activity for Degradation of Methylene Blue Dye <i>Handan Kamış, Muhammed Hüseyin Orhan, Bircan Haspulat Taymaz</i>	Oral Presentation	15
Determining the Carrot Volume Using Intelligent Systems <i>Mustafa Nevzat Örnek, Humar Kahramanlı Örnek</i>	Oral Presentation	16
Improvement of Hydrophilic and Mechanical Properties for Polyester Textile Surfaces by Dip Coating Method17 <i>Ersin Çavuşlar, Deniz Bozar</i>	Oral Presentation	17
Experimental Research on Header End - Plate Connections <i>Adem Karasu, Cüneyt Vatansever, Haluk Emre Alçıçek</i>	Oral Presentation	18

The Investigation Of The Effect Of The Change Of Ceyhan River On The Property: The Case Of The Osmaniye <i>Fazıl Nacar</i>	Oral Presentation	19
Towards to Ecological Cities From Ordinary Cities: The Case Study of Sakarya City <i>Mahnaz Gümrükçüoğlu Yiğit, Seda Şahin, Gülcan İşleyen</i>	Oral Presentation	20
Fast Task Detection and Implementation in Accessible House for Geriatric Case <i>Kubilay Taşdelen, Ahmet Ali Süzen</i>	Oral Presentation	21
Luteinizing Hormone Detection with Poly (Methyl Methacrylate) Microchip Based on Surface-Enhanced Raman Spectroscopy <i>Belma Gjergjizi</i>	Oral Presentation	22
Exergetic Performance Analysis of HFO Based Refrigerants (R452A, R452B, R454C) <i>Mehmet Altunkaynak</i>	Oral Presentation	23
Questioning the Use of Travertine as a Construction Material in Historical Buildings within the Context of Sustainable Architecture: The Case Study of Evdir Han <i>Meryem Elif Çelebi Karakök, Hacer Mutlu Danaci, Kemal Reha Kavas, İbrahim Bakır</i>	Oral Presentation	24
Effects of Parcel-Based Construction on Urbanization; Example of Osmaniye <i>Fazıl Nacar</i>	Oral Presentation	25
The Modelling of Stable and Metastable Phase Formation in Al-Cu -Mg -Ti Alloys <i>Biljana Zlaticanin, Sandra Kovacevic</i>	Poster Presentation	26
Effect of Mg Addition on the Microstructural Characteristics of Al-Si Alloys <i>Biljana Zlaticanin, Sandra Kovacevic</i>	Poster Presentation	27
Temporal Classification of the Fine Particle Air Pollution by Multivariate Methods <i>Virgjin Lipoveci, Mirjana Čurlin</i>	Poster Presentation	28
Stacked Delta Prograding Sequences and Sea-Level Changes during the Late Quaternary Offshore Karakoc River, Western Coast of Turkey <i>Savas Gurcay</i>	Oral Presentation	29
Geothermal Characteristic of Subsoil Water of Zharkent Basin <i>Balnur Kismelyeva, Dulat Kalitov, Meruyert Kaygusuz</i>	Poster Presentation	30
Air Emissions from Polluting Sources and their Effects on Health <i>Besa Vesel , Vehebi Sofiu</i>	Oral Presentation	31
Digital Fabrication of a Foot Bone Structure from CT Scan Data <i>Yılmaz Gür</i>	Oral Presentation	32
Investigation of Solid Waste Management for Union of Municipalities of Afyonkarahisar Environmental Services <i>İsa Akar, İsmail Tosun</i>	Oral Presentation	33
Determination of Biodegradable Waste Characterization and Establishment of Management Plans in Eğirdir District <i>Betül Karakaya, İsmail Tosun</i>	Oral Presentation	34
Examination of Industrial Waste Management Plan for Textile Sector <i>Zeynep Korkmaz, İsmail Tosun</i>	Oral Presentation	35
A Data Classification Method in Machine Learning via Fuzzy Parameterized Fuzzy Soft Matrices <i>Samet Memiş, Serdar Enginoğlu</i>	Oral Presentation	36
Adaptive Cesáro Mean Filter for Salt-and-Pepper Noise Removal <i>Serdar Enginoğlu, Uğur Erkan, Samet Memiş</i>	Oral Presentation	37
Energy And Exergy Analysis Of An Industrial Furnace <i>Mehmet Altunkaynak, Doğan Çelik, Ali Kemal Yakut</i>	Oral Presentation	38

Energy and Exergy analysis of a PV-T Collector Source Heat Pump System <i>Mehmet Altunkaynak, Recep Demirekin, Ali Kemal Yakut</i>	Oral Presentation	39
Experimental Investigation of The Effect of Peltier Thermoelectric Materials on The Efficiency of Photovoltaics <i>Fatih Yiğit, Ahmet Kabul, Selahattin Özhan, Sefa Demir</i>	Oral Presentation	40
Thermodynamic Analysis of Double Flash Geothermal Power Plant, Aydın, Turkey <i>Fatih Yiğit, Metin Çetin, Ahmet Kabul</i>	Oral Presentation	41
Electromagnetic Interference Shielding Properties of Vermiculite Doped Rigid Polyurethane Materials <i>Ahmet Çifci</i>	Oral Presentation	42
Review of Traditionally Consumed Antidiabetic Fruits in the Diet <i>Pınar Ünsal, Ebru Aydın, Gülcan Özkan</i>	Oral Presentation	43
Simulation of Maximum Power Point Tracing with Boost Converter for Thermoelectric Generators <i>Hayati Mamur, Yusuf Çoban</i>	Oral Presentation	44
Simulation of Regenerative Braking in Electric Vehicles <i>Hayati Mamur, Alper Kağan Candan</i>	Oral Presentation	52
Optimization of Cutter Tool Chip Angle and Cutting Parameters on Cutting Temperature in Turning <i>Gültekin Uzun, Ramazan Çakıroğlu, Ahmet Mavi</i>	Oral Presentation	58
Effects of Using JP8-Diesel Fuel Mixtures in a Pump Injector Engine on Engine Performance <i>Hasan Aydoğan, Emin Cagatay Altınok</i>	Oral Presentation	66
The Effect of Calcium Content on the Micro Arc Oxidation Coating on Titanium Alloy <i>Aysun Ayday, S. Can Kurnaz, Ahmet Özel</i>	Oral Presentation	72
Oxidation Kinetics of Ti6Al4V Alloy and Pure Titanium (Cp-Ti) <i>Aysun Ayday</i>	Oral Presentation	77
Information Technology Innovations in the role of Human Resource Management in Kosovo Telecom <i>Festim Halili, Gani Haxhija, Berat Jashari</i>	Oral Presentation	84
Optimization of Machining Parameters for Surface Roughness in Laser Drilling of Stainless Steel <i>Hüseyin Uzun, Ramazan Çakıroğlu, Gültekin Uzun, Mustafa Günay</i>	Oral Presentation	96
Comparison of Two Different Automotive Technology Programs in Internship Applications, Problem and Solution Suggestions <i>Nurullah Gültekin, Durmuş Temiz, Kazım Kumaş</i>	Oral Presentation	103
Adaptation of Education in Vocational Schools to Technological Developments: Example of Automotive Technologies Program <i>Mesut Kilit, Nurullah Gültekin</i>	Oral Presentation	114
Increasing Mechanical and Chemical Resistance Performance of Gloves Used as Personal Protective Equipment <i>Ersin Çavuşlar, Deniz Bozar</i>	Oral Presentation	122
Plant Biomimicry in Engineering <i>Havva Kaya, Semra Kılıç</i>	Oral Presentation	124
Experimental Research on Header End - Plate Connections <i>Adem Karasu, Cüneyt Vatansever, Haluk Emre Alçiçek</i>	Oral Presentation	133
An Empirical Comparison of Machine Learning Algorithms for Predicting Breast Cancer <i>Hamit Taner Ünal, Fatih Başçıftçi</i>	Oral Presentation	142
What Kind of Development for the coastal towns of Montenegro <i>Enrico Pietrogrande, Andreina Milan</i>	Oral Presentation	156
Determination Age and Gender with Edge Detection Algorithms Using Dental X-Ray Images <i>Fatih Başçıftçi, Emre Avuçlu</i>	Oral Presentation	164

Optimization Of Shell and Tube Heat Exchangers With Wolf Colony Algorithm <i>Fatih Kürşad Gündüz, Önder Kızılkın, Ecir Uğur Küçükşille</i>	Oral Presentation	171
Modeling of the Adsorption Process of Industrial Laundry Wastewaters with the Sunflower Seeds-Pyrrole-FeCl ₃ Composite <i>Sevil Veli, Melike Isgoren, Ayla Arslan, Eylem Topkaya, Çisil Gülümser, Hatice Kurtkulak, Begüm Belat, Şehriban Zeybek, Sibel Zor, Anatoli Dimoglo</i>	Oral Presentation	181
Static Voltage Stability Improvement using TCSC during Transient State in Power System <i>Burçin Özkaya, M. Kenan Döşoğlu, Uğur Güvenç, Okan Bingöl</i>	Oral Presentation	191
Electric Amphibious Boat Design <i>Hüseyin Yılmaz, Rifat Emre Terzi, Safa Yıldız</i>	Oral Presentation	199
LSTM and CNN Networks with Marble Specimens Classifications <i>Nazan Kemaloğlu, Ecir Uğur Küçükşille</i>	Oral Presentation	214
Losses of Public Space in Prishtina in the Context of Urban Development <i>Burbuqe Hydaverdi</i>	Oral Presentation	220
Improving the Energy Efficiency of Public Buildings in Kosovo <i>Arta Sylejmani, Bojan Milovanovic</i>	Oral Presentation	227
The Impacts of Cognition and Culture on Architectural Design <i>Gamze Akbaş, Vehbi Tosun, Arzu Erçetin</i>	Oral Presentation	237
Performance of the water turbine technology in small hydropower plants and operating of SMART system <i>Vehebi Sofiu</i>	Oral Presentation	244
Emission of Pollutants in the Air and Adverse Effects on Health <i>Besa Veseli, Vehebi Sofiu</i>	Oral Presentation	255
Machine Learning Model and Web Service Application on Data Science Virtual Machine <i>Onur Mahmut Pişirir, Okan Bingöl</i>	Oral Presentation	264
Geophysical Determination of Surface Rupture of AD740 Earthquake, Lake İznik, NW Turkey <i>Oğuzhan Bozkurt, Ayşe Yılmaz Turgal, A. Evren Erginal, Oya Erenoğlu, Emin U. Ulugergerli, R. Cüneyt Erenoğlu</i>	Oral Presentation	270
Is Submergence of the Saint Neophytos Basilica (Lake İznik, NW Turkey) Caused by AD740 Earthquake or Climate Change? Discussion of Geoelectrical Data <i>Hatice Edanur Çınar, Ayşe Yılmaz Turgal, A. Evren Erginal, Oya Erenoğlu, Emin U. Ulugergerli, R. Cüneyt Erenoğlu</i>	Oral Presentation	279
Investigation of the use of Number 10 Lube in Turkey. <i>Nurullah Gültekin</i>	Oral Presentation	289
Performance Analysis of Indirect Diesel Injection Combustion (IDI) for Heavy-Duty V16 Diesel Engine by Numerical Simulation <i>Ahmed Elrakb, M. Zafer Gül</i>	Poster Presentation	300
Numerical Simulation of Annular Flow boiling in Millimeter-scale Channels and Investigation of Design Parameters Using Taguchi Method <i>Alihsan Koca, Mansour Nasiri Khalaji</i>	Oral Presentation	311
Use of Essential Oil Nanofibers in Food Industry <i>Hale Seçilmiş Canbay</i>	Oral Presentation	330
Real-Time Comparison of MPPT Algorithms and Application of These Algorithms to PV System <i>Tolga Keskin, Kubilay Taşdelen</i>	Oral Presentation	336
Reuse of Rose Oil Industry Wastewater as Source of Natural Dyes in Cotton Dyeing <i>İrem Oğurlu, Mustafa Karaboyacı</i>	Oral Presentation	349
Pollutants of Drinking Water Sources and Basin Limit Determination Measures <i>Leyla Suri</i>	Oral Presentation	355
Determining the Carrot Volume Using Intelligent Systems <i>Mustafa Nevzat Örnek, Humar Kahramanli Örnek</i>	Oral Presentation	372

Image Segmentation with SFS Algorithm and Entropy Methods <i>Okan Bingöl, Serdar Paçacı, Uğur Güvenç</i>	Oral Presentation	378
Analysis of the Monolithic Columns Produced in Troad and Mysia Region Ancient Granite Quarries in North-Western Anatolia via the Histograms of the Hand Specimen Images <i>Serdar Enginoğlu, Uğur Erkan, Murat Ay, Veysel Tolun</i>	Oral Presentation	388
k-Approximate Frequency Median Filter in Salt-and-Pepper Noise <i>Uğur Erkan, Levent Gökrem, Serdar Enginoğlu</i>	Oral Presentation	395
Sustainable Management of Water Resources as Key Factor for Protection from Floods <i>Drenushe Fidani</i>	Oral Presentation	406
The Role of Smart Fronts in Energy Efficient Design <i>Yasemin Hoca</i>	Oral Presentation	416
Experimental Investigation of Phase Changing Materials Use of Heating for Residential Buildings <i>Fatih Yiğit, Ece Yılmaz Yiğit, Ahmet Kabul</i>	Oral Presentation	428
Comparison of Planar Air Solar Collector Storage System and Parabolic Solar Collector Storage System for Space Heating <i>Gamze Soytürk, Ahmet Kabul</i>	Oral Presentation	436
Assessment of Acoustic Characters of a Region with Heavy Highway Traffic by Soundwalks <i>Nazlı S. Yalçındağ, Mustafa Ece, Deniz Sarı, Nesimi Özkurt, Mehmet Kılıç</i>	Oral Presentation	458
Estimation of Population Exceedances and Levels (PEL) Scores for Noise Action Plans: Antalya Case <i>Nazlı S. Yalçındağ, Mustafa Ece, Mehmet Kılıç</i>	Oral Presentation	464
Chemical Composition of Spartium Junceum Flowers Direct Extraction with Polar and Apolar Solvents <i>Özlem Karaboyacı, Semra Kılıç</i>	Oral Presentation	471
An Attempt to Depth Estimate and Boundaries of Burdur Sedimentary Basin, SW Turkey Using Geophysical Methods <i>M. Nuri Dolmaz, Erdinc Oksum, Luan Thanh Pham</i>	Oral Presentation	477
Determination of the Thermal Structure Using Aeromagnetic Data for the Aegean Region, Turkey <i>M. Nuri Dolmaz, Ezgi Erbek</i>	Oral Presentation	484
Thermodynamic Analysis of Planar Air Solar Collector Storage System <i>Gamze Soytürk, Ahmet Kabul</i>	Oral Presentation	490
Estimating the Health Risk of Radon in Drinking Water from Mokre intake <i>Izabela Zimoch</i>	Oral Presentation	504
Analysis of Change in THMs Concentration During the Operation of Small Swimming Pool Installations <i>Iwona Klosok-Bazan, Joanna Boguniewicz-Zabocka, Gabriela Kawiak</i>	Oral Presentation	513
Effect of Different Temperatures on Al Doped ZnO Thin Films Grown by Spray Pyrolysis <i>Canan Can, Mustafa Karaboyacı</i>	Oral Presentation	520
Preparation of Skin Cream with Retinol Isolated from Egg Yolk <i>Nefise Arı, Ümit Erdoğan, Mustafa Karaboyacı</i>	Oral Presentation	524

Ecologic Evaluation of Restorated Vernacular Settlements: A case study in İbradı

Meryem Elif Çelebi Karakök, Kemal Reha Kavas, Hacer Mutlu Danaci, İbrahim Bakir

Abstract: Landscapes have been shaped and architectural structures have been constructed throughout human history. These structures have sometimes been residences or administrative buildings, and sometimes architectural that integrate the structure into its environment. Humans have constructed cultural landscapes with skill and culture and continue to do so. The District of İbradı is 166 km east of Antalya, 27 km west of Akseki, protected by a mountain range that reaches an altitude of 1050 m. Archaeological investigations have shown that the district has been inhabited since the Roman times. Anatolian Seljuks ruled the İbradı region during the 13th century. Under Ottoman rule, İbradı and Akseki joined the Karaman Sanjak. During the 18th and 19th centuries İbradı was a centre of science and prosperity. During the Republican period, the town of İbradı was under the administration of Akseki. Officially becoming an administrative district in 1990, İbradı is quite rich in examples of vernacular architecture.

The center of İbradı, which is a historical site, contains examples of architectural heritage exhibiting a characteristic culture through its environmentally sensitive architecture and settlement. Within the scope of this study, the traditional houses within the urban protected area of İbradı District of Antalya have been examined. First of all, the plan schemes are discussed. İbradı houses have a wide scale, which also shows the 4 master plan schemes known in the architectural literature. This extensive scale, which is called as the buttoned houses with the construction technique feature, is the home of the judge of İbradı in the Ottoman period, the vineyards which are integrated with them cultivation of the grapes in the region, the people's modest homes. The traditional dwellings are named after the "buttons", the lateral tie-beams within the dry-stone masonry. While longitudinal timber lintels extend along the interior and exterior parts of the thick masonry, the "buttons" tie them in intervals of 50-60 cm. The buttons extend out of the walls surface 20-25 cm. Social and economic reasons and drawbacks in cultural transmission have led to changes in the town center. The garden walls, garden gates and fencing around the houses which from the fabric of the settlement, as well as elements like public seating spaces and corner chamfering make up the public façade of İbradı's vernacular architecture and its cultural landscape as a whole. Cultural heritage should be preserved with the structure and the cultural landscape it exists in. For a holistic approach, preserving architectural artefacts within a cultural landscape around an architectural structure is as important as preserving the structure itself.

In this study, vernacular settlement of İbradı has been analysed with its cultural landscape as ecologically. The assessment of the study was carried out in buildings that have undergone restoration according to international certification criteria and have not undergone restoration.

Thus, whether the structure is still ecological during the restoration phase was also emphasized. Vernacular architecture which is shaped according to the climate and landscape conditions of the region is ecologic. It is expected that the study will be a source for later designs in terms of materials and techniques especially in the restoration of vernacular architecture.

Keywords: Remote sensing, conservation, archaeological landscape, vegetation.

¹ Akdeniz University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Antalya, Turkey

* Corresponding author: hacermutlu@gmail.com

Synthesis and Characterization of SnO₂ Nanoparticles with Enhanced Photocatalytic Activity

Muhammet Hüseyin Orhan*, Handan Kamlı, Bircan Haspulat-Taymaz

Abstract: For the demands of water and lack of drinkable water in our world, protecting of drinking water sources is the most important thing for mankind. But industrial wastes messes drinking waters with organic and inorganic dirtiness. Heavy metals, dyes, other toxic and non-toxic wastes not only threaten aquatic ecological system but also threaten mankind with mixing clear water sources. All of these threats forces scientists to research about how to eliminate these threats.

Traditional methods like adsorption, precipitation, membrane process, coagulation etc., based on transport toxins from one medium to another. Therefore, these methods inadequate for engineering because it makes secondary pollution that should be eliminated also. On the contrary, one of the advanced oxidation processes, photocatalyst; convert toxins to CO₂, H₂O, NO_x and other non-toxin organic and inorganic compounds. The most known photocatalyst TiO₂ is a low efficient photocatalyst owing to its fast recombination rate and needed high energetic photon to excite. An efficient photocatalyst should be excited easily with low energy and after excited, having slow recombination rate. In this context scientists focused on new photocatalysts. Tin dioxide (SnO₂) is n-type semiconductor photocatalyst.

In this work, SnO₂ nanoparticles have been successfully synthesized in aqueous medium in the presence of diethylene glycol via simple chemical precipitation method for the first time. The structural, morphological and chemical characterizations were investigated by using FT-IR, XRD, SEM and EDX methods.

The photocatalytic activity of the synthesized materials were investigated by the decolorization of methylene blue dye as a model compound under UV or halogen light irradiation as followed by spectrophotometric monitoring at room temperature. The synthesized SnO₂ nanoparticles show excellent photocatalytic activity under UV or visible light irradiation. The decolorization efficiency of MB dye solution after 20 min exposure time is 100% under UV light where efficiency of SnO₂ is only 56% after 120 min under visible light irradiation. Photocatalyst load is a little amount of photocatalyst (0.6 g/L). In this working, also different photocatalyst loading amounts have been done. At the end, reusage tested 5 times and it shows that our photocatalyst is photostable.

Keywords: textile wastewater treatment, photocatalysis, methylene blue, SnO₂

Comparison of Algorithms and Technologies 2G, 3G, 4G and 5G

Ramije Zeqiri¹, Florim Idrizi¹

Abstract: Technology has always been on the agenda of important world events and continues to be the main topic with perspective in the future as well. The practical relevance of the topic is about understanding the speeds that different networks have on different mobile phones whether Android or iPhone with proportions each different from each other. This paper discusses each generation characteristics and provides more accurate visions for technology development and the advancement of new technologies ranging from 2G to the latest as the most advanced 5G. Analysis and the difference of 2G, 3G, 4G and 5G Technologies and algorithms is made. In the end, an experiment using Android and IOS Smartphones is made as related to their download speed of three different files including a video, a picture and a music file.

Keywords: Android; iPhone; algorithm; technology.

¹ Department of Informatics, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, University of Tetova; Republic of North Macedonia

* Corresponding author: z.ramije@gmail.com, florim.idrizi@unite.edu.mk

Estimating the Health Risks of Radon in Drinking Water from Mokre Intake

Izabela Zimoch¹

Abstract: Radon is a gas which is produced from the radioactive decay of uranium that occurs naturally in rocks and soil. Although radon is chemically inert and electrically uncharged, it is also radioactive, which means that radon atoms can spontaneously decay. Radon is dissolved in groundwater and can be transported from the source, with water, into the building air. Every day people are exposed to small amounts of ionizing radiation, not only from water sources, but also from radionuclide constituting a natural radiation background which varies according to the environmental conditions. The EURATOM Drinking Water Directive (E-DWD) and Polish Ministry of Health Regulation laying down requirements for quality of water intended for human consumption, parametric value for radon in water should not exceed 100 Bq/L. This paper will present the estimation of health risk of radon occurrence in drinking water taken on area where the geologic composition of aquifers mainly consists of Lower Carboniferous clastic works shaped in the form of shales, sandstones and conglomerates, all of these works are characterized by increased radioactivity

Keywords: Drink water, mokre intake, healt, risk

¹ Silesian University of Technology Faculty of Energy and Environmental Engineering, Opava, Poland.

* Corresponding author: izabela.zimoch@polsl.pl

Analysis of Changes in THMS Concentration during the Operation of Small Swimming Pool Installation

Iwona Klosok-Bazan^{1*}, Joanna Boguniewicz-Zabłocka¹, Gabriela Kawiak¹

Abstract: Halogen derivatives of hydrocarbons, the so-called halomethanes or trihalomethanes (THMs), are formed in water treated for the purpose of disinfection – mostly when chlorine compounds are used. The THM formation precursors in water are organic carbon of natural or anthropogenic origin. Several factors can influence the THMs formation in water, such as disinfection processes or chemicals used for the process, water source, pH, temperature, concentration of residual chlorine, contact time, reaction time, total or organic carbon concentration. Many authors and World Health Organization data point out the toxicity of those hazardous substances on people health. The International Agency for Research on Cancer (IARC) classified chloroform and bromodichloromethane as possibly carcinogenic to humans (group 2B).

The purpose of the work was to analyze changes in trihalomethane concentrations during the operation of small swimming pools. During the analysis, the influence of various factors such as the temperature of the atmospheric air, the temperature of the water in the swimming pool, chlorine content and the number of bathers on changes in the concentrations of trihalomethane in water were investigated. The effect of the sand filter on the reduction of trihalomethanes was also investigated. It has been shown that there is no single factor that directly affects the changes in trihalomethane concentration, each factor contributes to the formation of THMs in pool water. It was also noticed that the amount of trihalomethanes contained in a small pool installation significantly exceeds the normative values contained in the regulation.

Keywords: drinking water quality, trihalomethane, disinfection byproducts

¹ Department of Thermal Engineering and Industrial Facilities, Opole University of Technology, ul. Mikołajczyka 5, 45-271 Opole, Poland

* Corresponding author: i.klosok-bazan@po.edu.pl

Raising Learning Outcomes through Interactive Workshops in the Classroom

Arjana Zhubi ^{1*}

Abstract: The main concern for teachers is how to achieve high scores in each field of study by engaging students through different scripts and works in the classroom. The purpose of this research is to gain new creative ideas from students about the impact and application of interactive works to raise learning outcomes by making teaching more attractive and practical in our classrooms.

In this research are attended by 50 students from two V-grade primary school ``Mustafa Bakija`` in Gjakova, a school where I work as a teacher of the elementary school. Research design is qualitative and quantitative. Quantitative research methodology is a quasi-experiment using two groups: the experimental group and the control group. Twenty-five students were included in the experimental group and 25 in the control group. Through the qualitative method, students' work was studied through interactive works in the classroom from a checklist. The instrument was used with a student questionnaire, which was realized after the end of the application with interactive work, to understand students' attitudes regarding the application of this new form to our classes to raise learning outcomes. The analysis of data from the student questionnaire was done through the SPSS program.

The results of this research show that the application of interactive works directly impacts on raising student learning outcomes. Interactive classroom work demonstrated the impact of learning with different learning styles and the development of multiple intelligences.

Through this research, it was shown that interactive work in the classroom can help students become organized, achieve higher learning success and learning to be more long-term. The research was conducted over the three-month period during the academic year 2018/2019.

Keywords: Interactive works, learning outcomes, creative students, learning styles, multiple intelligence.

¹ Faculty of Education, Kosovo

* Corresponding author: ariazhubi@hotmail.com

The Comprehensive Computer Analysis of the Adsorption Process on Basosiv M050 Metal-Organic Frameworks

Mirosław Kwiatkowski^{1*}, Erol Kulaç², Türkan Kopaç²

Abstract: In recent years, with the increasing use of adsorption processes, both in technology, environmental protection and everyday life, better new adsorbents have been sought, and one of the most promising materials that can be used in these processes are organometallic materials, such as Metal Organic Frameworks (MOFs). MOFs found employment in the removal of harmful substances such as heavy metals from liquid and gaseous streams, storage and sequestration of gases such as carbon dioxide, methane and hydrogen as well as in separation and purification of gases products, catalytic processes and others. The particularly high specific surface areas achieved with MOF materials raise reasonable doubts as to whether the procedures used to determine the structure parameters are adequate for these materials. As a result, a demand for more precise tools to describe the porous structure of adsorbents and to analyse the processes occurring on their surface are required. One of such tools is the procedure of quick multi-variant identification of adsorption systems with cluster adsorption models.

The analysis of the structure of Metal-Organic Framework materials, including in particular the commercial material designated as Basosiv M050 on the basis of adsorption isotherms of N₂, CO₂, and CH₄ was developed using a unique LBET method.. Analyses of the presented studies were carried out on the basis of both single and double adsorption isotherms, as well as triple isotherms, which is a unique approach to the analysis of adsorption processes on a global scale.

The work presents original results of MOF Basosiv M050 material structure and adsorption processes occurring on its surface. The studies were conducted on the basis of adsorption isotherms of N₂, CO₂, and CH₄ analysed separately as well as on the basis of analysis of two and three isotherms simultaneously, using a unique LBET method.

The results presented in this article confirmed the high usability of LBET method in the study of adsorption occurring on the surface of Basosiv M050 material, as well as in the analysis of its structure. As it has been shown, the application of the LBET method enables precise determination of the structure of the studied material and mechanisms of adsorption processes taking place in its structure, which in turn ensures the possibility of optimal selection of its preparation and effective use in a given adsorption process.

Acknowledgement: The work was financed from the Research Subvention from the Polish Ministry of Science and Higher Education for the AGH University of Science and Technology in Krakow No.16.16.210.476 and and by the Zonguldak Bülent Ecevit University in Zonguldak, Turkey under BEUN Grant No.2011-10-03-03.

Keywords: Metal-Organic frameworks; Basosiv M050; adsorption; micropores; Numerical methods.

¹AGH University of Science and Technology, Faculty of Energy and Fuels, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, POLAND

²Department of Chemistry, Zonguldak Bülent Ecevit University, 67100 Zonguldak, TURKEY

*Corresponding author: kwiatkow@agh.edu.pl

A Complementary Analysis of the Porous Structure of Activated Carbons Obtained from Biomass

Mirosław Kwiatkowski^{1*}, Dimitrios Kalderis²

Abstract: Microporous carbonaceous adsorbents and the adsorption processes taking place on their surface have been the object of widespread research and application in a number of industrial processes, technologies, and areas of daily life. In particular these materials are used to rid the air of substances that are harmful to human health, including for protection from poisonous substances and for environmental protection in the processes of removing harmful substances from waste gases. The porous structure and functional properties of carbonaceous adsorbents are dependent among others on the structure of the original raw material. As a consequence, the choice of suitable material is no less important than the selection of adequate production technology and the determination of optimum process conditions. Therefore, a search for new raw materials that would be useful in the production of carbonaceous adsorbents has been under way, and particular attention has been paid in this regard to biomass materials.

The porous structure of activated carbons produced from waste raw materials by way of chemical activation was analysed on the basis of the isotherms of nitrogen adsorption at 77 K; the activated carbons had been obtained from eucalyptus – EAC, wood chips – WAC, pruning waste – PAC, and rice husk – RHAC, using the BET, the t-Plot, the DFT and the LBET methods.

The research permits a conclusion that the best adsorptive properties and a moderate surface heterogeneity characterised the activated carbon EAC produced from eucalyptus. Very similar properties were shown for the activated carbon marked WAC and obtained from wood chips, although its surface was evidently more heterogeneous. The next activated carbon subject to the analysis, marked PAC and developed from pruning waste, had much worse adsorptive properties, i.e. smaller specific surface area, smaller pore volume, including the volume of micropores, and higher surface heterogeneity. Still, by far the worst adsorptive properties were those of the activated carbon signed RHAC and derived from rice husk. It must be borne in mind, however, that in spite of its poorest adsorptive properties, the latter adsorbent cannot be discredited as useless for industrial purposes and everyday use, since its raw material is commonly available and can be acquired at a very low cost. The same applies to the remaining activated carbons obtained from biomass-originated waster material, which pose a threat to the natural environment when left to lie idle, while a simple and cheap process of their conversion into relatively cost-effective activated carbons renders them useful for different purposes, including in the realm of environmental protection.

Acknowledgement: The work was financed from the Research Subvention from the Polish Ministry of Science and Higher Education for the AGH University of Science and Technology in Krakow No. 16.16.210.476.

Keywords: Activated Carbons; adsorption; porous structure; Numerical methods.

¹AGH University of Science and Technology, Faculty of Energy and Fuels, al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Krakow, POLAND

²Department of Environmental and Natural Resources Engineering, Technological and Educational Institute of Crete, Chania, Crete 73100, GREECE

*Corresponding author: kwiatkow@agh.edu.pl

Wheat Grain Analysis with Deep Learning

Yüksel Çelik¹, Abdurrahman Palalı^{2*}

Abstract: Deep Learning is an important technique that has been used in many areas of life as a sub-branch of machine learning. In many areas, such as speech recognition, natural language processing, automatic text creation, automatic driving control, handwriting identification, object detection on image, automatic image creation, style transfer on images, video analysis and video production, stock market and weather forecasts, risk detection, resource planning, disease detection and drug development in health sector, these techniques have found their place.

Agricultural studies are also a part of these fields. In this way, smart agriculture will be paved, and it will be possible to produce more efficient food products with less energy consumption. The use of such systems has become compulsory in order to meet the needs of the growing world population. Deep learning and similar techniques have been used in many subjects such as species identification of agricultural products, determination of field, water and soil condition, measurement of product quality, calculation of estimated product quantity and determination of agricultural diseases. Determination of wheat quality is especially important for agricultural evaluation. Although classical image processing techniques have been used in this field so far, the use of deep learning is new in this area. In addition, such classification techniques will contribute to the improvement of flour quality. The aim of using deep learning as an effective, new and popular technique is to show that it has the potential to be used especially in agricultural fields.

In this study, quality photographs of 40 different wheat grains were taken from a fixed distance and these images were reproduced with data enhancement techniques such as cropping, mirroring, horizontal and vertical scaling, magnification, reduction, rotation, and perspective conversion and with 299x299 pixel resolution 180 different pictures were obtained. 75% of these pictures, so 135 of them, were used in education. the remaining 35 were reserved for the test phase. Under the guidance of these data, wheat seeds were trained using 48-layer Inception net structure. Although a 9% error rate was obtained as a result of these tests, it should be noted that one of the main performance effects in deep learning is the number of input data. Therefore, it will be possible to reduce this value if more data is used.

Keywords: Deep learning, wheat grains, inception net

¹ Karabük Üniversitesi

² Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

* Corresponding author: abdpalali@kmu.edu.tr

Big Data Analysis Methods

Hüseyin Eldem^{1*}, Ayşe Eldem²

Abstract: The power of knowledge has gained much more importance with recent technological advances. In particular, the development of the Internet and the widespread use of social media has increased day by day, the data flow has increased intensively. Analyzing the collected data with traditional methods is losing its importance. It is foreseen that even the smallest data will carry its competitiveness to very different levels in all fields such as education, industry and business world. Quality and efficiency will be increased by providing positive contributions such as improving decision-making processes, gaining advantage in competing with other institutions and developing unpredictable marketing strategies with the analysis of big data stored day by day. Analysis of big data with models created by machine learning and artificial intelligence techniques will play a very important role today and in the future. Especially by visualizing the solutions obtained from big data, information that can be interpreted in a meaningful way can be obtained from the data. With data analysis tools such as RapidMiner, Weka, Orange, R Programming, Python, Apache Spark, Google Fusion Tables, Knime Analytics Platform, can be created statistical and graphical techniques that includes linear and nonlinear modeling, classical statistical tests, time-series analysis, classification, clustering, and others. With the increasing importance of big data, data analysis professions, data analysts, data miner professions will be among the most important occupational groups of the future.

Keywords: Big data, data analysis, machine learning, artificial intelligence

¹ Karamanoğlu Mehmetbey University, Computer Technologies, Center, Karaman, Turkey

² Karamanoğlu Mehmetbey University of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Karaman, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): heldem@kmu.edu.tr

Technologies Used by Visually Impaired Individuals

Ayşe Eldem^{1*}, Fatih Başçiftçi², Hüseyin Eldem³

Abstract: Individuals can live in harmony with their surroundings by making the necessary arrangements in their own living environment, from birth to death. A non-disabled individual person can learn many situations by observing other individuals and events around him. However, a visually impairment individual learn the surroundings without observing because of the blindness. Especially, arrangements on living area of visually impaired individuals will enable them to live more comfortably without being dependent on other individuals. The Braille alphabet used by visually impaired individuals is used in many areas for this purpose. Some applications provide serious convenience to visually impaired individuals such as coding of any written document, lift buttons, drugs names and spice names in braille alphabet, embossed institution maps placed in the entrances of the institutions, directive signs inside the institutions, embossed domino game, embossed chess set, embossed geographical maps. However, especially through sensible disability walking paths that have been applied in many areas over the past few years, visually impaired individuals can walk comfortably without any obstacles. Thanks to the tools of IT (informatics), many software and hardware tools have been developed for accessible information to visually impaired individuals. Many devices and applications have been produced for visually impaired individuals such as screen reader programs, digital Braille note taking devices, book reading devices, Braille writers, Braille labeling machine, vibrating liquid meter, talking calculator, speaking scales, talking tea machine, talking clock, talking meter, talking kitchen scales, talking color recognition device, vibrating glasses, voice recorders, so on. The increase of these practices will enable visually impaired individuals to continue their lives by making their lives easier.

Keywords: Braille alphabet, independent living, visually impaired individual

¹ Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Karaman, Turkey

² Selçuk University, Faculty of Engineering, Konya, Turkey

³ Karamanoğlu Mehmetbey University, Vocational School of Technical Sciences, Karaman, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): ayseeldem@kmu.edu.tr

Investigation of Torque Ripples in a Spark Ignition (SI) Engine

Özgür Solmaz^{1*}, Hasan Sırdaş¹, Habib Gürbüz²

Abstract: Torque is a measure of the force that causes an object to rotate about an axis. Like the force that causes an object to accelerate in linear kinematics, torque causes angular acceleration of an object. Considering the vehicles, torque is linked to the acceleration and load-bearing ability of a vehicle. When the torque curve of the internal combustion engine is examined, it is seen that there are fluctuations. The aim of this study is to investigate the effect of torque fluctuations on the performance of an internal combustion engine. For this reason, the mathematical model of the internal combustion engine crank mechanism has been established. Position, velocity and acceleration equations are derived by considering the forces and angles acting on the crank mechanism. Gas force, inertia force and other centrifugal forces were calculated. The total torque was assumed to be the sum of the gas torque and inertia torque. As a result, torque values were calculated from pressure values measured for 720 different crank angle of internal combustion engine. Engine torque-crank angle graphs were obtained for different engine revolutions and the behavior of the engine was investigated. It was determined that there was a max 5% error between the experimental results and the results obtained by modeling. The results show that engine torque ripples have a negative impact on engine performance and efficiency. Considering factors such as small volume, low fuel consumption and high power, exhaustive efforts are needed to reduce torque fluctuations. Future work will be to reduce torque fluctuation. A hybrid engine model will be established for this purpose.

Keywords: Internal combustion engine, Torque modelling, Engine torque ripples, Engine performance

¹ Manisa Celal Bayar University, H.F.T. Technology Faculty, Energy Systems Engineering Department, Manisa, Turkey

² Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, Automotive Engineering Department, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): ozgur.solmaz@cbu.edu.tr

Examination of Thermal Performance Before Restorations of Historical Baths (Hammams) Case of Eğirdir Yeşil Ada Bath

Ayşe Betül Gökarslan^{1*}, M. Elif Çelebi Karakök²

Abstract: In order to maintain the comfort conditions of the buildings, they must have the optimum heat level. Heat levels of the buildings should be adjusted according to the climatic conditions of the city where they located. Various architectural design parameters such as proper material selection, duty cycle (window-door openings) should be examined. These parameters are not treated as new ones in historical buildings. The sustainability of the authenticity of the building needs to be ensured and therefore it is difficult to intervene in the design parameters (material, facade openings, etc.). For example, if the thermal performance of a historical building with wide openings on its facades is examined and energy loss is detected in the building, intervention is required in order to eliminate the heat loss in the restoration, however, this intervention cannot be carried out in such a way as to reduce the number or size of windows as in new buildings. In this sense, this subject has become a common problem of the disciplines of restoration and building within the science of architecture and various technologies have been developed.

The studies conducted in this area draw attention to the proportion of historical baths. Because, maintaining the authenticity of historical baths is very difficult both in terms of structure, materials and architectural design, as well as the use of various installation components and different construction technologies. The number of parameters increases in the thermal performance calculation of baths. In restorations, all parameters should be considered as inputs together and appropriate intervention suggestions should be made according to the thermal performance calculation resulting from these inputs.

In this study, thermal performance of Yeşil Ada (Nys) Bath at Isparta- Eğirdir in Region of Lakes in Mediterranean Region of Turkey is examined. This examination consists of two phases. The first one is the determination of local and indoor climate conditions, structural qualifications, thermal properties of building materials, heating/cooling and ventilation systems, data collection and the second one is the modeling of dynamic thermal performance by considering the formal, structural and usage characteristics of the structure by means of software. As a result of the study, the original microclimate properties, thermal insulation properties and current situation of the structure were compared, the thermal problems emerging were determined and intervention suggestions were proposed for the restoration of the building which is thought to be carried out by municipality.

Keywords: Thermal performance, historical baths (hammams), conservation and restoration, Isparta, Eğirdir, Yeşil Ada Bath (Hammam)

¹ Süleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Isparta, Turkey

² Akdeniz University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Antalya, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): aysebetul_sezer@hotmail.com

Synthesis and Characterization of NiO Nanoparticles and Investigation of its Photocatalytic Activity under UV and Visible Light Irradiation for Degradation of Methylene Blue Dye

Handan Kamyş*, Ayfer Güzde Vidin, Bircan Haspulat-Taymaz

Abstract: The industries rapid development all around the world over the last few decades has brought about the serious environmental problems. Industrial wastewater has been one of the major concerns of environmental focus in recent years. Huge amount water in textile industries dyeing process is used. This sector is major consumer of fresh water. The waste water discharged from textile industries contains abundantly carcinogens, non-biodegradable, toxic and colored organic materials. As a results this waste water must degraded before discharged to environment. Adsorption, membrane filtration, biodegradation, chemical oxidation and photocatalysis etc. have been used for the degradation of wastewater of textile industries. Among these methods, photocatalysis is one of the most useful and easier wastewater treatment methods. This technique is based on the production of electron-hole pairs by the illumination of a semiconductor photocatalyst with UV light of suitable energy in an aqueous medium. These charge carriers migrate to the photocatalyst surface and react with adsorbed species of suitable redox potential. For this purpose, semiconductive materials such as TiO₂ using traditional photocatalysts because of its low cost, chemically stable structure, non-toxic and excellent photocatalytic activity under UV light illumination. However, TiO₂ have some limitations in application photocatalysis, including wide band gap, low photocatalytic activity in sunlight irradiation due to its comprises only 5% UV light, high electron-hole recombination rate. Because of these shortcomings in conventional photocatalysts, scientists have focused on new unique photocatalysts without such limitations. NiO nanoparticle is an important photocatalyst candidate due to its non-toxicity, low cost and chemical stability. In spite of the fact that NiO have a lot of unique properties, only a few studies focused on the photocatalytic degradation of dyes by using NiO nanoparticles as photocatalyst.

Herein, magnetic NiO nanoparticles were synthesized by a facile chemical precipitation synthesis method by using the reaction of NiAc with NaBH₄ in solution, for the first time. NiO was synthesized by a two-step synthesis process containing chemical precipitation and calcination. The structural, morphological and chemical characterizations were investigated by using XRD, FT-IR, UV-vis diffuse reflectance TEM, SEM and EDX methods. The photocatalytic activity and stability of magnetic NiO nanoparticles were investigated elaborately under UV and visible light irradiation for degradation MB dyes.

Keywords: textile wastewater treatment, photocatalysis, methylene blue, NiO

Preparation of the New Polyaniline/SnO₂ Nanocomposite and Its Photocatalytic Activity for Degradation of Methylene Blue Dye

Handan Kamış¹, Muhammed Hüseyin Orhan^{2*}, Bircan Haspulat Taymaz²

Abstract: Today, toxic substances in wastewaters and removal of these substances from water are an important environmental problem. The traditional treatment methods currently in use are often inadequate removal of such contaminants. Although many advanced treatment processes as adsorption and ion exchange are effective in removal of pollutants, in these methods, pollutants are transferred from one environment only or these methods produce waste to be disposed of. In order to reduce the pollution caused by organics, photocatalysts is a good solution through redox reactions used light. The photocatalysts provide the degradation of biological species as harmful fungi, viruses and bacteria in solution. These harmful species decompose to harmless inorganic substances by using photocatalysts.

The semiconductor photocatalyst provide a significant contribution to reducing environmental pollution. The fragmentation and destruction of organic/inorganics as a result of occurred chemical reactions in the system containing light, water, oxygen and photocatalysts is called photocatalytic process.

The first study on this subject was made in 1972 by Fujishima and Honda via the photocatalytic fragmentation of water on the TiO₂ electrodes. After this discovery, many studies have been conducted in the field of heterogeneous photocatalyst. The earlier studies, scientists have focused mainly on energy storage and renewable energy. In recent years, the semiconductor photocatalysts have become increasingly attractive because of their unique optical properties. Additionally, production of polymer/metal oxide nanocomposites are also one of the most interesting topics in the recent times.

In this work, a new polyaniline/SnO₂ (PANI/ SnO₂) nanocomposite have been successfully synthesized for the first time in aqueous diethylene glycol solution medium via the chemical oxidative polymerization of aniline. Scanning electron microscopy, X-ray diffraction, FTIR spectra, UV-vis spectroscopy measurements were used to characterize the resulting PANI/SnO₂ nanocomposite photocatalysts. The photocatalytic activity of PANI/SnO₂ nanocomposite was investigated by the degradation of methylene blue dye in aqueous medium under visible light and UV light irradiation.

The photocatalytic efficiencies of the PANI/SnO₂ nanocomposite are under UV and visible light irradiation with a little amount of PANI/ SnO₂ nanocomposite photocatalyst (0.6 g/L) degrades the methylene blue dye solution (1x10⁻⁵ M) with 75% and nearly 80% after 120 min of irradiation under UV and visible light, respectively. Photocatalyst amount and reusing working have been done.

Keywords: Wastewater management, photocatalyst, methylene blue, PANI, tin dioxide.

¹ Osman Nuri Hekimoğlu High School, Konya, Turkey

² Konya Technical University, Department of Chemical Engineering, Konya, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): hseyin.orhan@gmail.com

Determining the Carrot Volume Using Intelligent Systems

Mustafa Nevzat Örnek¹, Humar Kahramanlı Örnek^{*2}

Abstract: As the consumers prefer beautiful-looking foods the product packaging became as important task for marketing. On the other hand the products in the packaging must be perfect and the volume should be close to each other. In this study, various neural network models were investigated to predict carrots volume according to the physical properties. First classical neural network was designed. Backpropagation, Levenberg-Marquardt algorithms was used to train network. Then Product Unit Neural Network was investigated. This network trained using Cuckoo Optimization Algorithm. Finally a deep neural network and LSTM network were designed. Deep neural Network was trained using SGD algorithm. RMSprop was used to optimize LSTM network.

A total of 464 carrots were used for volume prediction. The used carrots were taken from Kaşınhanı, Konya. First the data was produced. For this aim the radiuses with an interval of 5 cm, length and volume of each carrot were measured and recorded.

To determine the predicting accuracy of the system, statistical measures such as Mean Absolute Error, Root Mean Squared Error and R2 were used. All methods produced very close values. BP, LM, PUNN, DFN and LSTM network achieved 0.943, 0.956, 0.957, 0.977 and 0.977 R2, respectively, while RMSE values were 0.043, 0.038, 0.038, 0.031 and 0.031.

Keywords: Carrots physical properties, Neural Network, deep learning

¹ Konya Technical University, Department of Agricultural Machinery, Konya, Turkey

² Selçuk University, Faculty of Technology, Computer Engineering, Konya, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): hkahramanli@selcuk.edu.tr

Improvement of Hydrophilic and Mechanical Properties for Polyester Textile Surfaces by Dip Coating Method

Ersin Çavuşlar^{1*}, Deniz Bozar²

Abstract: Polyester is most popular fiber and used in all textile areas because of high temperature resistance, low shrinkage, mold-insect resistance and especially low production cost. However, the most important disadvantages have hydrophobic character, perspiration issue and high penetration problem in coating. Under this project's aim is improved polyester surface's hydrophilic effect by using thin cellulose layer. Cellulose is one of most widely used natural source. In this work, a different variant of cellulose will be used %100 natural based resource which is known "UFC powder". Literature researchings support Ultra Fine Cellulose powder (UFC) is suitable for coating layer which will increase abrasion performance, hydrophilicity and reduce penetration rate. Adding cellulose powder (UFC) to the coating material can result in uniform and flexible coatings and high adhesion to the synthetic substrate, which results in no air bubbles or cracks. In addition these effects, UFC does not contains hazardous chemical particle and is biodegradable, environment friendly. Polyester has anionic character by structure. By using UFC's cationic property will be constructed ionic bond between polyester fabric and UFC. As first process step is dip coating UFC stuff in aqueous solution, second step is pre-drying until sufficient dryness, next process nitrile solution coating and main drying. For the shortest curing time and effective polymerization will be used cross-linkers, thickeners.

Keywords: Polyester hydrophilicity, cellulose, ultra fine cellulose powder, dip coating.

¹ Beybi R&D Center, İstanbul, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): ersin.cavuslar@beybi-is.com.tr

Experimental Research on Header End - Plate Connections

Adem Karasu^{1*}, Cüneyt Vatansever¹, Haluk Emre Alçıçek¹

Abstract: This paper presents the results from experimental study on the actual behavior of header end-plate connections. To better understand the hysteretic behavior of these connections in terms of the stiffness and the strength, three specimens with different end plate thicknesses were considered and subjected to cyclic loads. Measurements were made to obtain the moment-rotation relations of the connections governed by three parameters such as, initial stiffness, moment capacity and rotation capacity. Details of the specimens and the experimental procedure are described in the paper. Results revealed that the moment capacity increases with the increase in end-plate thickness. For the thinner end-plates, the flexural behavior of the end-plate is the governing parameter in obtaining the moment capacity. As the end-plates become thicker, no significant change was realized in the initial stiffness of the connection and failure occurs by fracture of beam web adjacent to the weld. Although moment capacity of the connections with thicker end-plates are greater than those with thinner ones, they seem not to be feasible for use together with special moment frames because this requires that the rotation capacity of the connection be at least 0.04 rad. Experimental results have also shown that header end-plate connections have limited stiffness and flexural strength. However, they seem to be promising to provide the structural systems with additional stiffness, ductility and strength.

Keywords: Steel structures, semi-rigid connections, header end-plate, experimental study.

The Investigation Of The Effect Of The Change Of Ceyhan River On The Property: The Case Of The Osmaniye

Fazıl Nacar*¹

Abstract: Electronic narrow intelligence with integrated communication function, protection of plants, protection of short circuit, overload, differences of small hydropower plants with special emSignificant changes have occurred in the river bed due to the increase in the sand quarry licenses on the Ceyhan river and the new dams on the river. Changes in the river bed also affect the use of property.

In this study, the effects of the Ceyhan River bed passing through the borders of the Osmaniye central district with the bed map obtained from the old cadastral maps were obtained and compared with the current orthophoto, and the effects on the property were revealed.

For this purpose, the oldest bed maps of Ceyhan River can be reached and the new bearing map of Ceyhan River which is obtained by evaluating the latest orthophoto maps of Osmaniye province will be compared and interpreted. The old and new land use situation will be evaluated in terms of ownership and suggestions will be made on the use of the newly formed land in this region and the procedures to be performed.

Initiatives will be made on the implementation of the research results by undertaking initiatives at the Directorate of Cadastre, National Real Estate Directorate and State Hydraulic Works. In this study, the bed change within the boundaries of the central district of Osmaniye Ceyhan River will be obtained by digitizing the old bed maps and the current orthophoto. The grievances of the citizens who have lost their property will be eliminated and the treasury lands resulting from the bed change will be recorded and the public interest will be allocated. As a result of the study the change in bed; The width of the bed navigation and some of the locals has increased a lot. In addition, especially in Sakarcılık village, the bed slipped south, under the influence of sand quarry and the registered parcel remained in the river bed.

Keywords: Ceyhan River, Riverbed, Property, Orthophoto

¹ Department of Geomatic Engineering, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, 80000, Turkey

* Corresponding author: fazilnacar@osmaniye.edu.tr

Towards to Ecological Cities From Ordinary Cities: The Case Study of Sakarya City

Mahnaz Gümrükçüoğlu Yiğit^{1*}, Seda Şahin², Gülcan İşleyen³

Abstract: In the process of urbanization together with the development of technology, ecosystem and ecological balances were neglected. The ecological balance disrupted because of human activities. One of the results of urbanization, the emission levels carbon dioxide and other harmful gases increased due to many factors such as land use change, population density and lifestyle and 1°C warming was realized as globally. These impacts of cities on the world ecosystems are called ecological footprints. Ecological planning / design; energy efficient solutions based on renewable energy resources, reducing ecological footprint of settlements, delaying global warming, ecological solutions to protect biological diversity and natural environment, and environment friendly solutions that will protect and improve water resources, agriculture, air and soil quality. Ecological based approaches have become a necessity in the planning and design of living spaces with the concern of protecting natural resources. In ecologic cities that encourage urban people to live without excessive consumption, which are based on clean energy resources, lead to less motor vehicle use with a well-designed transportation system, realize good waste management, and provide more public spaces and green spaces are began to applied. In Sakarya, where rapid urbanization is experienced, emissions from housing, industry and vehicles are gradually increasing, causing degradation of air quality and ecological balance. The main objectives of this study, are protecting, developing and sustainability of the natural environment of Sakarya province and carbon emission reduction for creating an ecological city, The quantities of carbon monoxide and carbon dioxide gases from vehicles, heating and industry are calculated for reduce of carbon emission and planned to be minimized. In this study, it was calculated pollutant emissions from transportation, heating and industry pollute by using the inventory study, and what should be done if Sakarya was an ecological city and what kind of change would be determined. When the results are interpreted; ecological city design, implementation and activities should be done are presented with the costs. The cities which are not environmentally friendly converting to an ecological city that provide to reduce the consequences of the deteriorating balance, create a sustainable city and protect natural resources. At the result of the study, all the steps to be taken for this are also emphasized.

Keywords: Karbondiosit, karbonmonoksit emission, inventory, ecological city, Sakarya

^{1, 2, 3} Sakarya University, Environmental Engineering Department, Sakarya, Türkiye

* Corresponding author (İletişim yazarı): mahnaz@sakarya.edu.tr

Fast Task Detection and Implementation in Accessible House for Geriatric Case

Kubilay Taşdelen¹, Ahmet Ali Süzen^{*2}

Abstract: In this study, the system has been developed for disabled and elderly individuals to live safer and comfortable in their homes. The interface software and control box consists of two parts: safety and function. In the security section, gas, door and pulse are monitored in the house. In the function section, the individual can control the home systems with the desired limb. The movement of the individual is perceived by Kinect hardware. Commands of the movements are created and transmitted wirelessly to the control box in the interface software. Additionally, the systems in the house are controlled by the control box. As a result, it is aimed to make the activities of disabled and elderly individuals forced by themselves easier and faster. Thus, it is planned to make a positive impact on the quality of life of the individuals.

Keywords: Accessible house, disabled and geriatrics, healthcare, kinect, task detection.

¹ Faculty of Technology, Isparta University of Applied Sciences, 32200, Isparta, Turkey

² Uluborlu Vocational School, Isparta University of Applied Sciences 32650, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): ahmetsuzen@isparta.edu.tr

Luteinizing Hormone Detection with Poly (Methyl Methacrylate) Microchip Based on Surface-Enhanced Raman Spectroscopy

Belma Gjergjizi^{1*}

Abstract: Proteins form many physical and chemical events at the molecular level. The presence of low concentrations of proteins in the environment and complex interactions lead to the development of alternative techniques for the analysis of biomolecules. The World Anti-Doping Agency (WADA) has received a protein class of luteinizing hormone (LH) in the list of prohibited substances for male athletes. Gonadotropin LH, one of the many hormones, is produced by the anterior pituitary gland and is used as doping material since it allows testes to convert cholesterol to testosterone in Leydig cells, thereby increasing blood oxygen carrying capacity. In this study, a sandwich type biosensor based on immunomagnetic separation and Raman labeling for hLH assay was developed. A method has been developed to make homogeneous sandwich formation, washing process and SERS signal measurement in poly (methyl methacrylate) based (PMMA), four chambered microchips connected with capillary valves. For the formation of homogenous sandwich structure, nanoparticles and gold nanoparticles with magnetic properties were synthesized in laboratory and necessary modifications were made. 4-Aminothiophenol (4-ATP) Raman labeling was used to follow the SERS signals. The signal intensity of the C-S group against hLH concentrations of 4-ATP at 1086 cm⁻¹ was plotted on a chart and calibration graph was created. The correlation between hLH concentrations (0-250 IU/L) and SERS signals was linear in the Biorad originated control serum samples ($R^2 = 0.9942$). This study was presented as a new method of analysis after tested in artificial human serum samples for selectivity, sensitivity, and applicability.

Keywords: Luteinizing hormone, raman spectroscopy, magnetic nanoparticle, gold nanoparticle, microchip, 4-Aminothiophenol

¹ CheEng Master of Science, Bioengineering Department

* Corresponding author: belmagjergjizi@gmail.com

Exergetic Performance Analysis of HFO Based Refrigerants (R452A, R452B, R454C)

Mehmet Altinkaynak

Abstract: Global warming in the world is increasing, and cooling systems are among the sectors where serious sanctions are imposed on this issue. GWP (Global warming potential) of fluids used in this cooling system and ozone depletion potential values have been preferred in fluids that can be used interchangeably. R404A fluids has zero ozone depletion potential, it also has a high GWP. Therefore, the use of fluids with R404A Besides, the GWP and ODP the exergetic performance of these fluids should be examined.

In this study, the exergetic performance analyses of the refrigerants, which may be alternative to R404A, in a theoretical cooling cycle were given comparatively. As an alternative to R404A fluid, R452A, R452B and R454C fluids are examined comparatively. COP and exergy degradation, for each fluid were examined separately and results were graphically analyzed.

Keywords: Refrigerants, HFO(Hydrofluoroolefin), COP, R452A, R452B, R454C.

¹ University, Department, Province, Country

² Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): serkanozdemir@isparta.edu.tr

Questioning the Use of Travertine as a Construction Material in Historical Buildings within the Context of Sustainable Architecture: The Case Study of Evdir Han

**Meryem Elif Çelebi Karakök^{1*}, Hacer Mutlu Danacı²,
Kemal Reha Kavas³, İbrahim Bakır⁴**

Abstract: Since the prehistoric ages, stone has been amongst the most important and most valuable types of construction materials. It can be observed that the most significant monumental buildings such as megaliths, pyramids, ziggurats, palaces and other administrative and public buildings are built by the use of stone. Stone has frequently been chosen as a construction material due to its abundance in nature, its firmness, strength, long endurance, capacity to be shaped, resistance against climatic conditions, natural insulation capacity etc. Besides, stone is an ecological material since it is obtained directly from nature. Together with all these qualities, it is possible to preserve the historical buildings made up of stone by realizing their maintenance and improvement on time. In this way it is possible to hand down this valuable heritage into next generations. This is one of the most important objectives of sustainable architecture.

Stone material is analyzed in three categories according to types of their formation: magmatic, sedimentary and metamorphic. Marble and travertine, which belong to the category of sedimentary formations, are the most frequently used types of natural stone used in the historical buildings. Travertine is a very resistant and hard type of stone, its quarry and treatment is easy and found abundantly in nature. It is especially preferred in public buildings because its strength and long endurance.

On the other hand, today considerable degree of deterioration is observed in travertine used in historical buildings. Due these deteriorations the historical buildings collapse either partially or totally and they cannot be handed down to the next generations. General approach in restorations is completing the collapsed parts by the use of the original material. However, restoration through original material should be questioned because of the problems of excessive deterioration observed in travertine.

The objective of this study is to undertake such an inquiry in order to determine the advantages and disadvantages of the use of travertine during the restoration of historical buildings by analyzing a real example. For this reason, Evdir Han, which is an 800-year-old structure under the risk of failure, is selected as a case study. Architectural preservation condition, the analysis of statics – deterioration, material analysis and ecological assessment of the building are undertaken. Consequently, the study identifies the significant points to be taken into consideration regarding the use of travertine and in this way aims to shed light into the studies in this field.

Keywords: Sustainable architecture, architectural preservation, travertine, structure, ecology.

¹ Akdeniz University, Faculty of Architecture, Restoration Program.

² Akdeniz University, Faculty of Architecture, History of Architecture Program.

³ Akdeniz University, Faculty of Architecture, Design Program.

* Corresponding author: hacermutlu@gmail.com

Effects of Parcel-Based Construction on Urbanization; Example of Osmaniye

Fazıl Nacar*¹

Abstract: The development in the housing sector in our country in recent years has led to a rapid construction process. This process, which could not be organized by many municipalities in a planned manner, paved the way for construction with parcel-based applications without the implementation of island-based reconstruction, which caused irregular and distorted construction. It has revealed the drawbacks that the distances are not symmetrical, which cut the sunlight and wind of each other, as well as amorphous and unusable structures, as well as the structures of different storey heights within the same island. In this study, the formation of the island or the parcel before the construction is examined. When the zoning plan implementation is parcel-based, the resulting positive / negative effects are evaluated. Again, the positive / negative results of the zoning plan implementation, when the island is based, are examined.

Keywords: Parcel, island, construction, garden distances, site plan

¹ Department of Geomatic Engineering, Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye, 80000, Turkey

* Corresponding author: fazilnacar@osmaniye.edu.tr

The Modelling of Stable and Metastable Phase Formation in Al-Cu -Mg -Ti Alloys

Biljana Zlaticanin^{1*}, Sandra Kovacevic²

Abstract: Aluminium alloys form one of the most widely used groups of materials in existence. Although castings rarely solidify under equilibrium conditions, phase diagrams can be of considerable value for predicting the microstructural changes that occur during and after solidification. Unfortunately, experimentally determined phase diagrams are generally only available for simple binary and ternary alloy systems, which rarely correspond closely to industrial alloys, which may contain 10 or more elements. In recent years, various thermodynamics - based computer models have been developed, which enable phase diagrams to be predicted for multicomponent alloys. It is only in recent years that attempts have been made to calculate phase equilibria for multi-component Al-alloys. Previous work had tended to rely on modelling binary and ternary sub-systems, but this position has changed and predictions for complex Al-alloys can now be routinely performed. For Al-alloys in particular it can be shown to give exceptionally good predictions for features such as fraction solid transformed/latent heat evolution as a function of temperature as well as the non-equilibrium phases which can appear. Apart from information concerning formation of phases it is also possible to calculate the heat evolution during solidification. This is of considerable importance in the modelling of heat flow during solidification and subsequent modelling of casting processes. Purpose of the present paper is to present results for the modelling of metastable hardening phases, such as GP zones, θ' and S' in Al-Cu-Mg-Ti alloys. Results of the kinetic modelling show excellent consistency with observed behaviour in practice.

Keywords: Aluminium-copper-magnesium-titanium alloys, phase diagrams, models.

¹ University of Montenegro, Faculty of Metallurgy and Technology, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica, Montenegro

² Central School of Chemical Technology Spasoje Raspopović, 81000 Podgorica, Montenegro

* Corresponding author (İletişim yazarı): biljana@ucg.ac.me

Effect of Mg Addition on the Microstructural Characteristics of Al-Si Alloys

Biljana Zlaticanin^{1*}, Sandra Kovacevic²

Abstract: The present work was performed on Al-Si and Al-Si-Sr alloys containing 11.5 wt%Si, with magnesium addition in the range of 0.1- 2wt%. The effects of Mg additions on the microstructural characteristics was determined by scanning electron microscope, energy dispersive X-ray (EDX) spectroscopy and XRD analysis. In alloys where magnesium was present, an interdendritic eutectic mushy zone was observed. This is true for both unmodified and strontium modified alloys. The results show that the addition of Mg decreases the fluidity and the eutectic temperature and increase tensile properties: yield strength and ultimate tensile strength. In addition, it was observed that the addition of Mg decreases the modifying effect of Sr on the Al-Si alloys.

Keywords: Aluminum-silicon alloys, intermetallics, mechanical properties

¹ University of Montenegro, Faculty of Metallurgy and Technology, Cetinjski put bb, 81000 Podgorica, Montenegro

² Central School of Chemical Technology Spasoje Raspopović, 81000 Podgorica, Montenegro

* Corresponding author (İletişim yazarı): biljana@ucg.ac.me

Temporal Classification of the Fine Particle Air Pollution by Multivariate Methods

Virgjina Lipoveci¹, Mirjana Čurlin^{2*}

Abstract: Multivariate analysis of monitoring dataset for air quality in the Kosovo region was performed. The aim of this work is focused on temporal classification based on the datasets of hourly monitoring the fine particulate matter during the year 2015. For handling the dataset, different chemometrics methods were employed, such as basic statistical methods, Pearson's correlation coefficients, the principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA). The obtained results show and explain the hourly, daily and seasonal value movement of particulate matter with an aerodynamic diameter of 2,5 (PM_{2.5}) and 10 (PM₁₀) as a quality indicator of ambient air. This study allows drawing out new information from the monitoring datasets such as patterns of similarity between temporal behavior of fine particle pollution and time trends. Modernization and accelerated urban development pollute the air and consequently have an impact on human health. Therefore, the implementation of these analyses is necessary for making guidelines and recommendation on population movement and daily activities, in the frame of the healthcare protection of the population in this region.

Keywords: Particulate matter, quality of air, multivariate analysis.

¹National Centre of Labour Medicine in Gjakova, Kosovo

^{2*}University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Department of Process Engineering, Section for Fundamental of Engineering Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia

*Corresponding author: mcurlin@pbf.hr

Stacked Delta Prograding Sequences and Sea-Level Changes during the Late Quaternary Offshore Karakoc River, Western Coast of Turkey

Savas GURCAY^{1*}

Abstract: In this study delta prograding sequences related to sea-level changes during the late Quaternary were investigated. Shallow high resolution marine seismic reflection data acquisition realized by 3.5 kHz Chirp method offshore Karakoc River, western coast of Turkey, revealed that the continental shelf off this river consisted of stacked delta progradations. Topset to foreset transition (FT) between the delta plain and the delta front represents today's Late Pleistocene age continental shelf edge. Two more paleo-shelf edges beneath that present day's shelf edge were interpreted that they have been deposited during the sea-level lowstands within Pleistocene glacial stages. Three explicit unconformities of three oblique progradational superimposed deltaic sequences which have been deposited during sea-level low stands within Late Quaternary glacial stages (oxygen isotopic stages 2, 6 and 8) beneath the shelf are characterized by toplap and downlap sedimentation features. Chirp data were collected by K. Piri Reis, research vessel of Dokuz Eylül University. This study is supported by Çanakkale Onsekiz Mart University the Scientific Research Coordination Unit, Project number: FBA-2018-2724.

Keywords: High resolution marine seismic data, delta progradations and sea-level changes

¹ Canakkale Onsekiz Mart University, Engineering Faculty, Department of Geophysics, Canakkale, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): savasgurcay@comu.edu.tr

Geothermal Characteristic of Subsoil Water of Zharkent Basin

Balnur Kismelyeva^{1*}, Dulat Kalitov^{1,2}, Meruyert Kaygusuz³

Abstract: Knowledge of the geothermal environment of subsoil is of great importance for determining the hydrogeological conditions of the territory as a whole. Geothermal conditions of the Zharkent Basin area are studied non-uniformly. The southern part was studied better, where a large exchange of drilling operations and the depth of occurrence of thermal water-bearing formations are relatively small. The central and northern parts were characterized according to the results of single deep wells. In general, there is a regular increase in temperature with depth. The highest temperatures were recorded in the central part of the basin, in the most recessed part of it and in close proximity to regional tectonic disturbances, which certainly affect the geothermic conditions of the area. To clarify the nature of the geothermal gradient change pattern with depth, geothermal gradient values have been plotted for some deep wells. Structural position of Zharkent Depression among the infolded structures of the Northern Tien Shan and Zhongaria, geomorphological and climatic features of the area, availability of thick mass of different thermal conductivity and permeability in the section determined the existence of a large artesian thermal water basin here. The temperature of subsoil water depends on exogenous (climatic) and endogenous (geothermal) factors, the combination of which determines the geothermal zoning of the earth interior. Seasonal and perennial temperature fluctuations cover only the upper part of the topographical relief without penetrating deeper than the neutral layer, and depend on the terrain, climatic and hydrodynamic factors. Comparison of geothermal materials with data on the geology and hydrogeology of the area demonstrates that the block structure of depressions, lithofacial composition of water-bearing rocks and the nature of water exchange play a major role in the distribution of temperatures. In this context, the values of geothermal gradients of individual stratigraphic strata vary widely.

Keywords: Zharkent basin, artesian thermal water, geothermal gradient, hydrogeology.

¹ Satbayev University, Hydrogeology and Geology Engineering Department, Almaty, Kazakhstan

² Production Company Geotherm LLP, Almaty, Kazakhstan

³ Pamukkale University, Denizli Vocational School of Technical Sciences, Denizli, Turkey

* Corresponding author: kismelyevab@mail.ru

Air Emissions from Polluting Sources and their Effects on Health

Besa Veseli ^{1*}, Vehebi Sofiu ¹

Abstract: Fossil fuel contamination in some of the major industries in our country in particular power generation plants, is a great concern of investigating pollutant effects with parameters obtained during measurements.

The main point of this paper is to precisely estimate the data obtained on the amount of solid particles and gases released into the atmosphere from polluting sources.

It is important to specify environmental pollution and the extent of impact of environmental pollution on the population of this area. All populations are vulnerable to environmental pollution.

Specifying the main factors that influence the exposure pathway and the protection measures of population from contaminants, heavy metals and radioactive radiation. KEK continues to be one of the strong sources of air pollution due to the release of high emissions from the fuels of Kosovo A and Kosovo B. Power plants emission estimation from TPP A and TPB is based on the results of measurements and calculations carried out for these parameters pollutants such as: dust, SO₂, NO_x and CO₂.

The effects of pollution on health are particular concern. This often cause considerable effects and lead to major public debates. Pollution effects vary depending on pollutants that include : acute respiratory diseases, deteriorating the state of those who suffer from heart diseases, cancer caused directly by polluters. While in most cases the effects are minor, in some cases the impact can be overwhelming and in extreme cases, threatening.

Keywords: Emissions, air pollution, pollutant parameters, health effects, dust, SO₂, NO_x and CO₂.

¹ Institution of Higher Education, UBT-College, Energy Efficiency Engineering

* Corresponding author: besa.veseli@ubt-uni.net

Digital Fabrication of a Foot Bone Structure from CT Scan Data

Yılmaz Gür^{1*}

Abstract: The aim of the study presented here is to digitally fabricate of anatomical human foot bone structure from computed tomography (CT) scan data by using additive manufacturing (AM) technology. This will show the capability, flexibility and capacity of the technology. The AM technology is still emerging and has a promising future. It is possible to fabricate digitally any anatomical model how complex it can be. As a case study, firstly, CT scan data of a human foot has been obtained. CT is an imaging process that uses X-ray to capture detailed pictures of areas inside the human body. Then, a 3D foot model is generated by converting CT scan data in 2D Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) data format into a 3D model. Later, stripping process is applied in order to create the foot bone structure and to eliminate soft tissues, muscles, tendons, bone marrow and skin. The 3D model has exported to “.stl” file format which is standard data transmission format to fabricate physical objects by using additive manufacturing technology. The 3D model in “.stl” file format is further processed to remove floating substances not attached to the stripped foot bone structure. 3D model sliced into layer before the digital fabrication starts. Then the bone structure is 3D printed with one of the most common 3D printing technology. The fabricated model provides tactile feedback and tangible depth of information about the foot bone structure. It can be used for pre-operative surgical planning, medical teaching purposes, informing patients, better visualised presentations, and customised implant design.

Keywords: 3D printing, computed tomography scan data, foot bone, additive manufacturing

¹ University of Balıkesir, Mechanical Engineering Department, Balıkesir, Turkey

* Corresponding author : ygur@balikesir.edu.tr

Investigation of Solid Waste Management for Union of Municipalities of Afyonkarahisar Environmental Services

İsa Akar¹, İsmail Tosun^{2*}

Abstract: Obligations related to the management of solid wastes, which are among the most important environmental problems, have been given to the Municipalities. Separate collection, classification, transport, recovery and final disposal of wastes at the source requires both expertise and a specific infrastructure. It is not possible for small municipalities to solve these problems with their existing infrastructure. For this reason, the Union of Municipalities is established with the encouragement of the Ministry of Environment and Urbanization to solve the problems related to waste management of small municipalities together with other municipalities. With the establishment of the Union of Municipalities, effective management of solid wastes can be ensured and economic solutions can be produced by establishing common solid waste facilities. In this study, population projections of member municipalities of Union of Municipalities of Afyonkarahisar Environmental Services have been made, estimated solid waste amounts have been determined, waste projections have been made and disposal methods have been evaluated. Geographical location, topography, drainage status, meteorological and climatic characteristics and process flow chart of the sanitary landfill where solid wastes are stored are presented. Taking into consideration the current situation, suggestions were made for sustainable waste management in line with the legislation of our country.

Keywords: Waste management, solid waste, landfill, Union of Municipalities

¹ Dinar Municipality (Dinar Belediyesi), Dinar, Afyonkarahisar.

² Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, Department of Environmental Engineering, Isparta.

* Corresponding author (İletişim yazarı): ismailtosun@sdu.edu.tr

Determination of Biodegradable Waste Characterization and Establishment of Management Plans in Eğirdir District

Betül Karakaya¹, İsmail Tosun^{2*}

Abstract: In this study, it is aimed to determine the characteristics of biodegradable wastes in settlements of Eğirdir District of Isparta Province and to form an integrated waste management plan. In this context, population projections of the settlements of Eğirdir District were estimated and the amount of waste to be estimated was determined. Information is given about collection and transportation systems which are important cost elements in solid waste management. Eğirdir district was divided into four different regions and the characterization of solid waste for each region in winter and summer months was demonstrated. Alternatives for the construction of a transfer center for the final disposal of waste and transport to the nearest landfill are evaluated. In order to make the urban solid waste management efficient, the necessity of a Packaging Waste Management Plan was emphasized. It is aimed to collect and reduce the collected wastes according to their types and to reduce the amount of waste going to the landfill. Suggestions have been made for the establishment of the most appropriate waste management system for Eğirdir and surrounding settlements.

Keywords: Solid waste management, solid waste characterization, recycling, separation at source, biodegradable wastes, Eğirdir

¹ Süleyman Demirel University, Süleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Environmental Engineering, Isparta.

² Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, Department of Environmental Engineering, Isparta.

* Corresponding author (İletişim yazarı): ismailtosun@sdu.edu.tr

Examination of Industrial Waste Management Plan for Textile Sector

Zeynep Korkmaz¹, İsmail Tosun^{2*}

Abstract: Considering the environmental pollution caused by hazardous wastes, Industrial Waste Management Plans covering the collection, transportation, temporary and intermediate storage, recovery, reuse and disposal of hazardous wastes are required. In this study, industrial waste management plans of a textile company operating in Isparta Province were examined, work flow chart of the plants, process structure, sources and amounts of hazardous wastes generated in each process were determined, recovery and disposal methods of hazardous wastes were explained. Developing reuse and recovery methods prior to final disposal of hazardous wastes is an important issue for sustainability of hazardous waste management. By managing hazardous and non-hazardous wastes together, waste management becomes a source of income and not a cost for some industrial plants. In the five-year cost analysis, the yarn production facility not only met the disposal cost required for the disposal of hazardous wastes, but also generated revenue each year. The current situation and problems of hazardous waste management system were analyzed by one-to-one meetings with the authorities of industrial facilities. When the survey study is evaluated; the construction of the temporary waste depot, which is the requirements of hazardous waste management, the construction of the financial liability insurance for hazardous waste, which has to be renewed every year, and meeting the cost of waste transportation and disposal are considered as important cost elements.

Keywords: Textile industry, hazardous wastes, industrial waste management plan, hazardous waste declaration system, recycling, disposal, Isparta

¹ HMC Environmental Engineering (HMC Çevre), Kepeci, 1219 Street No:1, Tarhan Apt. No:1, 32300 Isparta

² Süleyman Demirel University, Engineering Faculty, Department of Environmental Engineering, Isparta.

* Corresponding author (İletişim yazarı): ismailtosun@sdu.edu.tr

A Data Classification Method in Machine Learning via Fuzzy Parameterized Fuzzy Soft Matrices

Samet Memiş*, Serdar Enginoğlu

Abstract: In this study, we propose a classification method based on normalised Hamming pseudo-similarity of fuzzy parameterized fuzzy soft matrices (*fpfs*-matrices). We then compare proposed method with Fuzzy Soft Set Classifier (FSSC), FussCyier, Fuzzy Soft Set Classification Using Hamming Distance (HDFSSC), and Fuzzy k-Nearest Neighbor (Fuzzy kNN) in terms of the performance criterions (accuracy, precision, recall, and F-measure) and running time by using four medical data sets in the UCI machine learning repository. The results show that proposed method performs better than FSSC, FussCyier, HDFSSC, and Fuzzy kNN for “Breast Cancer Wisconsin (Diagnostic)”, “Immunotherapy”, “Pima Indian Diabetes”, and “Statlog Heart”.

Keywords: Fuzzy sets, soft sets, *fpfs*-matrices, similarity measure, data classification

Adaptive Cesáro Mean Filter for Salt-and-Pepper Noise Removal

Serdar Enginođlu¹, Uğur Erkan^{2*}, Samet Memiř¹

Abstract: In this study, we propose a new method, i.e. Adaptive Cesáro Mean Filter (ACmF), for salt-and-pepper noise (SPN) removal. We first give some of its basic notions. Afterwards, we compare the results of ACmF, A New Adaptive Weighted Mean Filter (AWMF), Different Applied Median Filter (DAMF), Noise Adaptive Fuzzy Switching Median Filter (NAFSMF), Based on Pixel Density Filter (BPDF), Modified Decision-Based Unsymmetric Trimmed Median Filter (MDBUTMF), and Decision Based Algorithm (DBA) by using Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) and Structural Similarity (SSIM) for 15 traditional test images (Cameraman, Lena, Peppers, Baboon, Plane, Bridge, Pirate, Elaine, Boat, Lake, Flintstones, Living Room, House, Parrot, and Hill) and 40 test images in the TESTIMAGES Database ranging in noise densities from 10% to 90%. The results show that ACmF outperforms the methods mentioned above. Moreover, we compare the running times of these algorithms. These results show that ACmF outperforms the methods mentioned above except for DAMF in terms of time. We finally discuss the need for further research.

Keywords: Salt-and-pepper noise, non-linear functions, noise removal, matrix algebra, image denoising, Cesáro mean.

¹ Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

² Computer Engineering, Engineering Faculty, Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, Turkey

* Corresponding author: uerkan80@gmail.com

Energy And Exergy Analysis Of An Industrial Furnace

Mehmet Altinkaynak, Doğan elik, Ali Kemal Yakut

Abstract: The industry sector is one of the sectors with the highest energy input in Turkey. When these sectors are analyzed, it is seen that iron and steel sector is in the first place. In this iron and steel sector, where there is high energy need, it is necessary to ensure the maximum efficient use of energy. Exergy is a term that expresses the availability of energy to the forefront in this industry.

In this study, energy and exergy analysis of annealing furnace which has high energy input is done. Analysis showed that the ideal flue gas pressure was 40 kPa. Furthermore, the highest Exergy destruction occurred in annealing furnace with 63%. It was found that there is an energy need of 565 kJ / kg per annealed billet. It has been proposed that the flue gas at about 200 oC ejected from the flue can be produced with an ideal rankine cycle of about 3 MW. In addition, it is stated that this waste gas thrown from the chimney can be used to meet the heating and hot water (domestic water) needs of the factory.

Keywords: Energy, Exergy, Annealing furnace, Steel, CH₄.

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): mehmetaltinkaynak@isparta.edu.tr

Energy and Exergy analysis of a PV-T Collector Source Heat Pump System

Mehmet ALTINKAYNAK, Recep DEMİREKİN, Ali Kemal YAKUT

Abstract: Today, high thermal performance with low energy input is met with heat pump systems. The geological structure, geographical location and seasonal conditions of the region should be taken into account when installing the system. Accordingly, the selection of a heat pump should be made. Therefore, demand for ground source heat pump, air source heat pump and water source heat pump is increasing day by day.

In this study, a PV-t collector with a 72-cell, single crystal silicon module cell panel with 190W nominal power was used for calculation in support of the ground source heat pump. Energy and exergy analyzes for each element in the PV-T assisted heat pump system were performed with the help of EES (Engineering Equation Solver) program. In PV-T hybrid system, total electrical power is 1422 W and total thermal power is 4397 W. Thermal efficiency of PV-T collector was calculated as 49.7% and electrical efficiency was calculated as 15.2%. The efficiency contribution of the collectors to the PV-T source heat pump system was seen as 67.9%. As radiation intensity increases, total electrical power and total received thermal power increase. Also in this study, the COP_{si} of the heat pump system was calculated as 4.41. It turned out that the highest exergy destruction was in the condenser.

Keywords: PV-T, Heat Pump, Energy, Exergy, COP.

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): mehmetaltinkaynak@isparta.edu.tr

Experimental Investigation of The Effect of Peltier Thermoelectric Materials on The Efficiency of Photovoltaics

Fatih Yiğit^{1*}, Ahmet Kabul¹, Selahattin Özhan¹, Sefa Demir¹

Abstract: Photovoltaic panels (PV) are systems that can directly generate electrical energy from special semiconductor devices illuminated by photons. A typical PV consists of two or more thin semiconductor layers and silicon is generally used as a semiconductor. PVs are used outdoors and are exposed to all kinds of effects. Very high temperatures in summer and outside in winter, depending on the region is affected by environmental effects such as snow and ice. In summer, the surface temperature of the PV solar panel increases due to the high radiation and ambient temperature. Increasing the panel surface temperature increases the panel current slightly and decreases the panel tension proportionally. Since the drop rate in the voltage is higher than the increase rate of the current, the panel power decreases accordingly. In winter, sun rays cannot come to the panel surface due to snow and ice. In this study, cooling of PVs in summer using peltier material and melting of snow and ice from panel surface in winter were investigated experimentally.

Keywords: PV solar panel, PV solar panel efficiency, peltier thermoelectric material.

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): fatihyigit@isparta.edu.tr

Thermodynamic Analysis of Double Flash Geothermal Power Plant, Aydın, Turkey

Fatih Yiğit^{1*}, Metin Çetin¹, Ahmet Kabul¹

Abstract: Today, geothermal energy, which is one of the renewable energy sources, has become widespread in many countries for heating and electricity generation. Similarly, geothermal resources with high potential in the western regions of our country are primarily used for tourism and heating purposes, while geothermal resources with high temperatures are used for electricity generation. In this study, Aydın in western Turkey with 47.5 MW geothermal power plant located in the province were investigated. Unlike other systems in the geothermal power plant examined, a double-flanged cycle system is used to produce low-pressure steam by sending the steam-water mixture from the underground to the high-pressure steam first with the help of a high-pressure separator and then the liquid phase in the liquid phase to the low-pressure separator. In this study, energy and exergy analysis were performed by considering the real working data of geothermal power plant and system yields were determined. In addition, suggestions are provided for system elements that have the potential to improve efficiency.

Keywords: Double-Flash, geothermal power, thermodynamic analysis

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): fatihyigit@isparta.edu.tr

Electromagnetic Interference Shielding Properties of Vermiculite Doped Rigid Polyurethane Materials

Ahmet Çifci^{1*}

Abstract: The use of electrical and electronic devices has recently increased. These devices produce serious electromagnetic interference that can impair the performance of nearby devices and threaten human health. Therefore, there is a strong need for electromagnetic interference shielding in order to prevent the adverse effects of electromagnetic waves on human health and electronic devices. In this paper, vermiculite doped rigid polyurethane materials were prepared and their electromagnetic interference shielding properties were studied. The experimental work comprises of addition of vermiculite in 5%, 10% and 15% of total mass of polyurethane material. As-prepared materials were characterized by scanning electron microscopy, X-ray diffraction and energy dispersive spectroscopy. The results demonstrate that vermiculite doped rigid polyurethane materials achieve a reflection loss below – 20 dB in the whole frequency range.

Keywords: Electromagnetic interference, rigid polyurethane, shielding, vermiculite

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Electrical-Electronics Engineering, Burdur, Turkey

* Corresponding author : acifci@mehmetakif.edu.tr

Review of Traditionally Consumed Antidiabetic Fruits in the Diet

Pınar Ünsal¹, Ebru Aydın¹, Gülcan Özkan^{1*}

Abstract: According to the WHO's report, the risk of diabetes is increasing and one in eleven people now have diabetes. It is anticipated that people with diabetes will double by 2030 with about 90% of patients having type-2 diabetes. To prevent or delay type-2 diabetes, the blood glucose level needs to be controlled. The use of natural food products such as herbs, fruits, spices, vegetables and their extracts in the treatment of diabetes has increased because of the side effects (flatulence, diarrhea, tiredness and upset stomach) of some common drugs.

The objective of this review was to evaluate *in vitro* and *in vivo* studies (animal and human) of some antidiabetic fruits. Health benefits of the antidiabetic fruits is well-recognized and traditionally consumption of some fruits draw attention for the prevention of type-2 diabetes due to their active hyperglycemic constituents.

The publications cited originate from electronic databases such as Google Scholar, Pubmed, Web of Science, Scopus, Wiley-Blackwell and Springer. Scientific name of the fruits, the words antidiabetic, hypoglycemic and type 2 diabetes were used as keywords for search.

Certain fruits may be used in the management of diabetes (acarbose-like activity) due to some bioactive compounds of fruits such as polyphenols and essential oils, which inhibit digestive enzymes or act as insulin like molecules. This review highlights the benefits of antidiabetic fruits and their active chemical constituents which have a role in the management of diabetes mellitus are compiled here

Keywords: Antidiabetic fruit, hypoglycemic, type 2 diabetes, phenolics, essential oil.

¹ Suleyman Demirel University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Isparta, TURKEY

* Corresponding author: gulcanozkan@sdu.edu.tr

Simulation of Maximum Power Point Tracing with Boost Converter for Thermoelectric Generators

Hayati Mamur^{1*}, Yusuf Çoban¹

Abstract: In this study, the control of the converters used to transfer the maximum power to the load connected to industrial thermoelectric generators (TEG) which is used to generate electrical energy from waste heat is simulated. Due to the fact that TEG internal resistance and load resistance are not equal, which reduces the efficiency value considerably. Therefore, maximum power point tracing (MPPT) algorithms are used to eliminate or minimize the imbalance between TEJ internal resistance and load resistance. In this study, the MGNI algorithm was modeled with MATLAB/Simulink using DC-DC boost converter based on the perturb and observation (P&O) method to ensure matching between TEJ internal resistance and load resistance. It was found that TEG without MPPT was highly affected by load changes. Then, the variable load was applied to the DC-DC boost converter system with P&O MPPT. Even though the load changes were carried out, the modelled system with P&O MPPT algorithm was monitored to the maximum power point (MPP) with an accuracy of 98.64%.

Keywords: TEG, P&O, MPPT, DC-DC converter, renewable energy

Termoelektrik Jeneratörler için Yükseltici Çeviricili Maksimum Güç Noktası Takibi Benzetimi

Öz: Bu çalışmada, atık ısılardan elektrik enerjisi elde etmek amacıyla kullanılan endüstriyel termoelektrik jeneratörlere (TEJ) bağlanan yüke, maksimum gücün aktarılabilmesi için kullanılan dönüştürücülerin kontrolü simüle edilmiştir. TEJ iç direncinin yük direncine eşit olmaması verimi oldukça düşürür. Bu nedenle TEJ iç direnci ile yük direnci arasındaki dengesizliğin ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi için maksimum güç noktası izleyici (MGNI) algoritmaları kullanılır. Bu çalışmada da TEJ iç direnci ile yük direnci arasındaki eşitliği sağlamak için karıştır ve gözlemle (K&G) metodu temelinde MGNI algoritması, DC-DC yükselten çevirici kullanılarak MATLAB/Simulink ile modellenmiştir. MGNI'siz TEJ'in yük değişimlerinden oldukça etkilendiği tespit edilmiştir. Daha sonra, değişken yük K&G MGNI'li DC-DC yükselten çevirici sistemine uygulanmıştır. Geliştirilen K&G MGNI algoritmalı sistem ile TEJ'in yük değişimlerine rağmen maksimum güç noktasını (MGN) %98.64 bir doğrulukla izlediği görülmüş.

Anahtar Kelimeler: TEJ, K&G, MGNI, DC-DC dönüştürücü, yenilenebilir enerji

¹ Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, 45140, Manisa, TURKEY

* Corresponding author (İletişim yazarı): hayati.mamur@cbu.edu.tr

1. Giriş

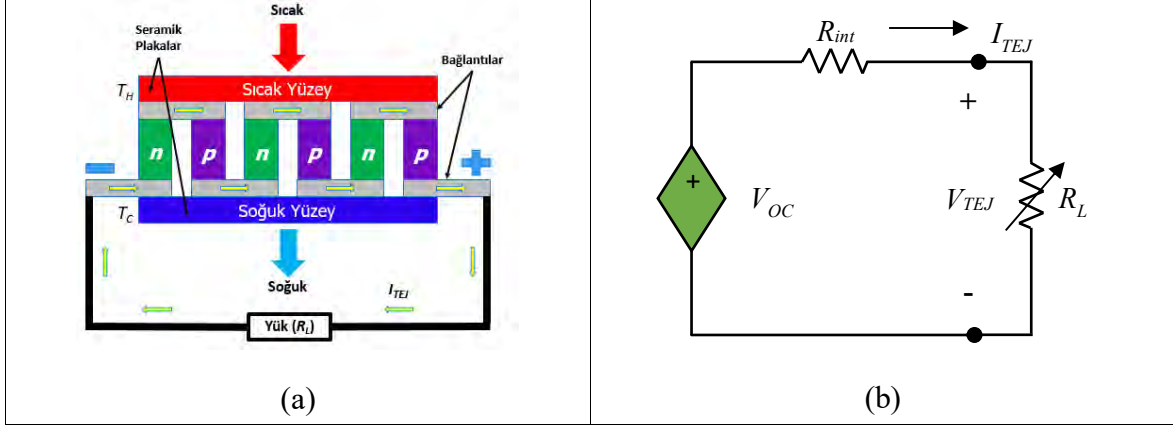
Günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik enerjisinin elde edilmesi oldukça yaygın çalışma alanlarından biridir. Rüzgâr, güneş, hidroelektrik ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen büyük güçlü elektrik enerjisi şebeke sistemine doğrudan verilmekteyken, küçük güçlü enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi ise genelde şebekeden bağımsız olarak çalıştırılmaktadır (Lui ve Chen,2014).

Termoelektrik jeneratörler (TEJ) atık ısıları elektrik enerjisine çeviren küçük güçlü yenilenebilir elektrik enerjisi cihazlarıdır (Wu vd., 2018). Bunlar yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkını doğrudan elektrik enerjisine çeviren yarıiletken malzemeden yapırlar. TEJ'lerde üretilen gerilimin artırılması için iki seramik plaka arasına yerleştirilen p ve n tipi termoelement (TE) yarıiletkenler elektriksel olarak seri bağlanırlar (Dişlitaş ve Ahıska, 2016). Hareketli parçalarının olmaması, sessiz ve kararlı çalışmaları, uzun ömürlü ve güvenilir olmaları gibi avantajları vardır. Verimlerinin en fazla %10'a kadar çıkabilmesi ve pahalı olmaları da dezavantajlarıdır (Ahıska ve Mamur, 2014). Verimleri düşük olmasına rağmen atık ısılardan elektrik enerjisi kazanımı dikkate alındığında bu verim değeri enerji verimliliğini arttırdığı için oldukça önemlidir (Mamur ve Ahıska,2015; Sasaki vd., 2015). TEJ'lerden elde edilen elektrik enerjisi verimini etkileyen faktörlerden biri TEJ iç direnci ile bağlanan yükün empedans dengesizliğidir (Montecuccio ve Knox, 2015). Bunun ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi için çeşitli maksimum güç noktası izleyici (MGNİ) algoritmaları geliştirilmiştir (Liu vd., 2014).

Bu çalışmada, TEJ karıştır ve gözlemler (K&G) MGNİ tekniği dikkate alınarak, hem TEJ modellenmesi hem de en iyi sonuçların alındığı K&G MGNİ algoritmaları DC-DC yükseltici bir çeviricinin modellenmesi MATLAB/Simulink ile yapılmıştır. Bu modelleme ile değişken yük değerlerinde TEJ'in çıkış değerleri alınmıştır. Daha sonra bu model MGNİ algoritmasının yapılması için K&G temelinde DC-DC yükseltici bir çevirici ile birleştirilmiş ve değişken yükün verim üzerindeki etkisi en aza indirilerek verimin yükseltilmesi sağlanmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde konunun genel bir tanıtımı yapıldıktan sonra, diğer bölümde materyal ve metotlar sunulmuştur. Araştırma bulguları ve tartışma bölümünde de yapılan çalışmadan elde edilen neticeler verilmiş ve bunlar değerlendirilmiştir. Son olarak da sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

TEJ'ler yarıiletkenlerden oluşan, verimleri düşük ve küçük güçlü cihazlardır. Çok sayıda p ve n tip TE çiftlerin birleşiminden oluşur. TE'ler ısı iletkenliğinin artırılması için de seramik plakalar yardımıyla paralel olarak birbirine bağlanırlar. İyi bir TE materyal 100-300 $\mu\text{V/K}$ arasında Seebeck sabitine sahiptir (Snyder, 2008). Bir TEJ'in yapısı Şekil 1a'da ve eşdeğer devresi Şekil 1b'de gösterilmiştir.



Şekil 1. TEJ (a) yapısı ve (b) eşdeğer devresi.

Bir TEJ yüzeyleri arasında sıcaklık farkı oluşturulduğunda, ısı akışından elektrik gücü üretir. Isı, sıcak yüzeyden soğuk yüzeye aktıkça, yarıiletken TE'lerdeki elektron ve oluklar soğuk tarafa doğru hareket ederler (Bond ve Park, 2015).

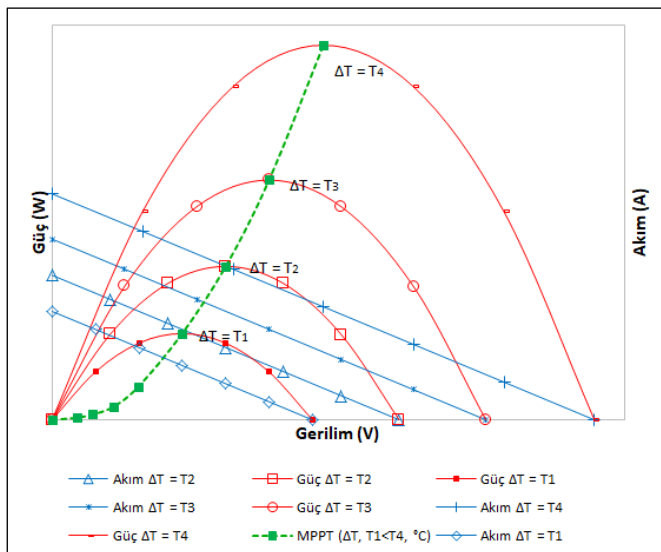
Bunun sonucunda oluşan açık devre gerilimi sıcaklık farkı ve Seebeck sabiti ile aşağıda verildiği gibi doğru orantılıdır:

$$V_{OC} = \alpha \cdot \Delta T \quad (1)$$

burada, V_{OC} TEJ açık devre gerilimi (V), α Seebeck sabiti (V/K) ve ΔT sıcaklık farkıdır (K). ΔT sıcak ve soğuk yüzey sıcaklıkları arasındaki farktır ($\Delta T = T_H - T_C$). TEJ tarafından yüke verilen güç ise:

$$P = \frac{V_{OC}^2}{(R_{int} + R_L)^2} \cdot R_L \quad (2)$$

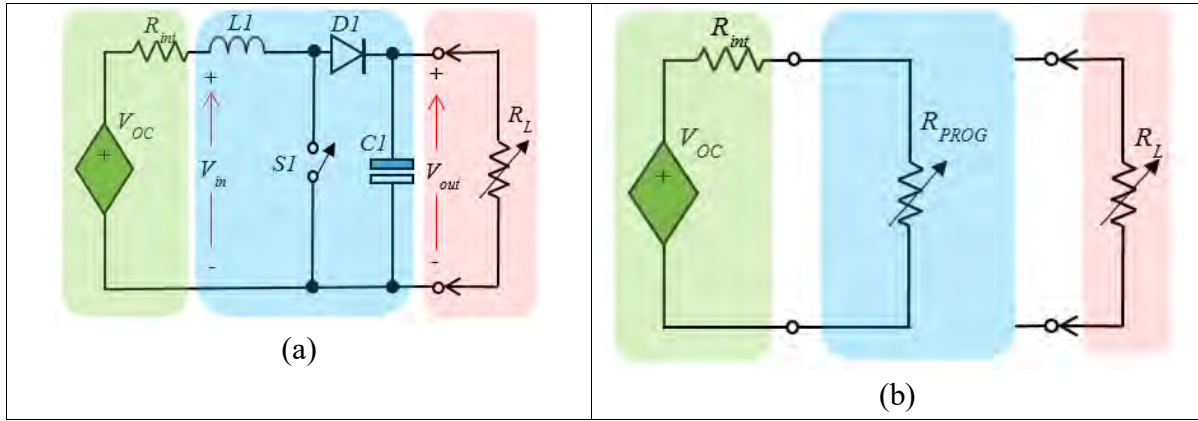
eşitliği ile ifade edilir. Burada, R_{int} TEJ iç direnci (Ω) ve R_L yük direncidir (Ω). Maksimum güç transferi teoremine göre $R_{int} = R_L$ olduğunda TEJ'den maksimum güç alınmaktadır. Sıcaklık farkı değiştiğinde bu değerlerde de bir değişim görülecektir. Bu durum Şekil 2'de ifade edilmiştir.



Şekil 2. Sıcaklık farkının bir fonksiyonu olarak TEJ akım, gerilim, güç ve MGN eğrileri.

Güçteki değişim maksimum güç noktası (MGN) değerlerinde gerilime bağlı olarak sıfırdır. Güç eğrisinin solunda kalan bölgelerde gerilime bağlı olarak güçteki değişim pozitif iken, sağdaki bölgelerde negatiftir. Eğer TEJ doğrudan yüke bağlanırsa P-V eğrisinin yük direnci ve iç direnç uyumuna göre belirli bir noktada çalışır. TEJ'in en iyi çalışma bölgesi olan MGN bu nokta olmayabilir. Fakat TEJ'in çıkış gerilimi bir güç dönüştürücü kullanılarak kontrol edilebilirse TEJ her koşulda MGN'de çalışabilir (Abdelsalam vd., 2011).

DC-DC yükseltici çeviriciler yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte kullanıldığında güç düzenlemesi yaparak MGN takibine olanak sağlarlar. Bir yükseltici çeviricinin TEJ ile birlikte kullanımı Şekil 3a'da gösterilmiştir. Anahtar kapatıldığında kaynağa doğrudan bobin bağlanmış olur ve manyetik enerji depolanır. Bobindeki depolanan enerjinin düzenlenmesiyle TEJ'in yükü programlı bir şekilde yapılmış olur. Bu MGN'li çeviricinin çalışma prensibidir ve Şekil 3b'de verilmiştir.



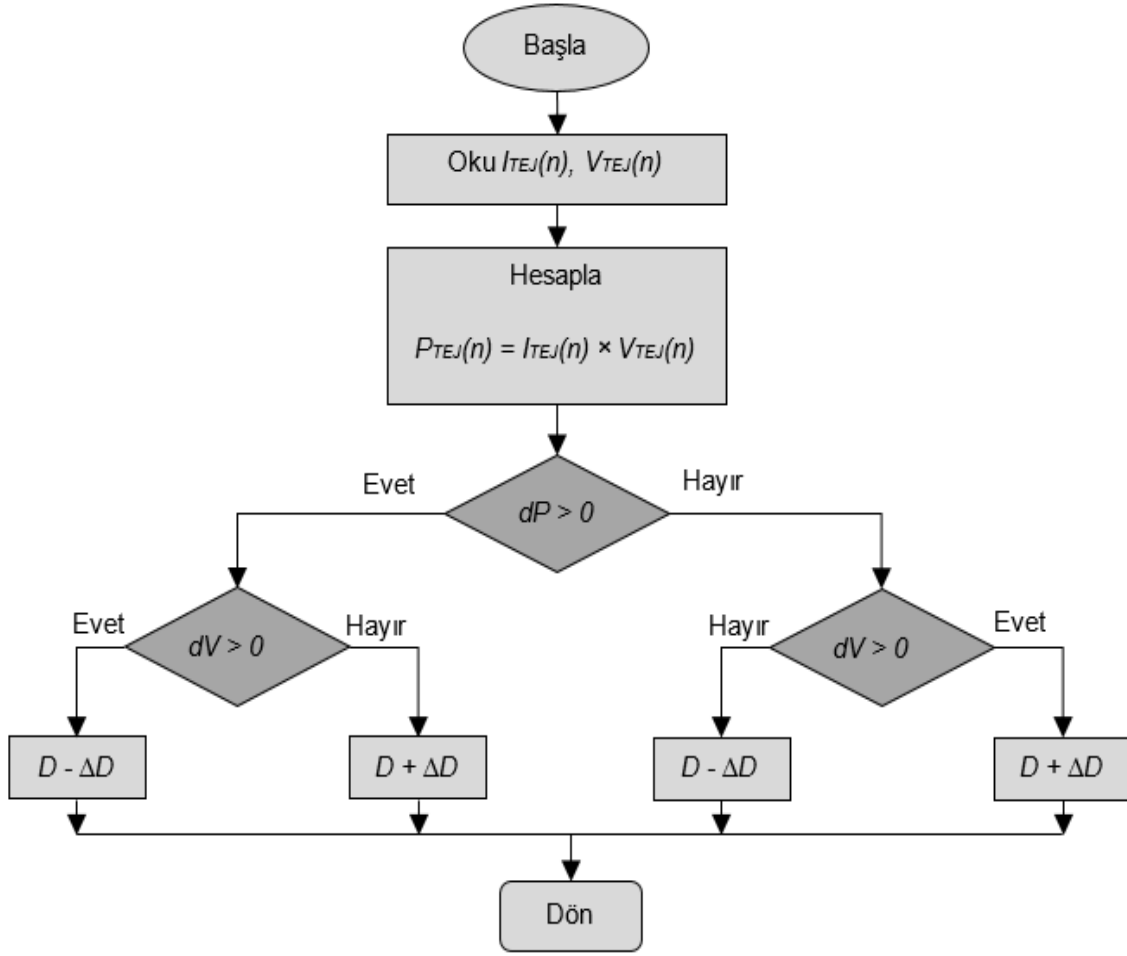
Şekil 3. Yükselten çevirici (a) yapısı ve (b) MGNİ prensibi.

Yükselten çeviricilerde giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki bağıntı aşağıdaki gibi olur:

$$V_{out} = \frac{V_{in}}{(1 - D)} \quad (3)$$

burada, V_{in} giriş gerilimi, V_{out} çıkış gerilimi ve D anahtarın akım geçirdiği görev çevrim zamanıdır.

MGN'sında TEJ'i çalıştırmak için belirli aralıklarla TEJ'in hem akımının hem de geriliminin ölçülmesi gerekir. Ölçülen bu değerlere bağlı olarak güç değeri hesaplanır ve bir önceki güç değeri ile karşılaştırılır. Eğer en son elde edilen güç değeri yüksekse bu değerde çevirici çalıştırılmaya devam edilir [12]. Görev çevriminin azaltılması gerilimin azalmasını ama güç değerinin MGN değerine yaklaşmasını sağlar ve görev çevrimi değeri azalma yönünde devam ettirilir. Tüm bu ifade edilenlerle ilgili K&G MGNİ algoritması Şekil 4'de sunulmuştur.



Şekil 4. K&G MGNİ algoritması.

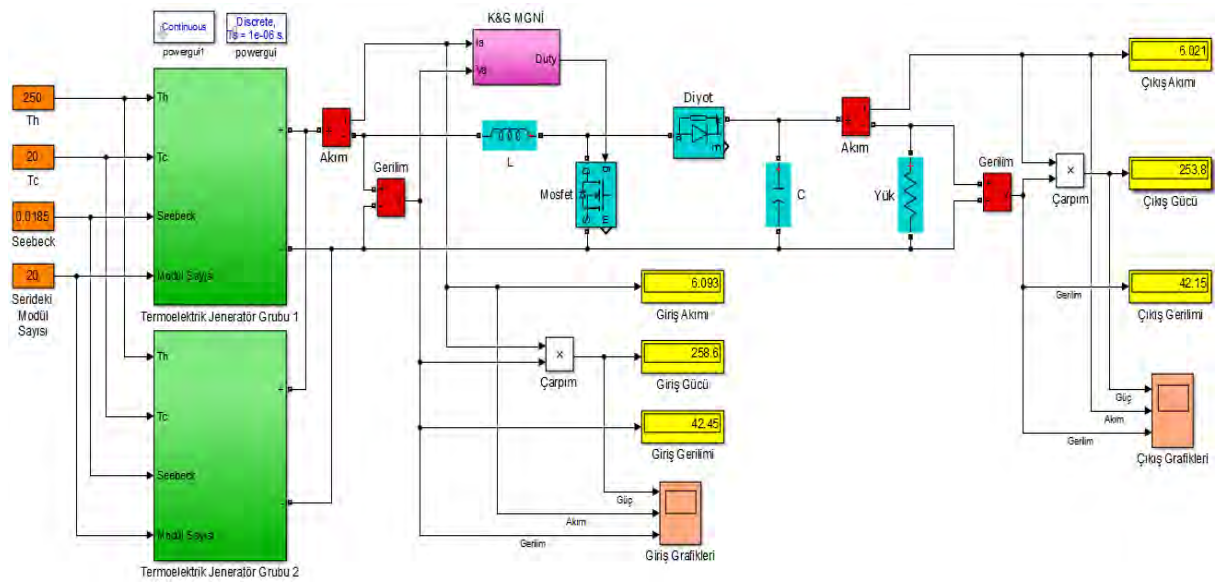
Tablo 1. TEJ karakteristikleri.

No	Özellikler	Değer
1	Sıcak taraf sıcaklığı – T_H	250°C
2	Soğuk taraf sıcaklığı – T_C	30°C
4	Açık devre gerilimi – V_{OC}	4 ±0,4 V
5	En yüksek güçteki ($R_{in} = R_L$) iç direnç	0,7 Ω
6	En yüksek güçteki ($R_{in} = R_L$) çıkış gücü	5,8 W
7	1000 Hz ve 27°C’de ölçülen AC direnci	0,55 ±0,05 Ω
8	Verim	%3,5
9	Seebeck sabiti	185 μV/K
10	Kalite katsayısı	2,86 x 10 ⁻³ K ⁻¹
11	ZT	0,8

MATLAB/Simulink ile TEJ modellemeye Tablo 1’de verilen bir TEJ karakteristik değerleri kullanılmıştır. Benzetimi yapılan TEJ en çok 250°C değerine kadar kullanılabilen Bi₂Te₃ yarıiletken TE’lere sahiptir. Maksimum güçteki TEJ iç direnci 0,7 Ω’dur. TEJ’ler sıcaklığa

bağımlı gerilim kaynağı gibi davranırlar. Sıcaklık farkı ile doğru orantılı olarak çıkış gerilimleri ve güçleri artar. Seri bağlanan TEJ adedine göre iç direnç değeri belirlenir ve girilen sıcak ve soğuk taraf sıcaklıkları ile sıcaklık farkı hesaplanır.

TEJ sistemine bağlanan yükün sürekli olarak aynı değerde olması beklenemez. Bu durumda iç direnç yük direnci eşit olmayacak ve empedans dengesizliği yaşanacaktır. Bu nedenle çevirici sistemleri hem güç düzenlemesi hem de MGNİ için TEJ sistemine bağlanır. Burada K&G MGNİ algoritması DC-DC yükseltici çevirisi TEJ sistemine bağlanarak Şekil 5’de gösterildiği gibi modelleme yapılmıştır. Bu algoritma ile mosfetin açma kapama zamanı ayarlanmıştır. Sistemde çeviricinin girişini oluşturan TEJ sisteminin çıkışına ait akım, gerilim ve güç değerleri alınmıştır.



Şekil 5. TEJ sistemi ve K&G MGNİ DC-DC yükseltici çevirici modeli.

3. Bulgular ve Tartışma

Modellemede 40 tane TEJ kullanılmıştır ve bunların yük modelleri yapılmıştır. Bunların 20 tanesi kendi arasında seri bağlıdır. Bu 20 tane seri bağlı TEJ sisteminden grup 1 ve grup 2 isminde iki tane kullanılmıştır. TEJ sisteminin toplam iç direnci ise 7Ω 'dur. Dolayısıyla maksimum gücün alınması bu değerde gerçekleşmiştir. 230°C sıcaklık farkı sabit tutulmak koşuluyla farklı yük direnci değerlerinde MGNİ'siz elde edilen çıkış güçleri Tablo 2’de sunulmuştur.

K&G MGNİ’li DC-DC yükseltici çevirici kullanılmaksızın gerçekleştirilen sistem ile karşılaştırma kolaylığı sağlamak için ilk olarak farklı direnç değerlerine göre sistem çıkışı alınmış ve buradaki direnç değerleri de aynı tutulmuştur. Sıcak ve soğuk yüzey sıcaklıkları da en iyi değer için sabit olarak ayarlanmıştır. Sıcaklık farkı 230°C 'dir. Burada sistemin girişine ait akım, gerilim ve güç değişkenlerinin yanı sıra çıkış değerleri de kaydedilmiştir. Böylelikle MGNİ değerini sistem algoritmasının ne kadar bir yakınlıkla izleyebildiği hesaplanabilmektedir. MGNİ yüzde değerleri de tüm değerlerle birlikte Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2. TEJ sistemine doğrudan yük direnci bağlandığında yük direnci üzerinde elde edilen sonuçlar.

Yüzey Sıcaklıkları (°C)		Yük (Ω) R_L	Akım (A) I	Gerilim (V) V	Güç (W) P
T_H	T_C	R_L	I_{TEJ}	V_{TEJ}	P_{TEJ}
250	20	5	7,092	35,46	251,5
		7	6,079	42,55	258,6
		15	3,868	58,02	224,4
		50	1,493	74,65	111,4

Tablo 3. Değişken yük bağlandığında TEJ K&G MGNİ'li DC-DC yükseltici çevirici giriş ve çıkışları.

Yüzey Sıcaklıkları (°C)		Yük (Ω) R_L	Akım (A) I		Gerilim (V) V		Güç (W) P		MGNİ %
T_H	T_C		Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	Giriş	Çıkış	
250	20	5	7,025	7,025	35,91	35,12	252,4	246,7	97,74
		7	6,055	6,021	42,72	42,15	258,6	253,8	98,14
		15	6,488	4,115	39,69	61,73	257,5	254,0	98,64
		50	5,818	2,246	44,37	112,3	258,2	252,3	97,71

Elde edilen sonuçlar TEJ sistemlerinin çıkışına doğrudan yük bağlantısının zaten düşük olan TEJ verimini daha da düşürdüğünü göstermiştir. Tablo 2'deki verilere göre 230°C sıcaklık farkında TEJ sistemine doğrudan bağlanılan yükün iç direnci TEJ sistemi iç direncine eşit olduğunda en yüksek güç değeri, beklenildiği gibi elde edilmiştir. 7 Ω iç direncinin aşağısında ve yukarısındaki değerlerde elde edilen güç değeri, tipik güç karakter özelliklerinde ifade edildiği gibi azalmıştır. MGN değerine yaklaştıkça elde edilen maksimum güçteki değişim azalmıştır. Tablo 4 incelendiğinde, empedans eşleşmesi olmasa dahi MGNİ sayesinde TEJ'den elde edilen gücün hemen hemen hepsinin çıkışa aktarılabilirdiği görülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, bir TEJ'in karakteristik değerlerine bağlı kalarak MATLAB/Simulink ile modellenmesi yapılmıştır. Ayrıca çoklu seri-paralel TEJ kullanımı ile hem doğrudan yük bağlantılı MGNİ'siz hem de bir yükseltici çevirisi kullanılarak K&G MGNİ'li modellemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu TEJ sisteminden elde edilebilecek maksimum güç MGNİ'siz TEJ toplam iç direncinin yük direncine eşit olduğu değerde olmuştur. Fakat bu direnç değerinin dışındaki değerlerde güçte oldukça düşmeler olmuştur. Bir elektrik üreticisine sabit bir yükün sürekli olarak bağlanması düşünülemez. Bu durumda da MGNİ algoritmaları çeviriciler kullanılmalıdır. K&G MGNİ'li yükselten çeviricili TEJ sistemi kullanıldığında üretilen güç yaklaşık %98,64 doğrulukla yüke aktarılabilmiş ve MGN büyük bir doğrulukla gerçek değerinde takip edilebilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi (No: 2018-190) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Liu C, Chen P, Li K. (2014) .A 500 W low-temperature thermoelectric generator: Design and experimental study". International Journal of Hydrogen Energy, 39(28), 15497-15505.
- Wu SJ, Wang S, Yang CJ, Xie KR. (2018) Energy management for thermoelectric generators based on maximum power point and load power tracking. Energy Conversion and Management, 177, 55-63.
- Dişlitaş S, Ahıska R. (2016) Determination of the parameters I_{max} , V_{max} and E_{max} of thermoelectric module using parabola algorithm based on three discrete measurements. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31(4), 1063-1072.
- Ahıska R, Mamur H. (2014) A review: Thermoelectric generators in renewable energy. International Journal of Renewable Energy Research (IJRER), 4(1), 128-136.
- Mamur H, Ahıska R. (2015). Application of a DC–DC boost converter with maximum power point tracking for low power thermoelectric generators. Energy Conversion and Management, 97, 265-272.
- Sasaki K, Horikawa D, Goto K. (2015) Consideration of thermoelectric power generation by using hot spring thermal energy or industrial waste heat. Journal of Electronic Materials, 44(1), 391-398.
- Montecucco A, Knox A. (2015) Maximum power point tracking converter based on the open-circuit voltage method for thermoelectric generators. IEEE Transactions on Power Electronics, 30(2), 828-839.
- Liu Y, Li M, Ji X, Luo X, Wang M, Zhang Y. A (2014) comparative study of the maximum power point tracking methods for PV systems. Energy Conversion and Management, 85, 809-816.
- Dişlitaş, S, Yanmaz, H, Ömer, G, Ahıska, R. (2019) The design of multi-functional probe for determining the P-N electrical conductivity type of thermoelectric semiconductors. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 25(2), 151-156. (Dişlitaş vd.,2019)
- Snyder GJ. (2008) Small thermoelectric generators. The Electrochemical Society Interface, 17(3), 54-56.
- Bond M, Park JD. (2015) Current-sensorless power estimation and MPPT implementation for thermoelectric generators. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 62(9), 5539-5548.
- Abdelsalam AK, Massoud AM, Ahmed S, Enjeti PN. (2011) High-performance adaptive perturb and observe MPPT technique for photovoltaic-based microgrids. IEEE Transactions on Power Electronics, 26(4), 1010-1021.

Simulation of Regenerative Braking in Electric Vehicles

Hayati Mamur^{1*}, Alper Kağan Candan¹

Abstract: Electric vehicles have recently become widespread due to the emitted greenhouse and the future depletion of fossil fuels. However, the distance that these vehicles take is very limited, which limits their usage. In addition, the fast charging and discharging of the used conventional batteries causes a problem and reduces the life of the battery. In this study, a regenerative braking simulation has been taken into consideration in order to increase the distance of electric vehicles. It is thought that a brushless direct current (BLDC) machine with hall effect sensors is used in the simulated electric vehicle. The BLDC machine is used as a motor while the electric vehicle is traveling and as a generator when the brake is applied to stop or decelerate. During the braking, the voltage value of the back electromotive force (EMF) produced by the generator with a boost converter is increased by using the regenerative feature and the electrical energy is recycled to the battery. In this way, the use of a part of the back EMF, which is released when the brake is applied in the electric vehicle, has been achieved and the road distance of the vehicle has been increased. As a result of this simulation study, a BLDC machine can be used both as a motor and as a generator in electric vehicles.

Keywords: Electrical vehicle, regenerative braking, boost converter, energy efficiency

Elektrikli Araçlarda Rejeneratif Frenlemenin Benzetimi

Öz: Elektrikli araçlar, son zamanlarda fosil yakıtlı araçların çevreye yaydıkları sera gazları ve gelecekte tükenebilir olması nedenleriyle, yaygın hale gelmeye başlamıştır. Fakat bu araçların aldıkları yol mesafesinin az olması kullanım alanlarını oldukça kısıtlamaktadır. Ayrıca kullanılan geleneksel bataryaları hızlı şarj ve deşarjları da bir problem çıkarmakta bataryanın ömrünü azaltmaktadır. Bu çalışmada, elektrikli araçların aldıkları yol mesafesini arttırmak için rejeneratif frenleme simülasyonu ele alınarak benzetim çalışmaları yapılmıştır. Benzetimi yapılan elektrikli araçta hall effect algılayıcılara sahip bir fırçasız doğru akım (BLDC) makinesinin kullanıldığı düşünülmüştür. Bu BLDC makine elektrikli aracın yol aldığı esnada motor olarak, durması veya yavaşlaması için frene basıldığında da jeneratör olarak kullanılmıştır. Frenleme esnasında, rejeneratif özellik kullanılarak bir yükselten çevirici ile jeneratörün ürettiği ters elektromotor kuvvetin (EMK) gerilim değeri bataryanın gerilim değerinin üzerine çıkartılıp elektrik enerjisinin bataryaya geri kazanımı sağlanmıştır. Böylelikle, elektrikli araçta frene basıldığında açığa çıkan ters EMK'nın bir bölümünün kullanımı başarılmış ve aracın yol mesafesi artırılmıştır. Sonuçta, elde edilen benzetim çalışması ile bir BLDC makinenin hem motor olarak hem de jeneratör olarak elektrikli araçlarda kullanımı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli araçlar, rejeneratif frenleme, yükselten çevirici, enerji verimliliği.

¹ Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, 45140, Manisa, TURKEY

* Corresponding author (İletişim yazarı): hayati.mamur@cbu.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde fosil yakıtla çalışan içten yanmalı motorlu araçlar yerini hibrit ve elektrikli araçlara bırakmaya başlamıştır. Elektrikli araçlarda enerji bataryadan sağlanmaktadır. Bataryadan enerjili elektrikli araçlar ve içten yanmalı motorlarla çalışan fosil yakıtlı araçların aldıkları mesafeler karşılaştırıldığında, içten yanmalı motorlara sahip fosil yakıtlı araçlar büyük bir üstünlüğe sahiptir (Armentavd., 2015). Bataryadan sağlanan enerji ile çalışan elektrikli araçların yol mesafelerinin artırılması, daha çabuk şarj olabilen ve uzun ömürlü bataryaların geliştirilmesi çalışmaları artan bir ivme ile devam etmektedir.

Enerjiye olan talebin sürekli artması enerjiyi daha verimli bir şekilde kullanmayı önemli hale getirmiştir. Bu durum elektrikli taşıtlara da yansımıştır. Elektrikli taşıtlardaki firçasız doğru akım (BLDC) makinalarının veya diğer elektrik makinalarının benzin ve dizel motorlara göre çok daha yüksek verimlilikle çalışması elektrikli taşıtları bir diğer seçenek olarak ortaya çıkarmıştır. Bunların sonucunda sıradan taşıtlarla yapılan birçok iş, elektrikli taşıtlarla da mümkün hale gelmiştir. Fakat elektrikli taşıtların enerji kaynağı olan bataryanın sınırlı düzeyde enerjiye sahip olması nedeniyle bu taşıtlarla yapılan seyahatler daha kısa mesafelerde olmaktadır. Bu problemin en aza indirilme yöntemlerinden biri elektrikli araçlardaki frenleme esnasında boşa giden kinetik enerjinin kullanılabilir hale getirilmesidir. Bunun yapılması için BLDC makineyi jeneratör olarak kullanmak bu sorunun çözümüne bir katkı sağlamaktadır. Elektrikli araçtaki frenleme esnasında kaybolan kinetik enerjinin bir kısmı bataryaya rejeneratif frenleme ile tekrar kazandırılmaktadır. Bu kazanılan elektrik enerjisi ve enerji yönetim sistemleri ile elektrikli araçların mesafeleri %0,5-%25 aralığında arttırılabilmektedir (Naseri vd.,2016).

Geleneksel araçlarda frenleme sürtünme kuvvetinin yardımıyla balatalar sayesinde yapılır. Frenleme sırasında balataların dönen kısma sürtünmesiyle hareket yavaşlatılır veya durdurulur. Bu esnada ısı açığa çıkar ve bu ısı kayıptır (Rahim vd., 2017). Elektrikli araçlarda ise kullanılan elektrik motoru sayesinde rejeneratif frenleme yapılabilir. Rejeneratif frenleme arabanın yavaşlaması esnasında enerji üretilmesi anlamına gelmektedir. Frenleme sırasında dönmeye devam eden elektrik makinası jeneratör olarak çalışmaya başlar ve uçlarında gerilim indüklenir başka bir ifadeyle elektrik enerjisi üretir. Bu rejeneratif frenleme esnasında sürücü tarafından yapılan frenleme işlemi yol almakta olan elektrikli taşıtın güvenilirliğinin sağlanması için önemlidir. Bu durumda, motor tarafından sağlanan maksimum fren momentine bağlı olan rejeneratif momentin, bataryanın şarj güç kapasitesiyle sınırlanan rejeneratif gücün ve bataryanın aşırı şarj ve deşarj etkilerinin de dikkate alınması gerekmektedir (Li vd., 2016).

Elektrikli taşıtlarda kullanılan elektrik makinalarının rejeneratif frenlenmesi sırasında indüklenen gerilim istenen formda olmaz. Bunun düzenlenmesi gerekir. Bu nedenle bu gerilim doğrultulduktan sonra yükseltilir ve batarya grubuna verilir. Yükseltme DC-DC yükselticilerle yapılır. Bu konvertörlerin yapılarında bobin, diyot ve anahtarlama elemanı bulunur. İstenen gerilim seviyesine ulaşan enerji bataryada daha sonra kullanılmak üzere depo edilir.

Enerji rejenerasyonu ve bunun uygulanabilirliğine yönelik çalışmalar hızla devam etmektedir. Rejeneratif frenlemede enerjinin depolanması için bataryaların yanı sıra süper kapasitörler de kullanılmaktadır (Adib ve Dhaouadi, 2017). Süper kapasitörlerde elektrik enerjisinin depolanması daha hızlı gerçekleşmektedir. Bunların yapıları oldukça küçük, uzun ömürlüdürler ve bataryalara nazaran %10-100 kat daha fazla enerji yoğunluğuna sahiptirler

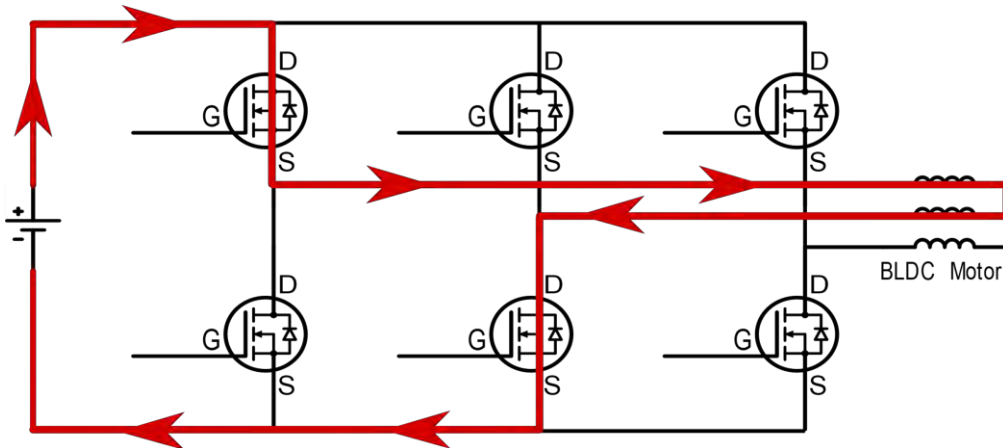
(Tzortzis vd., 2015). Geleneksel bataryalarda enerjinin ani olarak şarj ve deşarj edilmesi ömürlerini kısaltmaktadır. Bu nedenle son zamanlarda lityum-iyon bataryalar tercih edilmektedir. (Kouchachvili vd., 2018). Rejeneratif frenlemenin gerçekleştirilmesi ve sistem yönetimleri için look-up tabloları, bulanık mantık, iyileştirme, önsezili kontrol ve yapay sinir ağları gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır (Maia vd., 2015; Tao vd., 2017). Ayrıca elektrikli araçların güvenli sürüş tekniklerinin arttırılması için bu frenleme tekniği mekanik frenlemenin yerine de tercih edilebilmektedir (Zhang vd., 2019). Çünkü rejeneratif frenleme hızlı bir şekilde devreden çıkarılabilmekte ve alınabilmektedir (Qiu vd., 2018).

Bu çalışmada, elektrikli taşıtların hareketini sağlayan bir BLDC'nin hem motor hem de jeneratör olarak çalışmasının bir benzetimi gerçekleştirilmiştir. Frenleme esnasındaki kinetik enerjinin elektrik enerjisine çevrilmesini sağlayan rejeneratif frenleme kullanılmış ve geri kazandırılacak elektrik enerjisi analiz edilmiştir. Böylelikle, elektrikli taşıtların kısa mesafe gitme probleminin azaltılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Hazırlanan benzetim çalışması 10 saniyelik bir zaman dilimi için yapılmıştır. 10 saniyenin ilk 4 saniyesi elektrik makinesinin sürülmesi başka bir deyişle motor olarak çalıştırılması işlemidir. 4. saniyede enerjisi kesilmiş olan motorun kendiliğinden yavaşlayarak durması beklenmiştir. Bu zaman aralığında ise elektrik makinesi jeneratör olarak çalıştırılmıştır. Seçilen BLDC makine 3 fazlıdır ve 120° açığa sahip 3 adet hall etkili sensöre sahiptir.

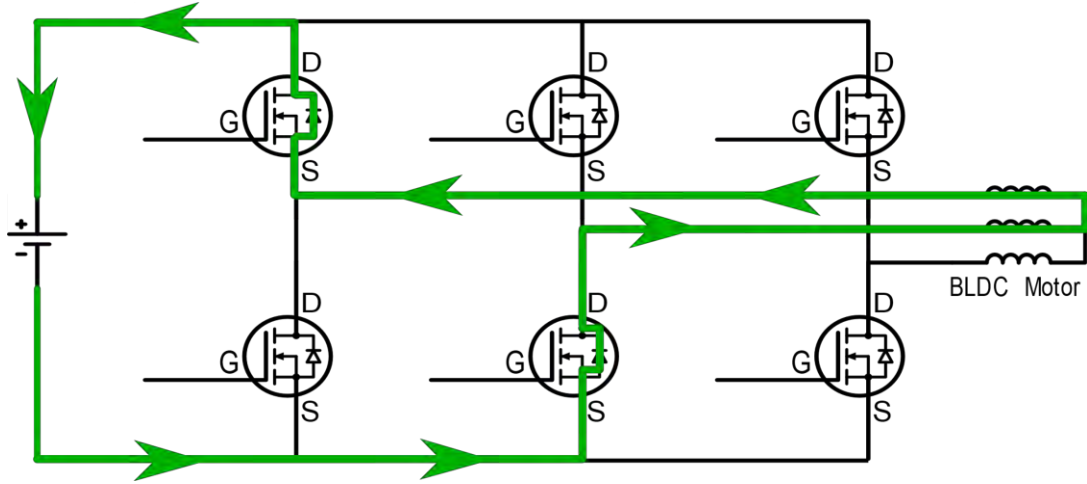
Benzetim çalışmasında önce motoru sürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Motorun hareketi sürücü devresinde bulunan yarı iletken elemanlar yardımıyla fazlar anahtarlanarak sağlanmıştır. Sürücü devresinde yarı iletken elemanlar olarak mosfetler kullanılmıştır. Motorda bulunan hall etkili sensörlerden alınan veriler karşılaştırma blokları yardımıyla işlenmiştir. Bu sayede fazları anahtarlayan mosfetlerin iletim koşulları belirlenmiştir. Güç akışı bu aşamada kaynaktan BLDC motora doğrudur. Bu durum Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. BLDC makinenin motor modu.

BLDC motorun harekete başlamasıyla ilk adım gerçekleştirilmiştir. İkinci adımda rejeneratif frenleme amaçlanmıştır. 4 saniye boyunca motor olarak çalıştırılan BLDC makinenin enerjisi bir devre yardımıyla kesilmiştir. Dönmeye bir süre daha devam eden BLDC motorun stator uçlarında gerilim indüklenmiştir. Fakat üretilen bu gerilimin, bataryaya enerji depolayabilecek seviyede olmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle gerilimi arttırmak için 4. saniyede devreye

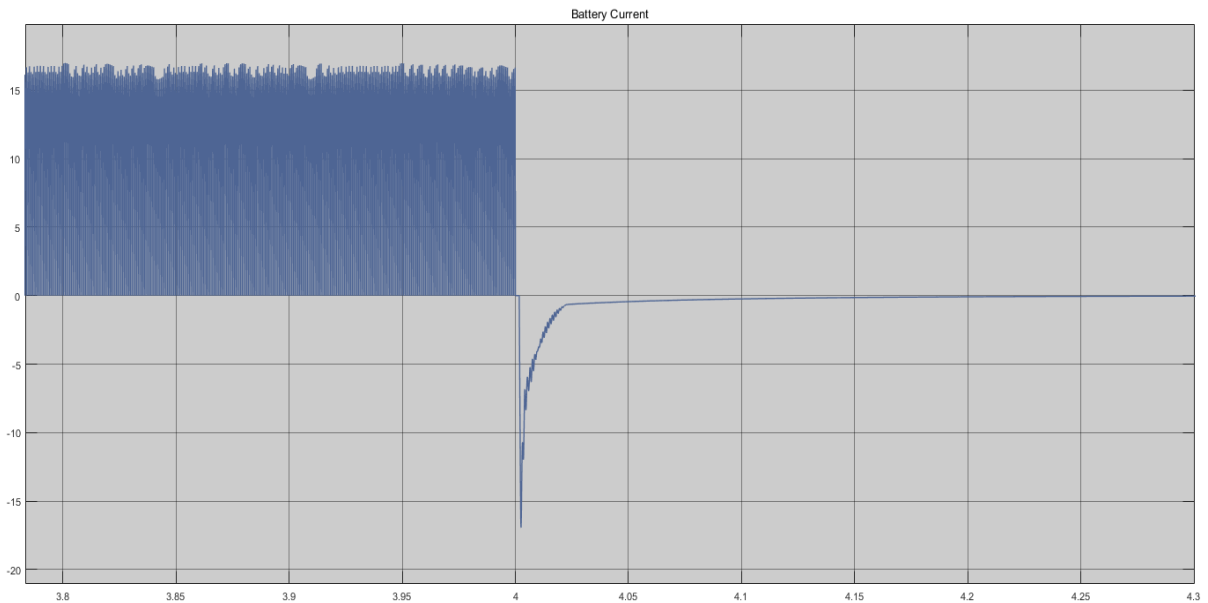
giren bir yükselten DC-DC çevirici eklenmiştir. Yükseltileen gerilim doğrudan bataryaya verilerek enerji depolanmış ve rejenerasyon gerçekleştirilmiştir. Bu esnada gerilimin yükselmesi ve bataryayı beslemesi nedeniyle batarya bir yük gibi davranmıştır. Bu durum sayesinde hareket daha hızlı sonlandırılmış başka bir deyişle frenleme yapılmıştır. Rejeneratif frenleme sırasında güç akışı BLDC makineden bataryaya doğru olmuştur. Şekil 2’de BLDC makinenin jeneratör olarak çalıştırılması gösterilmiştir.



Şekil 2. BLDC makinenin jeneratör modu.

3. Bulgular ve Tartışma

MATLAB/Simulink ortamında yapılan ölçümler incelendiğinde 4. saniyede başarılı bir şekilde rejeneratif bölgeye geçildiği gözlemlenmiştir. Şekil 3’de görülen batarya akımının zamana göre grafiğinde de bu durum rahatlıkla görülebilir. İlk 4 saniye boyunca akım pozitif bölgede olmuştur. Bu bataryadan enerji çekildiği anlamına gelmektedir. 4. saniyede ise akım negatif bölgeye geçmiştir. Akımın negatif bölgede olması, BLDC makinenin enerji ürettiği ve üretilen enerjinin bataryaya depolandığı yorumunu yapmamıza neden olmuştur.



Şekil 3. BLDC makinenin motor ve jeneratör olarak çalıştırılmasının zamana göre enerji üretimi.

Grafikte akımın 4. saniyeden sonra zamanla sifira yaklaştığı görülmüştür. Bu durum rejeneratif frenleme esnasında BLDC makinenin dönüş hızının azalması nedeniyle oluşmuştur. Dönüş hızı azalan BLDC makinenin uçlarında ilk andaki kadar gerilim indüklenememiştir.

Rejenerasyon akımının maksimum olduğu nokta rejeneratif frenlemenin başladığı 4. saniyedir. Dolayısıyla rejeneratif frenlemeden kazanılan enerjinin büyük bir bölümü ilk anda elde edilir. Zaman ilerledikçe tıpkı akım gibi üretilen enerji ve dolayısıyla depo edilen enerjide de azalma meydana gelir.

Rejeneratif frenleme esnasında enerji üretimi kısa denebilecek bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle gerçek dünyada yapılan deneylerde kullanılması düşünülen ekipmanlar ile sistemler son derece hızlı kararlar verip çabuk devreye girip çıkma özelliğine sahip olmalıdır.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada bir BLDC makinenin frenleme esnasında enerji üretmesinin ve bunu bataryaya depolamasının ideal bir senaryoda benzetimi gerçekleştirilmiştir. İlk önce BLDC makine motor modunda anahtarlama elemanları ile çalıştırılmış daha sonra da frene basıldığı düşünülerek BLDC makine jeneratör modda kullanılıp kinetik enerji elektrik enerjisine çevrilmiştir. MATLAB/Simulink ortamında yapılan benzetim çalışmasında enerji üretimi ve depolaması başarılmıştır. Elde edilen sonuçlardan deneysel olarak yapılması düşünülen sistem için son derece yararlı kazanımlar elde edilmiştir. Bu kazanımlar sonucunda rejeneratif frenlemenin elektrikli araçlardaki mesafe problemine az da olsa katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın ilerlemesiyle yapılan katkı zamanla artacaktır. Bir sonraki çalışmada benzetim çalışmalarının bir BLDC makine üzerinde uygulanıp bu benzetim verilerinin doğrulanması gerçekleştirilecektir. Uygulamada bir gömülü sistem kartı kullanılarak BLDC makinenin motor ve jeneratör modda çalışma verileri eşzamanlı olarak izlenebilecektir. Böylelikle benzetim ve uygulama birleştirilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi (No: 2019-003) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

Armenta, J., Núñez, C., Visairo, N., & Lázaro, I. (2015). An advanced energy management system for controlling the ultracapacitor discharge and improving the electric vehicle range. *Journal of Power Sources*, 284, 452-458.)

Naseri, F., Farjah, E., & Ghanbari, T. (2016). An efficient regenerative braking system based on battery/supercapacitor for electric, hybrid, and plug-in hybrid electric vehicles with BLDC motor. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 66(5), 3724-3738.

- Rahim, K., Tanveer, M., Soni, S., Kaur, J., & Karkra, S. (2017). Driverless metro using regenerative braking system. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(5), 1877-1880.
- Li, L., Zhang, Y., Yang, C., Yan, B., & Martinez, C. M. (2016). Model predictive control-based efficient energy recovery control strategy for regenerative braking system of hybrid electric bus. *Energy Conversion and Management*, 111, 299-314.
- Adib, A., & Dhaouadi, R. (2017). Modeling and analysis of a regenerative braking system with a battery-supercapacitor energy storage. In 2017 7th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO) (pp. 1-6).
- Tzortzis, G., Amargianos, A., Piperidis, S., Koutroulis, E., & Tsourveloudis, N. C. (2015). Development of a compact regenerative braking system for electric vehicles. In 2015 23rd Mediterranean Conference on Control and Automation (MED) (pp. 102-108).
- Kouchachvili, L., Yaïci, W., & Entchev, E. (2018). Hybrid battery/supercapacitor energy storage system for the electric vehicles. *Journal of Power Sources*, 374, 237-248.
- Maia, R., Silva, M., Araújo, R., & Nunes, U. (2015). Electrical vehicle modeling: A fuzzy logic model for regenerative braking. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8504-8519.
- Savitski, D., Ivanov, V., Shyrokau, B., Pütz, T., De Smet, J., & Theunissen, J. (2016). Experimental investigations on continuous regenerative anti-lock braking system of full electric vehicle. *International journal of automotive technology*, 17(2), 327-338.
- Tao, Y., Xie, X., Zhao, H., Xu, W., & Chen, H. (2017). A regenerative braking system for electric vehicle with four in-wheel motors based on fuzzy control. In 2017 36th Chinese Control Conference (CCC) (pp. 4288-4293).
- Zhang, W., Yang, J., Zhang, W., & Ma, F. (2019). Research on regenerative braking of pure electric mining dump truck. *World Electric Vehicle Journal*, 10(2), 1-17.
- Qiu, C., Wang, G., Meng, M., & Shen, Y. (2018). A novel control strategy of regenerative braking system for electric vehicles under safety critical driving situations. *Energy*, 149, 329-340.

Optimization of Cutter Tool Chip Angle and Cutting Parameters on Cutting Temperature in Turning

Gültekin Uzun^{1*}, Ramazan Çakıroğlu², Ahmet Mavi²

Abstract: In this study, the effects of cutting parameters on machining temperature were investigated in turning of Duplex 1.4462 stainless steel. The experiments were carried out with two different chipbreaker-shaped cutters (SNMG120408-QM and SNMG120408-SMR), three different feed rate (0,225-0,3 and 0,375 m/rev, three different cutting speeds (50-63 and 70 m/min), and a constant cutting depth based on the Taguchi L18 orthogonal index. As a result of the experiments, higher temperature values were seen in cutting tools with SMR chipbreaker form. In both chip breakers form, the increase in the cutting speed and the feed rate increased the temperature value. By using the results, QM cutting edge, 0.225 mm/rev feed rate and 50 m/min cutting speed determined as the optimum cutting parameters with the help of Taguchi Method (A1B1C1). In addition, the effect of the cutting parameters on the machining temperature was determined by variance analysis (ANOVA).

Keywords: Cutting Temperature, Duplex 1.4462, Taguchi Method, ANOVA

1. Giriş

Dubleks paslanmaz çelikler latince’de iki parçadan oluşan anlamına gelir. Mikro yapılarında hem ferrit hem de ostenit fazlarını bir arada içeren paslanmaz çeliklerdir. Dubleks paslanmaz çelikler, normal oda sıcaklığında genelde eşit miktarda %50 ostenit ve %50 ferrit içerirler. Mikro yapıdaki ferrit/ostenit dengesi, mekanik özellikler ve korozyon davranışı üzerinde çok önemli etkiye sahiptir. Dubleks paslanmaz çelikler, ostenitik paslanmaz çeliklerle karşılaştırıldığında gerilmeli korozyon çatlağı ve oyuk korozyonuna karşı yüksek direnç ve yüksek mekanik dayanıma sahiptir. (Sönmez vd., 2015) Dubleks paslanmaz çelikler, yüksek mekanik özelliklerinden dolayı daha ince kesitli parçaların kullanılmasına olanak sağlar (Ciofu et al., 2010). Sağladıkları üstün mekanik özellikler ve korozyon dayanımı nedeniyle birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dubleks paslanmaz çelikler nükleer tesislerde, petrol ve doğalgaz boru hatlarında, kimyasal tesislerde ve denizcilik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Badji et al, 2008; Nowacki et al., 2005; Mavi ve Uzun, 2017).

Malzemelerden talaş kaldırma süreci termo-mekanik bir olayın birleşimidir. Takım, talaş ve iş parçası ara yüzeyleri boyunca sürtünme ve plastik deformasyonun etkisiyle ısı meydana gelmektedir. Plastik deformasyon dar bir alanda oluşmakta olup, bu alanda meydana gelen sıcaklıklar kesici takım ve iş parçasında değişikliklere neden olmaktadır. Talaş kaldırma için gerekli olan enerjinin büyük bir kısmı kesici takım kesme kenarında ısıya dönüşmektedir. Yüksek kesme sıcaklıkları; takım aşınmasını, takım ömrünü, iş parçası yüzey kalitesini, talaş

oluşum mekanizmasını ve kesici takımın ısıl deformasyonunu etkilemektedir. Kesme bölgelerinden birincil deformasyon bölgesindeki sıcaklığın artışı iş parçası malzemesini yumuşatmakta ve kesme işleminin daha rahat olmasıyla, kesme kuvvetleri azalarak kesme işlemi için gerekli olan enerjinin azalması sağlanmaktadır. Sıcaklığın bir kısmı kesilmiş iş parçasına iletilmekte ve işlenmiş yüzeyin yüzey bütünlüğünü de etkilemektedir. Kesme işlemindeki sıcaklığın büyük bir bölümü talaşla atılırken kesici takıma temas etmesi nedeniyle kesici takımı etkilemektedir. Talaş kaldırma sırasında oluşan sıcaklığın bu şekilde dağılımı sonucunda maksimum sıcaklık takım-talaş ara yüzeyinde oluşmaktadır. Sıcaklığın miktarı kesme parametrelerine göre değişiklik göstermektedir. Bu bağlamda, kesme işleminin doğru bir şekilde açıklanması için kesme işleminde oluşan maksimum sıcaklığın ölçülmesi büyük önem arz etmektedir (Duran vd., 2011; Davim and Maranhão, 2009; Kadirgama et al., 2009; Abukhshim et al., 2006.)

Malzemelerin işleme esnasında verdiği tepkiler işlenebilirliğin temel sorularının ne olduğu konusunda fikir oluşturur ve gerektiren konular hakkında bilgi verir. Dört adet dubleks ve bir adet yüksek alaşımli östenitik çelik sementit karbür takımlarla işlenerek malzemelerin performansları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada takım ömrü ve takım aşınması araştırılmıştır (Carlborg C.,1991). Başka bir çalışmada Dubleks paslanmaz çeliklerin karbür takımlarla (kaplamalı ve kaplamasız) işlenmesinde kesme parametrelerinin takım ömrü üzerine etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak kesme hızının artması ile takım ömrünün azaldığını vurgulamışlardır. Aynı zamanda kaplamalı takımların ömür açısından daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir (Królczyk et al.,2013). Diğer bir çalışmada, dubleks paslanmaz çeliklerin kuru ve yüksek basınçlı su ile soğutularak işlenmesi sırasında oluşan takım aşınması incelenmiştir. Kuru kesmeye göre yüksek basınçlı işlemede daha iyi yüzeyler elde edilmiştir. Aynı zamanda basınçlı soğutma ile takım ömrünün %20 artığı sonucuna varılmıştır (Braham-Bouchnak et al., 2009). AISI 316Ti paslanmaz çeliğin tornalanmasında Taguchi modeli oluşturularak farklı kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisini araştırmıştır. Ayrıca çalışmalarında ANOVA analizi ile en etkili parametre olarak ilerleme miktarını tespit etmişlerdir (Kayır et al., 2013). AISI 316L östenitik paslanmaz çeliğinin işlenmesinde kesme parametrelerinin optimizasyonu yapılmıştır. Çalışmada Taguchi'nin L₉ dikey dizini kullanılarak işlenebilirlik deneyleri gerçekleştirilmiştir. İşleme deneyleri sırasında ölçülen Fc ve Ra değerleri üzerinde değişkenlerin etkilerini ve önem seviyelerini belirlemek için varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. S/N oranları kullanılarak tespit edilen değişkenlerin optimum değerleri, Fc ve Ra için farklı seviyelerde bulunmuştur. ANOVA sonuçlarına göre, kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünü etkileyen en önemli değişken ilerleme miktarı olarak belirlenmiştir (Günay, 2013).

Literatür çalışmaları incelendiğinde Dubleks paslanmaz çeliklerin işlenmesi sırasında sıcaklığın kesme parametrelerine bağlı olarak değişimi konusunda bir çalışmanın olmadığı görülmüştür. Ayrıca parametrelere bağlı sıcaklık değişiminin bir model yardımıyla analiz edilmediği fark edilmiştir. Literatürde ki bu açığın bu çalışmayla giderilmesi amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneylerde Dubleks 1.4462 kalite paslanmaz çelik malzemesi kullanılmıştır. Dubleks 1.4462 kalite paslanmaz çeliğin özellikleri Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Dupleks 1.4462 kalite paslanmaz çeliğin özellikleri.

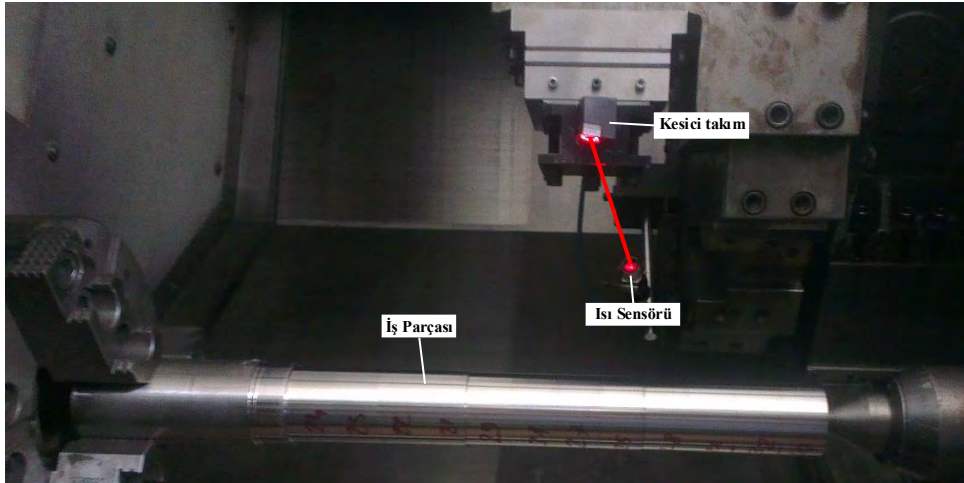
Kimyasal Bileşimi		Mekanik Özellikleri	
Elementler	% Ağırlık	Sertlik (HB)	270
C	0,03	Akma Muk. (N/mm ²)	450
Mn	2,0	Çekme Muk. (N/mm ²)	650-880
P	0,035	Uzama	25
S	0,015		
Si	1,0		
Cr	21-23		
Mo	2,5-3,5		
Ni	4,5-6,5		

Deneylerde ticari kalite SNMG120408-QM-1105 ve SNMG120408-SMR-1105 olan PVD TiAlN kaplamalı sementit karbür kesici takımlar kullanılmıştır.

Deneyler Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Müh. bölümünde bulunan FANUC kontrol ünitesine sahip “Johnford TC-35” sanayi tipi CNC torna tezgâhında yapılmıştır. Tezgâhın gücü 10 KW olup, tezgâh iş mili değişken kademesiz hıza sahiptir ve 3500 dev/dak’ya kadar çıkabilmektedir.

Isı ölçümleri için Raytek MI3 kızılötesi sensör kullanılmıştır. Ölçüm Aralığı 250-1400 °C’dir. Tek noktadan ölçüm almaktadır. Yapılan ölçümler DataTemp Multidrop programı vasıtasıyla bilgisayara aktarılmıştır.

Şekil 1’de kullanılan deney düzeneği verilmiştir.



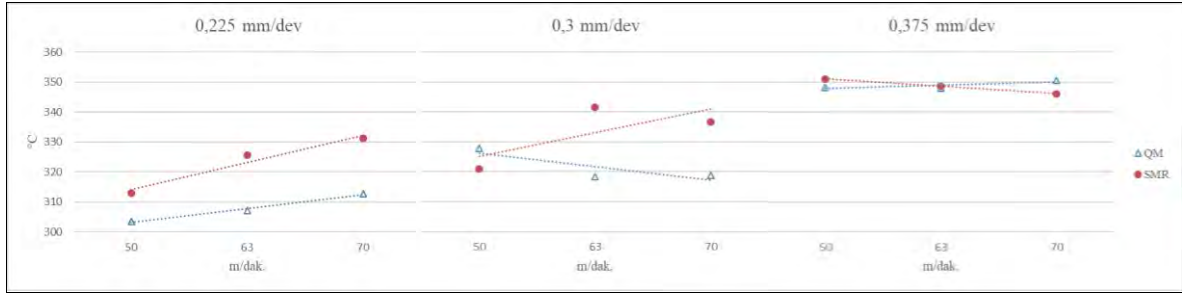
Şekil 1. Deney düzeneği

3. Bulgular / Results

3.1. Kesme Parametrelerinin Kesme Sıcaklığı Üzerine Etkisi

Bu çalışmada, Duplex 1.4462 paslanmaz çeliğin tornalanmasında kesme parametrelerinin işleme sıcaklığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneyler, iki farklı talaş kırıcı formu

(SNMG120408-QM ve SNMG120408-SMR) kesiciler ile, üç farklı ilerleme oranı (0,225-0,3 ve 0,375 mm/dev), üç farklı kesme hızı (50-63 ve 70 m/dak), ve sabit kesme derinliğinde (1 mm) Taguchi L₁₈ ortogonal dizinine göre yapılmıştır. Kesme parametrelerine bağlı olarak kesme sıcaklığının değişimi Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Kesme parametrelerine bağlı olarak kesme sıcaklığının değişimi

Şekil 2 incelendiğinde talaş kırıcı formunun ve parametrelerin kesme sıcaklığını etkilediği açıkça görülmektedir. SMR talaş kırıcı formuna sahip kesici takımlarda QM talaş kırıcı formuna sahip kesicilere göre daha yüksek sıcaklık değerleri ölçülmüştür. İlerlemenin artışı ile her iki talaş kırıcı formunda da sıcaklığın arttığı görülmektedir. QM talaş kırıcı formunda ilerlemenin artışı ile sıcaklığın %1,9 ile %14,8 arasında arttığı, SMR talaş kırıcı formunda ise bu artışın %1,7 ile %12,2 arasında olduğu tespit edilmiştir. 0,225 mm/dev ilerlemede her iki talaş kırıcı formu içinde sıcaklığın arttığı, 0,3 mm/dev ilerlemede ise sadece SMR talaş kırıcı formunda sıcaklığın arttığı görülmektedir. 0,375 mm/dev ilerlemede ise tam tersi durum oluşmuş ve QM talaş kırıcı formunda sıcaklık artarken, SMR talaş kırıcı formunda sıcaklık düşüş eğilimi göstermiştir.

3.2. Kesme Parametrelerinin Kesme Sıcaklığı Üzerine Etkisinin Optimizasyonu

L₁₈ dikey dizini çerçevesinde her bir deneyden elde edilen sıcaklık değerleri baz alınarak işleme parametreleri Taguchi yöntemi ile optimize edilmiştir. Bu yöntemde, Taguchi kayıp fonksiyonu olarak bilinen ve aynı zamanda sinyal/gürültü oranı (S/N) fonksiyonu olarak da ifade edilen üç farklı amaca uygun fonksiyon bulunmaktadır. Buna göre, amacın “en küçük en iyi”, “en büyük en iyi” ve “nominal en iyi” olmasına göre kullanılan eşitliklerden kesme sıcaklığının değişimi için “en küçük en iyi” (Eşitlik 1) kullanılarak S/N (η) oranları hesaplanmıştır.

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad (1)$$

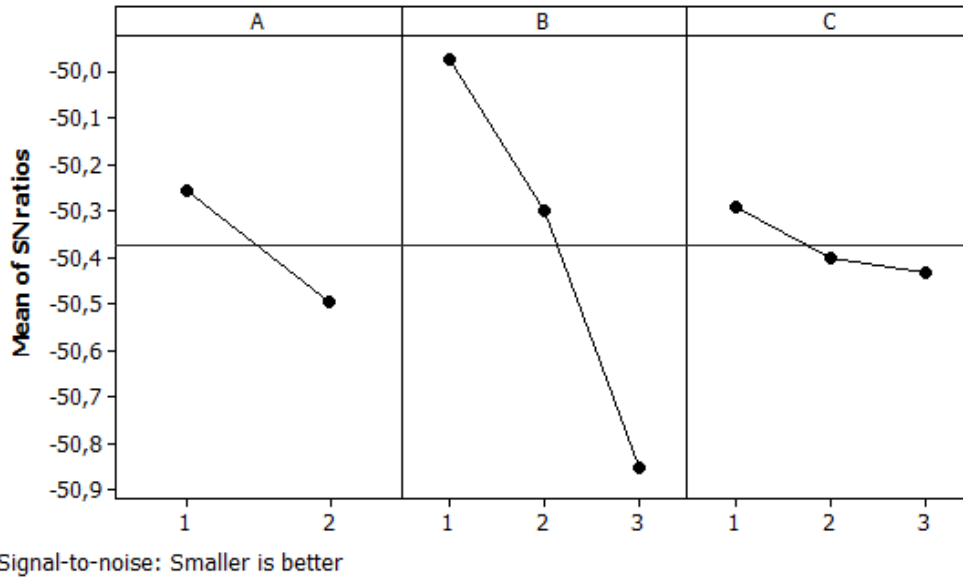
Eşitliklerde, y_i : performans yanıtının i . gözlem değeri, n : bir denemedeki test sayısını ifade etmektedir.

Kesme parametrelerine bağlı olarak kesme sıcaklığının deney sonuçları ve S/N oranı (η), Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Kesme sıcaklığı için deney sonuçları ve S/N oranları

Deney no	A	B	C	°C	S/N (dB)
1	1	2	1	327,87	-50,3140
2	1	2	2	318,45	-50,0608
3	1	2	3	318,81	-50,0706
4	1	3	1	348,29	-50,8388
5	1	3	2	348,04	-50,8326
6	1	3	3	350,55	-50,8950
7	2	1	1	312,96	-49,9098
8	2	1	2	325,54	-50,2521
9	2	1	3	331,11	-50,3994
10	2	2	1	320,97	-50,1293
11	2	2	2	341,63	-50,6711
12	2	2	3	336,74	-50,5459
13	2	3	1	351,01	-50,9064
14	2	3	2	348,61	-50,8468
15	2	3	3	346,14	-50,7850
16	1	2	1	327,87	-50,3140
17	1	2	2	318,45	-50,0608
18	1	2	3	318,81	-50,0706

Kontrol faktörlerinin yani işleme parametrelerinin optimum değerlerini gösteren ana etki grafikleri Şekil 3’de kesme parametrelerine bağlı olarak kesme sıcaklığının değerleri için verilmiştir. Ana etki grafiğinde en büyük S/N değerleri, o parametreye ait optimum seviyeyi göstermektedir. Buna göre Şekil 3’ den kesme sıcaklığı için SNMG120408-QM talaş kırıcı formu (A1), 0,225 mm/dev ilerleme (B1) ve 50 m/dak kesme hızı (“A1B1C1”) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Kesme parametrelerine bağlı olarak kesme sıcaklığı için ortalama S/N oranı

3.3. Optimizasyonun Doğrulanması

Taguchi metodolojisine göre, en uygun sonuçları verecek parametrelerin tahmininden sonra, optimizasyonda doğrulama deneyleri yapılmakta ve yapılan optimizasyonun doğruluğu kontrol edilmektedir. Önceden tespit edilen sıcaklık için “A1B1C1” parametreleri kullanılarak yapılan doğrulama deneyleri sonucunda elde edilen deneysel sonuçların ortalaması alınarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Optimum tahmini değerleri ve doğrulama deneyleri sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Doğrulama deneyi sonucunda optimum şartlar için sıcaklık değeri 301.78 °C olarak ölçülmüştür. Bu elde edilen değerler Çizelge 3’deki tahmini değerleri karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar arasındaki farkın göz ardı edilebilecek bir seviyede olduğu dikkati çekmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, Taguchi optimizasyonunun 0,05 anlamlılık düzeyinde başarıyla uygulandığını söylemek mümkündür.

Çizelge 3. Kesme sıcaklığı için doğrulama test sonuçları

Seviye	Başlangıç parametresi	Optimum işleme parametresi	
	A2B2C2	Tahmini A1B1C1	Deneysel A1B1C1
°C	341.63	307.971	301.78
S/N (dB)	50.6711	-49.7723	-49.5938
İyileştirme oranı S/N	1.0773 dB		
Tahmini hata (dB)	0.1785		

3.4. Sonuçların İstatistiksel Analizi

İşleme parametrelerinin deney sonuçları üzerindeki etkisi grafiksel olarak değerlendirilmesine rağmen, parametrelerin etki yüzdesini ve önem seviyesini tanımlamak için istatistiksel analiz yapılması önemlidir. Bu amaçla 0.05 anlamlılık düzeyinde varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir. ANOVA’da, talaş kırıcı formu, ilerleme miktarı ve kesme hızı işleme parametrelerini belirtirken, kesme sıcaklığı işleme çıktısını göstermektedir. İşleme çıktılarına etkileyen her parametrenin yüzde katkı oranı (PCR) hesaplanıp, ANOVA tablosunda verilmiştir.

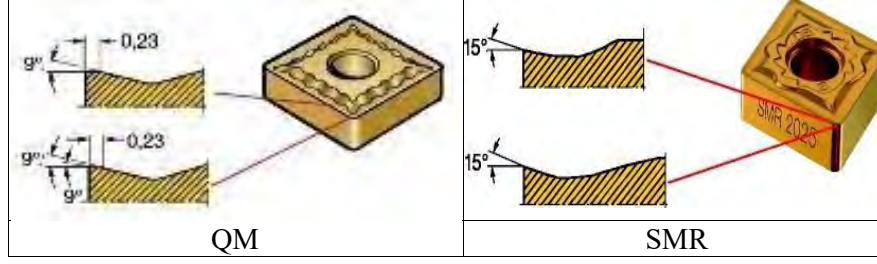
Çizelge 4. Sıcaklık için ANOVA sonuçları

Parametre	DF	SS	MS	F	PCR (%)
A	1	0.25431	0.25431	6.73	6.93
B	2	2.34855	1.17428	31.1	72.77
C	2	0.06772	0.03386	0.9	0
Hata	12	0.45313	0.03776		20.3
Toplam	17	3.1237			100

Sonuç olarak, talaş kırıcı formu, ilerleme miktarı ve kesme hızı parametrelerinden %72.77, ile ilerleme miktarının en fazla kesme sıcaklığına etki ettiği belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Talaş kırıcı formunun kesme sıcaklığını etkilediği ve bu durumun kırıcı formuna göre kesme acısının değişimiyle bağlı olduğu düşünülmektedir. Şekil 4 incelendiğinde kesme açısının QM için 9°, SMR takım için ise 15° olduğu görülmektedir. Ayrıca talaşın kırılması için yapılan geometri değişiminin de etkili olduğu söylenebilir.



Şekil 4. Kesici takım uç geometrileri

Talaş acısının artışının kesme sıcaklığını artırdığı ve SMR talaş kırıcı formuna sahip kesici takımlarda daha yüksek sıcaklıkların oluştuğu görülmektedir. İlerlemenin artışı ile talaş hacminin artışı ve talaşın kaldırılması için daha yüksek güçlere ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir. Buna bağlı olarak kesme bölgesinde de daha fazla sıcaklığın oluşması beklenen bir sonuç olmuştur. Kesme hızının artışı ile ilerlemeye bağlı olarak kesme hızlarında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum kesme hızına bağlı olarak talaş tahliyesinin değişimiyle ve talaş formunun değişimine atfedilmiştir. Kesme hızı ve ilerlemeye bağlı olarak talaşın kırılma açılarının değişimi ile bu durum açıklana bilir. Yapılan optimizasyon sonucunda Taguchi metodu yardımıyla optimum işleme parametresi; SNMG120408-QM talaş kırıcı formu, 0,225 mm/dev ilerleme ve 50 m/dak kesme hızı olarak bulunmuştur. ANOVA sonucuna göre; talaş kırıcı formu, ilerleme miktarı ve kesme hızı parametrelerinden %72.77, ile ilerleme miktarının en fazla kesme sıcaklığına etki ettiği belirlenmiştir.

Kaynaklar

Abukhshim N, Mativenga P, Sheikh M., (2006). Heat generation and temperature prediction in metal cutting: a review and implications for high speed machining, *Int J Machine Tools Manuf.* 46, 782–800.

Badji R, Bouabdallah M, Bacroix B, Kahloun C, Bettahar K, Kherrouba N. (2008). Effect of solution treatment temperature on the precipitation kinetic of σ phase in 2205 duplex stainless steel welds. *Materials Science and Engineering*, 496(1-2), 447–454.

Braham-Bouchnak T, Germain G, Robert P, Lebrun J.L. (2010). High pressure water jet assisted machining of duplex steel: machinability and tool life. *International Journal of Material Forming*, 3(1), 507–510.

Carlborg C. (1991). Machinability of duplex stainless steel. *Proceedings of Duplex Stainless Steel*, 1 (1), 683–696.

Ciofu F, Nioata A, Dobrota D. (2010). Welds in the duplex stainless steel. *Fascicle of Management and Technological Engineering*, 9(19), 52-59.

Davim, J.P., Maranhão, C., A study of plastic strain and plastic strain rate in machining of steel a1s1 1045 using fem analysis, *Materials and Design*, 30, 160–165 (2009).

Duran, A., Turgut, Y., Günay, M. (2011). Tornalamada oluşan takım-talaş ara yüzey sıcaklığının pirometre ile deneysel olarak ölçülmesi. *Politeknik Dergisi*, 14(4), 297-301.

Günay, M. (2013). A1s1 316l çeliğinin işlenmesinde takım radyüsü ve kesme parametrelerinin taguchi yöntemiyle optimizasyonu. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(3).

Kadrigama, K., Noor, M.M., Rahman, M.M., Harun, W.S.W., Haron, C.H.C. (2009). Finite element analysis and statistical method to determine temperature distribution on cutting tool in end-milling, European Journal of Scientific Research, 30 (3), 451-463.

Kayır, Y., Aslan, S., Aytürk, A. (2013). AISI 316Ti paslanmaz çeliğin tornalanmasında kesici uç etkisinin Taguchi yöntemi ile analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(2).

Królczyk G, Gajek M, Legutko S. (2013). Effect of the cutting parameters impact on tool life in duplex stainless steel turning process. Tehnički vjesnik, 20(4), 587-592.

Mavi A., Uzun G., (2017). Dupleks 1.4462 Paslanmaz çeliğin tornalanmasında kesme parametrelerinin işlenebilirlik üzerine etkisi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 5(3), 177-184

Nowacki J, Lukojc A. (2005). Structure and properties of the heat-affected zone of duplex steels welded joints. Journal of Materials Processing Technology, 164–165, 1074–1081.

Sönmez U., Çavuşoğlu N., Ceyhun V. (2015). Orbital tig kaynak yöntemiyle kaynak edilmiş dupleks paslanmaz çeliklerin mekanik, metalurjik ve korozyon özellikleri. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(ÖS1), 133-142.

Effects of Using JP8-Diesel Fuel Mixtures in a Pump Injector Engine on Engine Performance

Hasan Aydogan^{1*}, Emin Cagatay Altnok²

Abstract: JP-8 fuel used in the aviation industry, especially in military fields, is used as a common military fuel between NATO countries. As the basic substance of JP-8 fuel, kerosene flares at high temperatures directly increases aircraft safety and freezing point is around -49° C, it is advantageous to use easily in fuel systems. In this study, the effects of jp-8 and diesel fuel mixtures on engine performance were investigated experimentally. A 3-cylinder, four-stroke, turbocharged diesel engine with pump injector fuel system was used for this purpose. 5% JP8 was added to diesel fuel. It was used as a fuel in the engine and the obtained values were analyzed according to the diesel fuel.

Keywords: JP8, Diesel fuel, engine emissions

1. Introduction

Being reduce of crude oil reserves and limitations of environmentally hazardous gaseous emissions lead researches to focus on alternative fuels for internal combustion engines. In this frame it is important that how suitable the new fuels to the operating conditions of diesel engines and increasing of variety of the new fuels. The specific fuel of interest in the current investigation is a type of jet propellant (JP) fuel, JP-8. In order to improve the efficiency of the fuel distribution system, the U.S Department of Defense (DoD) introduced a single fuel (JP-8) policy for all its air and ground vehicles. As a result, military engines, originally developed to operate on conventional Ultra Low Sulfur Diesel (ULSD), are required to operate on JP-8. Therefore, it is very important to study the autoignition, combustion, and emissions characteristics of different types of JP-8 fuels used in military diesel engines (Wei, Liu et al. 2019). Unlike conventional diesel fuels, JP-8 has a wide variation, particularly its cetane number, volatility, and composition . One of the reasons for the variation in the JP-8 properties could be the refinery and crude oil sources (Uyumaz, Solmaz et al. 2014).

Turbocharged diesel offer high power density, robustness and favorable reliability. While the commercial World relies on fuels tailored specifically for use in diesel engines, simplification of the army logistics dictated reducing the total number of fuels down to a minimum (Fernandes, Fuschetto et al. 2007, Lee and Bae 2011, Asokan, Senthur Prabu et al. 2019). In particular, using a single fuel for both aircraft jet-engines and vehicular diesels offers a chance for huge benefits (Sundararaj, Kumar et al. 2019).

¹ Selcuk University, Mechanical Engineering Department, Konya, Turkey

² Konya Technical University, Mechanical Engineering Department, Konya, Turkey

* Corresponding author: haydogan@selcuk.edu.tr

JP-8, or JP8 (for "Jet Propellant 8") is a jet fuel, specified and used widely by the US military. It is specified by MIL-DTL-83133 and British Defence Standard 91-87, and similar to commercial aviation's Jet A-1, but with the addition of corrosion inhibitor and anti-icing additives (Ning, Duan et al. 2019, Sogut, Seçgin et al. 2019).

A kerosene-based fuel, JP-8 is projected to remain in use at least until 2025. It was first introduced at NATO bases in 1978. Its NATO code is F-34. The various properties of JP-8 fuel are shown in Table 1 (Lee and Bae 2011, Lee, Oh et al. 2012, Lee, Lee et al. 2015).

Table 1. Diesel and JP8 Properties

Property	Diesel	JP-8	Test Method
Density @ 15°C, kg/L	0.8334	0.8001	ASTM D-1298
Distillation, °C			ASTM D-86
10% Rec. Temperature	218	151	
50% Rec. Temperature	283	200	
90% Rec. Temperature	348	238	
Sulfur Content, % wt	0.033	0.2532	ASTM D-4294
Copper Strip Corrosion	1A	1A	ASTM D-130
Flash Point	65	44.5 (D-56)	ASTM D-93
Kin. Viscosity @ 40°C, cSt	2.92 (40°C)	4.05 (-20 °C)	ASTM D-445
Cetane Index	57	53	ASTM D-4737
Cetane Number	55	51	FuelTech IQT
CFPP	-7	n/a	IP-309
Freezing Point	n/a	-48	ASTM D-2386
WSD, µm	455	720	CEC F-06-A-96
Conductivity (pS/m)	n/a	420	ASTM D-2624

2. Material and Method

Fuel mixtures were prepared from reference diesel fuel and JP-8 fuel. This mixture was prepared by adding 5% by volume JP-8 to diesel fuel. The prepared new fuels were allowed to mix homogeneously and allowed to stand at room temperature for 24 hours and no phase separation and precipitation was observed. Before all the tests, the fuel system of the engine was cleaned from the previous fuel with the new fuel to be tested and the test started.

In the study, a test apparatus which consisted of a diesel engine and a hydraulic dynamometer device was constructed in order to compare diesel fuel and JP8 diesel fuel. A Volkswagen-brand three cylinder, four-cycle, water cooled diesel engine with a pump injector fuel system was used in the experiments. The technical characteristics of the engine are given in Table 2. A hydraulic dynamometer with a break power of 100 kW was used in the experiments.

Table 2. The technical characteristics of the diesel engine used in the study

Type of engine	4 stroke
Engine volume	1422 cc
Number of cylinders	3
Diameter of cylinder	79.50 mm
Stroke length	95.50 mm
Maximum power	52 kW @ 4000 rpm
Maximum Torque	155 Nm @ 1600 rpm
Compression ratio	19.5:1
Fuel system	Pump injector
Fuel Type	Diesel

The characteristics of the engine dynamometer used in the experiments are given in Table 3.

Table 3. The characteristics of engine dynamometers

Model	BT-190 FR
Capacity	100 kW
Maximum rotation	6000 rpm
Maksimum torque	750 Nm

The technical information on the exhaust emission device used in the experiments is given in Table 4.

Measurement Ranges	Unit	Value
CO	%	0-9.99
CO ₂	%	0.19.99
HC	ppm	0-2500
λ	%	0-1.99
O ₂	%	0-20.8
NOx	ppm	0-2000
Operation temperature	°C	5-40
Supply voltages	V	12

The test setup is shown in Figure 1.

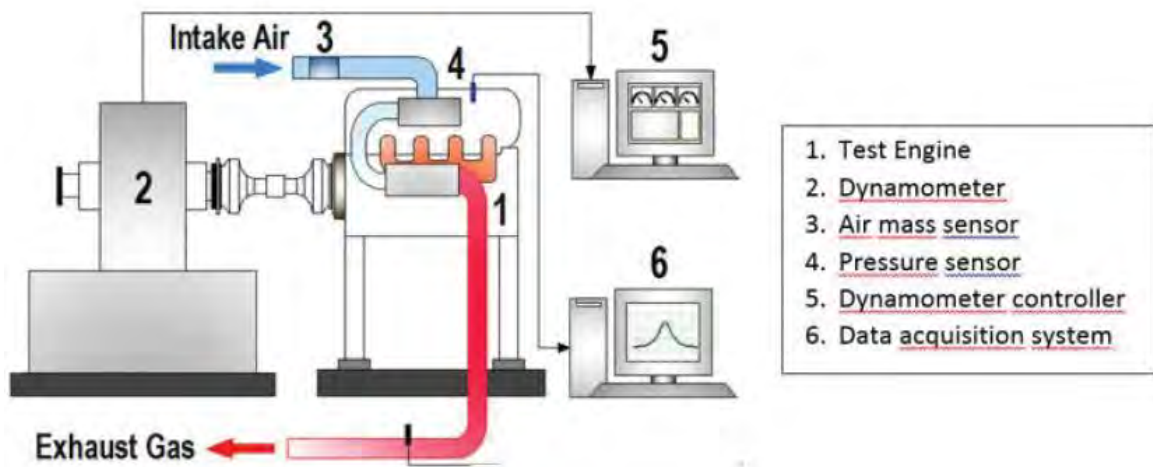


Figure 1. Engine test equipment

3. Results

Depending on engine speed diesel fuel, JP8 fuel the variation of engine power values are presented in Figure 2. Engine power increases diesel fuel and JP8 blends, depending on the rise in engine rpm. Diesel fuel and other fuel blends were valid from the highest engine power of 2500 rpm. From a general standpoint, the engine power values found with diesel fuel and JP8 mixtures were found to be near to each other at engine speeds.

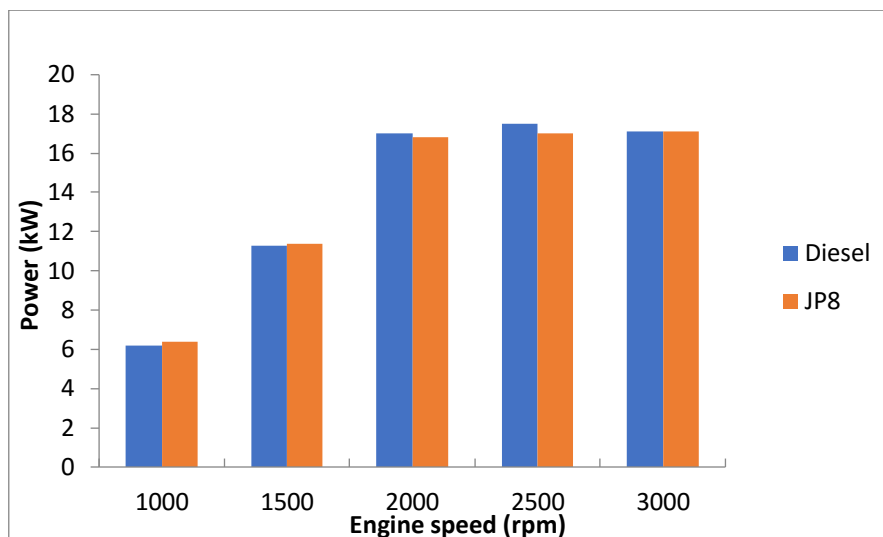


Figure 2. Variation of engine power with engine speed

The changing of the engine torque values is shown in Figure 3. The engine torque numbers showed a reduction with the reduction of the engine brake power. When this shape is analyzed, it can be shown that the max. torque numbers is gain at 2000 rpm. Engine torque at

2000 rpm is measured as 81 Nm with diesel fuel use. The values are very close to each other when using both fuels.

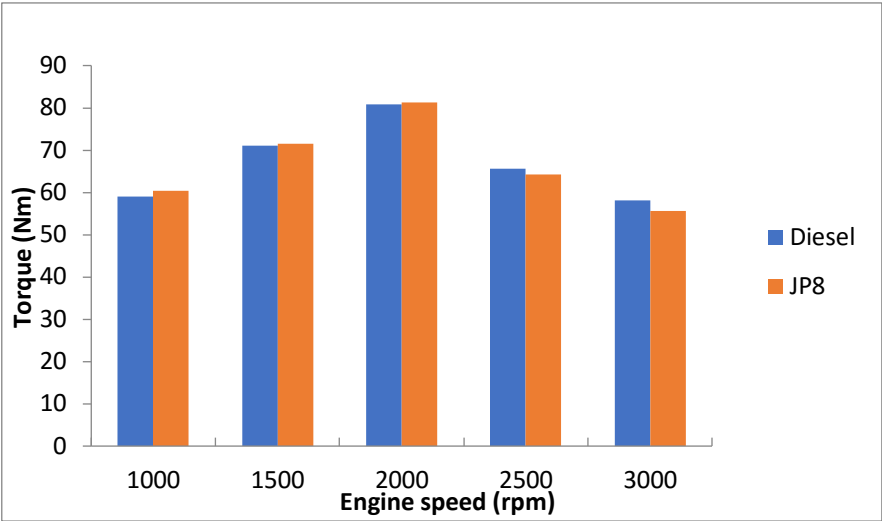


Figure 3. Variation of engine torque with engine speed

The values of specific fuel consumption according to engine speed can be seen in Figure. 4. The lowest specific fuel consumption with all fuels was achieved in the range of 1950-2200 rpm. At this rpm, the use of the JP8 compared to the diesel fuel and the specific fuel consumption values up to 10% increased. Due to the low heating value of the JP8 fuel, the fuel consumption and specific fuel consumption of the pump increases by using diesel fuel, sending more fuel owing to the pump to gain near power.

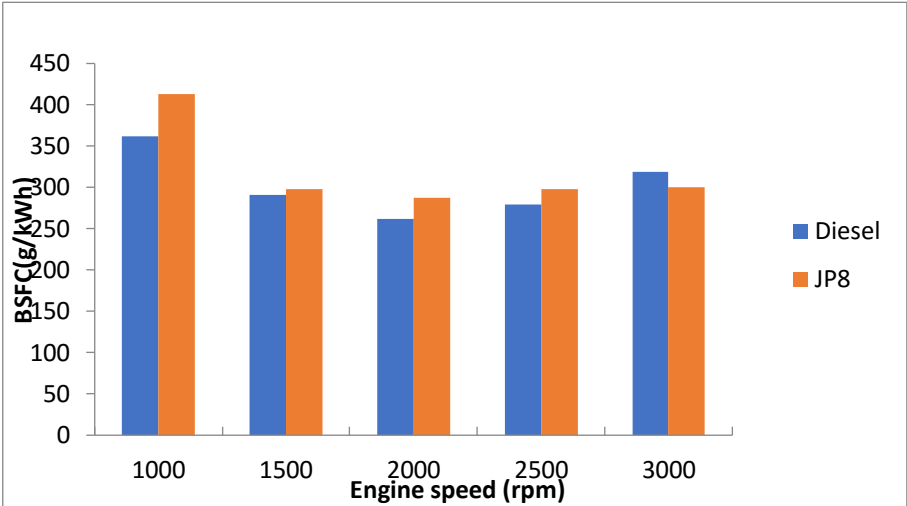


Figure 4. Relationship between specific fuel consumption and engine speed

4. Discussion and Conclusions

In this study, performance tests of fuel mixtures obtained by mixing 5% by volume of aviation fuel JP-8 to reference diesel fuel and diesel fuel were examined comparatively. A 3-

cylinder, 4-stroke diesel engine with pump injector was used for these experiments. as a result of experiments although the lower thermal values of the JP-8 and the reference diesel fuel are very close to each other, the lower density of the JP-8 results in less energy being introduced into the unit volume of the cylinder and as a result of this, in blend fuels containing JP-8, a reduction in engine torque was observed due to the amount of JP-8 in the mixture.

Acknowledgements

This study was supported by Selçuk University Scientific Research Projects Center.

References

- Asokan, M. A., S. Senthur Prabu, P. K. K. Bade, V. M. Nekkanti and S. S. G. Gutta (2019). Performance, combustion and emission characteristics of juliflora biodiesel fuelled DI diesel engine. *Energy* 173: 883-892.
- Fernandes, G., J. Fuschetto, Z. Filipi, D. Assanis and H. McKee (2007). Impact of military JP-8 fuel on heavy-duty diesel engine performance and emissions. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering* 221(8): 957-970.
- Lee, J. and C. Bae (2011). Application of JP-8 in a heavy duty diesel engine. *Fuel* 90(5): 1762-1770.
- Lee, J., J. Lee, S. Chu, H. Choi and K. Min (2015). Emission reduction potential in a light-duty diesel engine fueled by JP-8. *Energy* 89: 92-99.
- Lee, J., H. Oh and C. Bae (2012). Combustion process of JP-8 and fossil Diesel fuel in a heavy duty diesel engine using two-color thermometry. *Fuel* 102: 264-273.
- Ning, L., Q. Duan, Y. Wei, X. Zhang, K. Yu, B. Yang and K. Zeng (2019). Effects of injection timing and compression ratio on the combustion performance and emissions of a two-stroke DISI engine fuelled with aviation kerosene. *Applied Thermal Engineering* 161.
- Sogut, M. Z., Ö. Seçgin and S. Ozkaynak (2019). Investigation of thermodynamics performance of alternative jet fuels based on decreasing threat of paraffinic and sulfur. *Energy* 181: 1114-1120.
- Sundararaj, R. H., R. D. Kumar, A. K. Raut, T. C. Sekar, V. Pandey, A. Kushari and S. K. Puri (2019). Combustion and emission characteristics from biojet fuel blends in a gas turbine combustor. *Energy* 182: 689-705.
- Uyumaz, A., H. Solmaz, E. Yılmaz, H. Yamık and S. Polat (2014). Experimental examination of the effects of military aviation fuel JP-8 and biodiesel fuel blends on the engine performance, exhaust emissions and combustion in a direct injection engine. *Fuel Processing Technology* 128: 158-165.
- Wei, H., W. Liu, X. Chen, Q. Yang, J. Li and H. Chen (2019). Renewable bio-jet fuel production for aviation: A review. *Fuel* 254.

The Effect of Calcium Content on the Micro Arc Oxidation Coating on Titanium Alloy

Aysun Ayday*, S. Can Kurnaz, Ahmet Özel

Abstract: Titanium and its alloys are suitable materials for biomedical applications because of their good ductility, formability, high modulus of elasticity and strength to weight ratio. However the poor wear resistance and osseointegration properties, low hardness of titanium alloys are limited their applications.

In this paper, the effect of $C_4H_6CaO_4.H_2O$ (4-6-8-10 g/l) concentration was studied. The coating characteristics, including the surface morphology, phase components and X-ray diffractions were studied. Results showed that the MAO coating formed on titanium alloy had a porous and roughness structure comprising rutile and anatase. With increasing the Ca concentration the surface formed hidroksiapatita. Compared with the MAO coating prepared in the minimum Ca solution to high Ca solution, the MAO coating showed a small micro porous microstructure with spherical pores, which were well separated and distributed throughout the samples. As the Ca ratio increases, the roughness of coating surface constantly decrease.

Keywords: Titanium Alloy, Micro Arc Oxidation, rutile, Calcium.

1. Giriş

Titanyum ve alaşımlarının sahip oldukları üstün mekanik özellikler sebebi ile birçok alanda (otomotiv, savunma sanayi ve biyomedikal) tercih edilmesine neden olmuştur (Yang vd. 2018; Demirbaş, 2017). Ti ve alaşımları; çelikle kıyaslandıklarında daha düşük yoğunluklarından dolayı uzay ve uçak sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. İnsan vücudundaki biyouyumluğu sebebi ile tıbbi mühendislik alanında da geniş uygulama alanlarında yer bulmaktadır. Fakat Ti ve alaşımları sahip oldukları olumlu mekanik özelliklerinin yanında bazı dezavantajlara da sahiptir. Düşük aşınma ve korozyon dayanımları sebebiyle birçok uygulamada kullanımını sınırlandırmaktadır (Yang vd. 2018; Demirbaş, 2017; Koshuro, 2018).

Titanyum havayla temas ettiği zaman hızlı bir şekilde oksidasyona uğrar ve sert difüzyon tabakasının üstünde genellikle zayıf yapışkanlıkta ince bir yüzey oksit tabakası oluşur. Bu tabaka ince olması ve zayıf adezyon özelliğinden dolayı mekanik etkilere karşı tamamen koruma sağlayamamaktadır (Günyüz vd. 2019). Bu sebeple yüzeyde daha mukavemetli ve daha iyi adezyon dayanımı sağlamak amacıyla yüzey özellikleri farklı kaplama işlemleri ile iyileştirilmektedir (Koshuro, 2018; Vangolu vd.2018; Liu vd. 2013).

Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Sakarya, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): aayday@sakarya.edu.tr

Mikro ark oksidasyon (MAO) bu yöntemlerden bir tanesidir. Bir elektrot içerisinde, anot (numune) ve katot (paslanmaz çelik kap) arasında yüksek voltaj uygulanması suretiyle kaplama gerçekleştirilir. MAO işleminin farklı parametrelerine (süre, çözelti, voltaj vs.) göre, farklı yüzey özelliklerine sahip oksit tabakası elde edilmektedir (Duarte, 2014; Qingbiao, 2017). Bu çalışmada da; değişen elektrolit çözeltisi ile oluşan tabakanın yüzey özellikleri incelenmiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada Ti6Al4V alaşımı kullanılmıştır. Ti6Al4V alaşımının kimyasal bileşimi (wt%) 6.3 %Al, 4.2 %V, 0.15 %O, 0.11 %Fe, 0.03 %C, 0.02 %N, 0.001 %H ve kalan Ti olarak belirlenmiştir. Numuneler 6 mm çapında 70 mm ölçü boyu uzunluğunda kesilerek hazırlanmıştır. Yüzeyleri SiC zımpara ile zımparalandıktan sonra ultrasonik banyoda etil alkol ile yıkanarak hazır hale getirilmiştir. Mikro ark işlemi için 10 kW kapasiteli güç kaynağına sahip cihaz kullanılmıştır. Kaplama işleminde, katot olarak paslanmaz çelik altlık kullanılmıştır. Hazırlanan parçalar anot olarak düzeneğe bağlanmıştır. Kaplama işlemi bazik karakterli bir çözeltide 3 dakika sabit sürelerde gerçekleştirilmiştir. Kaplama işlemi parametreleri tablo 1 de verilmiştir.

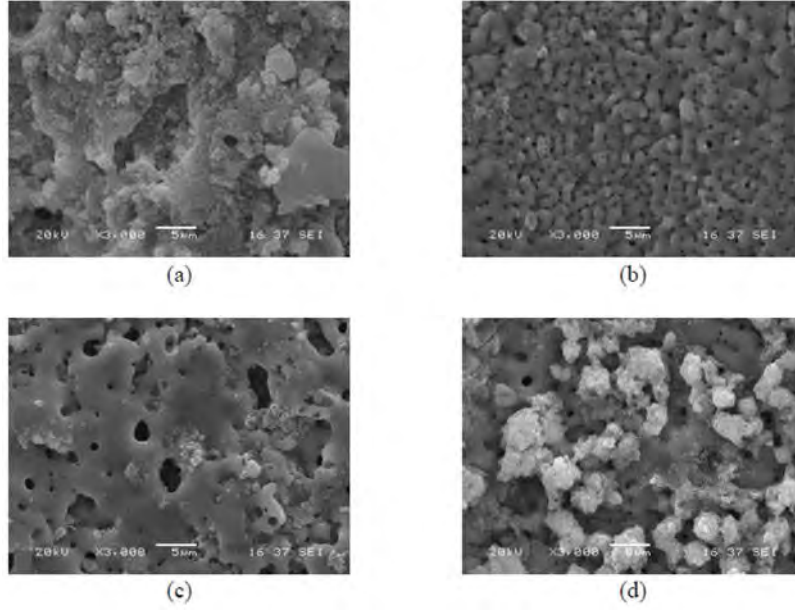
Tablo 1. Mikro Ark Oksidasyon İle kaplanan numunelerin kaplama parametresi

<i>Numune Kodu</i>	<i>(CH₃COO)₂Ca·xH₂O (g/L)</i>	<i>Na₃PO₄ (g/L)</i>	<i>Kırınım Voltajı (V)</i>	<i>Final Voltajı (V)</i>	<i>Süre (min)</i>	<i>Çözelti (pH)</i>
<i>Ti-4</i>	4	4	170	550	3	10,5
<i>Ti-6</i>	6	4	150	441	3	11,5
<i>Ti-8</i>	8	4	120	398	3	12,5
<i>Ti-10</i>	10	4	130	438	3	7,5

Oksitlenmiş numunelerin yüzey karakterizasyonu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve elementel analizleri için Joel marka (JSM 6060-LU) analiz cihazı kullanılmış, faz bileşimleri için x-ışınları analizi ile gerçekleştirilmiştir.

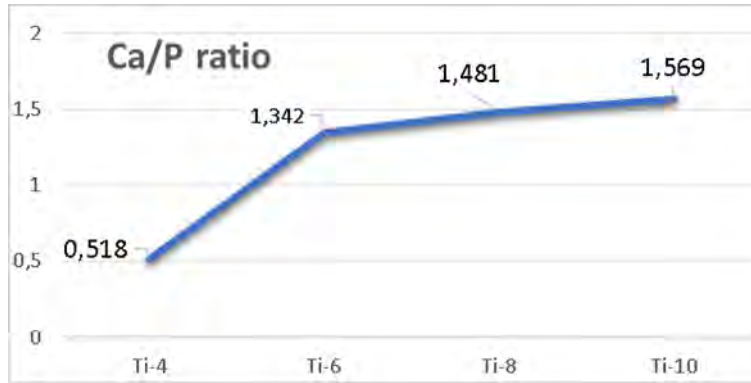
3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışmalar

Şekil 1’de MAO işlemi sonrası kaplamaların yüzey morfolojilerinin SEM görüntüleri verilmiştir. Bu görüntüler incelendiğinde altlık malzeme üzerine kaplanan kaplamanın, pürüzlü bir yüzeye, çok sayıda ve farklı boyutlarda mikro ergimelerin neden olduğu volkan görünümlü (pankek formu) oluşumlara sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ti-4 nolu numunede kaplama başarıyla tüm numune yüzeyinde gerçekleşmemiştir. İşlem sonrası yüzeyden kısmen dökülmeler gözlemlenmiştir. Homojen bir kaplama Ti-6 ve Ti-8 nolu numuneler de tespit edilmiştir. Ti-10 nolu numunede çözelti pH’ının azalması sebebi ile yüzeyde tekrardan bozunma meydana gelmiştir.



Şekil.1 (a) Ti-4 kodlu numunenin SEM görüntüsü (b) Ti-6 kodlu numunenin SEM görüntüsü (c) Ti-8 kodlu numunenin SEM görüntüsü (d) Ti-10 kodlu numunenin SEM görüntüsü

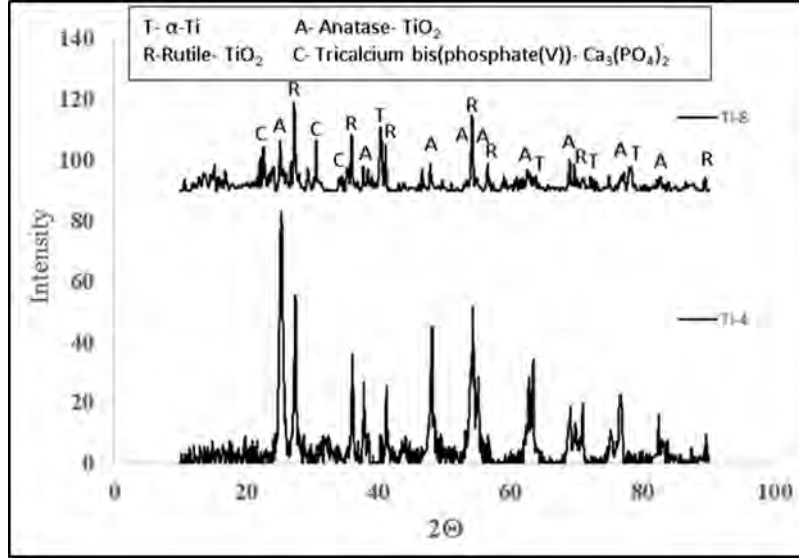
Şekil 2’de 4-6-8-10 g/l $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}\cdot\text{H}_2\text{O}$ içeren çözeltilerde mikro ark oksidasyon işlemi uygulanan numunelerin EDS analizlerinden alınan sonuçlara göre Ca ve P elementel oranları verilmiştir. Artan $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ile oranın artması beklenen bir durum olup, yüzeyde kemik benzeri faz elde etmek amacı ile optimum parametreleri belirleyebilmek için yapılan bir çalışmadır. Literatüre göre bu oran 1’in üzerinde olduğunda yüzeyde TiO_2 oluşumundan başka fazların da elde edildiği belirtilmektedir.



Şekil.2 (a) Kaplanan numunelerin yüzey Ca/P elementel dağılımı

Ti-4 ve Ti-8 nolu numunelerin MAO prosesi sonrası XRD analizleri verilmiştir. Yapılan çalışmalarda MAO işlemi sonrası yüzeyde TiO_2 'nin anataz, rutile ve brookite kristal yapılarda büyüdüğü detaylı bir şekilde belirtilmektedir. Bu kristal yapılardan rutile faz; TiO_2 'nin termodinamik olarak en kararlı yapısıdır. Bu çalışmada da benzer olarak tüm numune yüzeylerinde Ti, rutile ve anataz oluşumu tespit edilmiştir. 8 g/l ilave edilen

$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}\cdot\text{H}_2\text{O}$ çözeltisi ile yüzeyde farklı olarak $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ oluşumu başarıyla elde edilmiştir.



Şekil 3. Ti-4 ve Ti-8 kodlu numunelerin XRD analizleri

4. Genel Sonuçlar

Farklı çözelti bileşiminde kaplanan Ti6Al4V alaşımı ile yapılan çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir;

MAO ile titanyum alaşımı üzerine başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

MAO yönteminde dört farklı elektrolit bileşimi kullanılmıştır. Kaplama sonrası yüzeyler beklenen MAO prosesinde beklendiği gibi poroz ve volkanik oluşumlar gözlemlenmiştir.

Kaplama sonrası tüm numunelerde Ti, TiO_2 'yi karakterize eden rutile ve anataz fazlarına rastlanmıştır. Kaplanan numunelerden, Ca/P oranının 1.5'e ulaştığı Ti-8 kodlu numunede farklı olarak $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ oluşumu elde edilmiştir.

Teşekkürler

Çalışma sırasında laboratuvar imkânlarından yararlandığımız Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümüne teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

Demirbaş Ç, Ayday A. (2017). Effects of an Al_2O_3 Nano-Additive on the performance of ceramic coatings prepared with micro-arc oxidation on a titanium alloy, *Materiali in tehnologie / Materials and technology*, 51, 4, 613–616.

Duarte L. T., Bolfarini C., Biaggio S. R., Rocha-Filho R., C., Nascete P. A. P. (2014). Growth of aluminum-free porous oxide layers on titanium and its alloys Ti-6Al-4V and Ti-6Al-7Nb by micro-arc oxidation, *Materials Science and Engineering C*, 41, 343–348.

Günyüz M., Uğurlu F., Çavuş O, Baydoğan M., Şener C., Çimenoglu H. (2019). Mikro Ark Oksidasyon İşlemi Uygulanmış Ti6Al4V alaşımlarının in-vivo biyouyumluluk özelliklerinin incelenmesi, *Mühendis ve Makina*, 51, 600, 10-15.

Koshuro V., Fomin A., Rodionov I. (2018). Composition, structure and mechanical properties of metal oxide coatings produced on titanium using plasma spraying and modified by micro-arc oxidation, *Ceramics International*, 44, 12593–12599.

Li Q., Yang W., Liu C., Wang D., Liang J. (2017). Correlations between the growth mechanism and properties of micro-arc oxidation coatings on titanium alloy: Effects of electrolytes, *Surface and Coatings Technology*, 316, 162–170.

Liu Z., Wang W., Liu H., Wang T., Qi M. (2013). Formation and characterization of titania coatings with cortex-like slots formed on Ti by micro-arc oxidation treatment, *Applied Surface Science*, 266, 250–255.

Vangolu Y., Arslan E., Totik Y., Demirci E., Alsaran A. (2010). Optimization of the coating parameters for micro-arc oxidation of Cp-Ti, *Surface and Coatings Technology*, 205, 1764–1773.

Yang W., Xu D., Guo Q., Chen T., Chen J. (2018). Influence of electrolyte composition on microstructure and properties of coatings formed on pure Ti substrate by micro arc oxidation, *Surface and Coatings Technology*, 349, 522–528.

Oxidation Kinetics of Ti6Al4V Alloy and Pure Titanium (Cp-Ti)

Aysun Ayday

Abstract: The oxidation kinetics behavior of Ti6Al4V alloy and pure Ti (Cp-Ti) were investigated under air atmosphere at temperatures of 600, 650 and 700 °C for 1, 2, 4, 8, 16, 24, 48, 72 h have been identified in the study. The oxidized samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy and energy dispersive x-ray spectroscopy (SEM-EDS). Thermal oxidation parameters affected hardness of the obtained oxide layers, which increased along with oxidation time and temperature. Ti6Al4V alloy had more homogeneous surface compared to pure titanium (Cp-Ti). The activation energies for oxidation were estimated for Ti6Al4V alloys and Cp-Ti, 201.3kJ/mol for Ti6Al4V and 269.4kJ/mol for Cp-Ti were found, respectively.

Keywords: Oxide layers, Kinetic Study, Titanium.

1. Giriş

Titanyum ve titanyum alaşımları pozitif mekanik ve fiziksel özellikleri (yüksek dayanım, düşük yoğunluk, iyi biyouyumluluk, düşük termal iletkenlik vs.) sebebi ile birçok alanda tercih edilen popüler malzeme grubu içerisinde sayılabilir. Diğer taraftan, düşük sertlik, düşük aşınma dayanımı gibi olumsuz yanları nedeni ile de uygulama alanlarını sınırlandırmaktadır (Aniolek 2019; Ayday, 2018; Astinchap, 2017; Sartale, 2013). Bu olumsuz sebepler ile yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi amacı ile kaplama işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Farklı ve çok sayıda kaplama işlemleri ile Ti alaşımları yüzeyleri geliştirmeye çalışılmıştır. Plazma kaplama, anodizasyon, mikro ark oksidasyon, PVD, ısıl işlemler bu yöntemler arasında sayılabileceklerden bir kaçıdır (Ayday, 2018; Sartale, 2013; Li, 2016). Bu çalışmada yüzey özellikleri iyileştirmek için termal oksidasyon yöntemi tercih edilmiştir. Amaç yüzeyinde kararlı bir oksit tabakası oluşturmaktır.

Titanyum TiO, TiO₂, Ti₂O₃, Ti₃O₅ gibi çeşitli formlarda oksit oluşturabilir ve bu oksitlerin tabaka yapıları oldukça komplikedir. En dıştaki oksit tabaka daima oksijenden zengin titanyum dioksittir. Titanyumun oksijene olan afinitesi metal yüzeyinde bir pasifizasyon tabakası oluşumuna sebep olmakta ve 800 °C' nin üzerinde pasifizasyon tabakasına göre daha kalın, sert ve kırılğan olan bir tabaka oluşmaktadır. Titanium ve alaşımları üzerinde oluşturulan kararlı oksit tabakası yüzeyi koruyucu tabaka olarak görev yapmaktadır (Sartale, 2013; Byun vd, 2017).

Bu çalışmada termal oksidasyon (TO) işlemi normal atmosferik koşullarda Protherm laboratuvar tipi fırında 600°C, 650 °C ve 700°C'ler de 1-2-4-8-16-24-48-72 saat sürelerinde Cp-Ti ve Ti6Al4V alaşımı için yapılmıştır. Aşınma ve korozyon direncinde önemli etkisi olan

Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Sakarya, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): aayday@sakarya.edu.tr

termal oksidasyon işleminin ticari saf titanyum ve alaşımlı titanyumun oksidasyonun kinetik açıdan incelenmesi amaçlanmıştır. Kaplama tabakasının karakterizasyonu SEM mikroskobu, elementel analizi ve X-Işını difraksiyon analiziyle gerçekleştirilmiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada Saf Ti (Cp-Ti) metali ile Ti6Al4V alaşımı kullanılmıştır. Ti6Al4V alaşımının kimyasal bileşimi (wt%) 6.3 %Al, 4.2 %V, 0.15 %O, 0.11 %Fe, 0.03 %C, 0.02 %N, 0.001 %H ve kalan Ti olarak belirlenmiştir. Termal oksidasyon parametreleri daha önceki çalışmalarımızdan elde edilen optimum parametreler göz önüne alınarak seçilmiştir. Termal oksidasyon işlemi normal atmosferik koşullarda Protherm laboratuvar tipi fırında 600°C, 650°C ve 700°C'ler de 1-2-4-8-16-24-48-72 saat sürelerinde Cp-Ti ve Ti6Al4V alaşımı için yapılmıştır.

Oksitlenmiş numunelerin yüzey karakterizasyonu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve elementel analizleri için Joel marka (JSM 6060-LU) analiz cihazı kullanılmış, faz bileşimleri için x-ışınları analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Oksidasyon kinetiği için işlem öncesi yüzeyleri zımparalanan numuneler alkolle temizlenip sıcak hava ile kurutulduktan sonra ağırlıkları hassas terazi ile tartılmıştır. Tartım işlemi oksidasyon işlemi sonrasında da tek tek kayıt edilmiştir.

Kinetik çalışmaları Eşitlik 1'de verilen Arrhenius denklemine göre ilerlemektedir.

$$k=A.e^{(-Q/RT)} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

k: Oksidasyon Hızı (cm²/sn)
Q: Aktivasyon enerjisi (J/mol)
T: Sıcaklık (°K)
R: Gaz sabiti (8,3143 cal/mol°K)

Bu ifadeye göre oksidasyon hızlarının logaritması alınarak oksidasyonun mutlak sıcaklığın tersine bağlı olarak çizilmesi halinde bu grafiğin eğimi -Q/R oranını vermektedir. Bu sebeple; öncelikle Eşitlik 2 yardımı ile çizilen (ΔW^2-t) diyagramlarının eğiminden difüzyon katsayıları hesaplanmıştır.

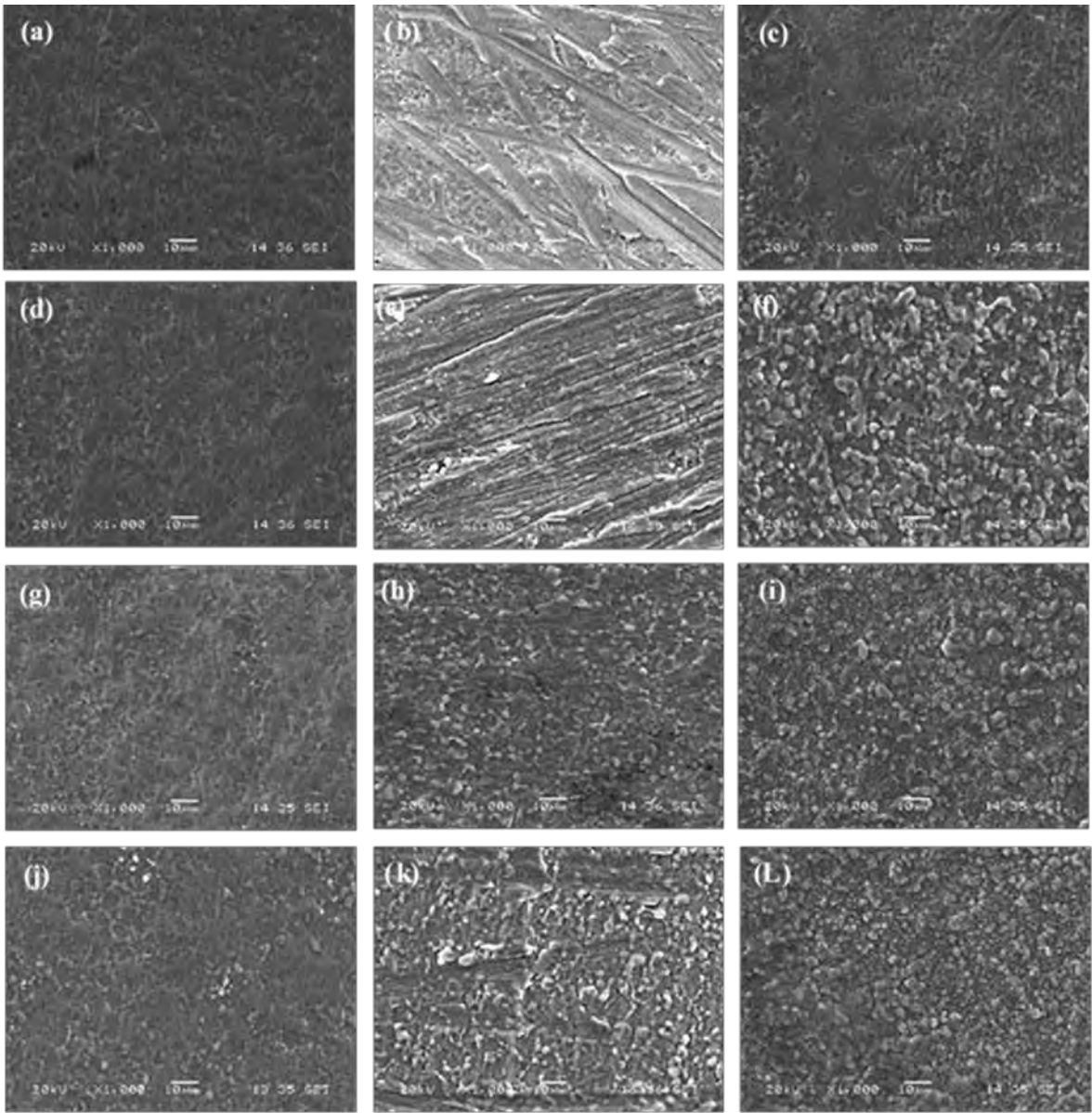
$$\Delta W^n/A= kt \quad (\text{Eşitlik 2})$$

ΔW : Numunenin birim yüzey alanında meydana gelen kütle artışı (mg/cm²)
k: Oksidasyon Hızı (mg/cm²)²/h
t: Oksidasyon işlem süresi (saat-h)'ni ifade etmektedir.

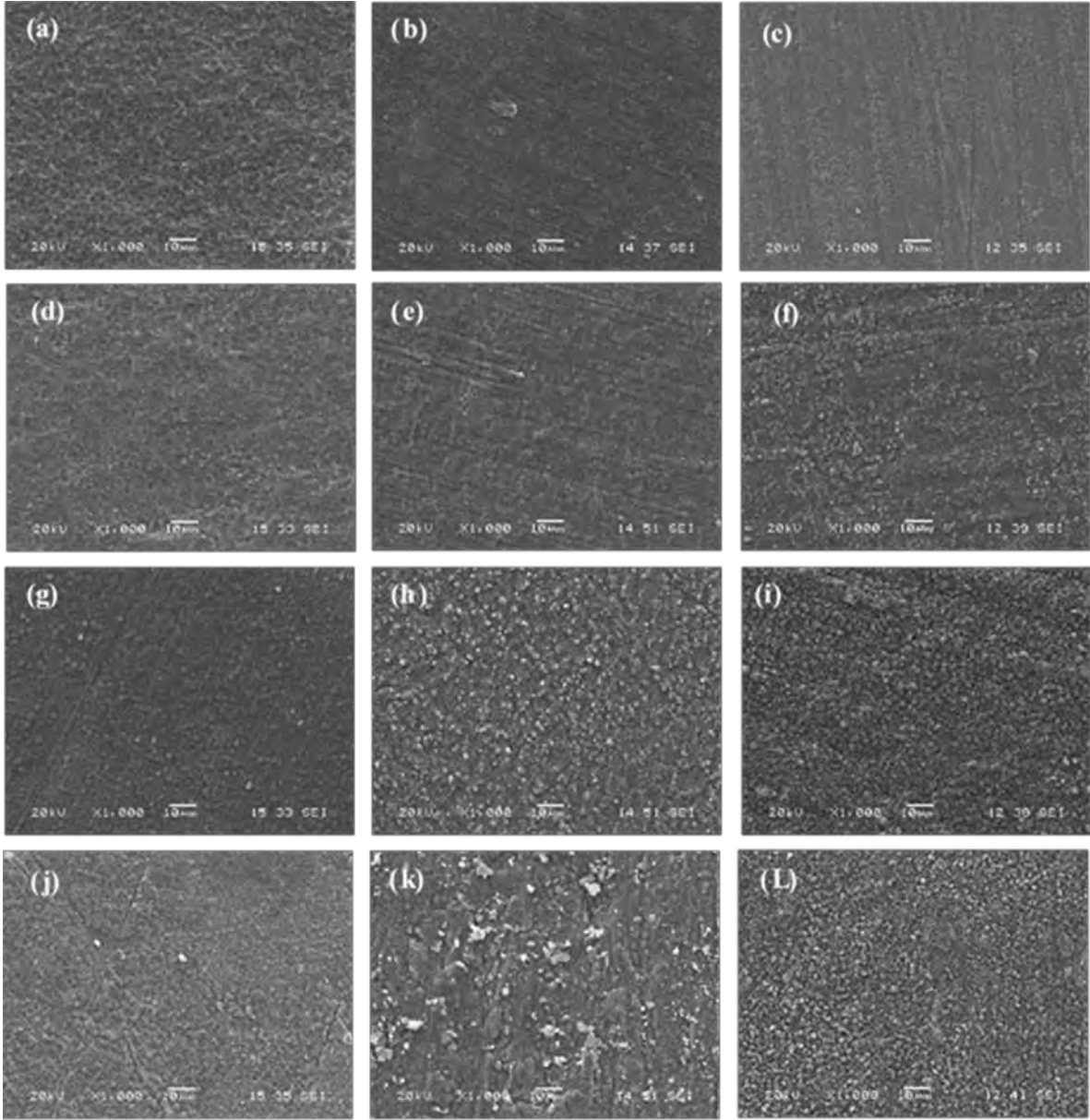
Oksidasyon davranışı parabolik olduğu için, eşitlik 2'de n=2 alınmaktadır. Her bir numune için ($\Delta W/A$)²-t eğrilerinin eğimlerinden oksitlendirilen numunelerinin k değerleri hesaplanmıştır.

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışmalar

Protherm marka ısıtma/soğutma hızı (maks. 10°C/dk) olacak şekilde numuneler sırası ile 600°C, 650 °C ve 700°C'ler de 1-2-4-8-16-24-48-72 saat sürelerinde okside edilmiştir. Cp-Ti için ve Ti6Al4V alaşımı için 1-8-48 ve 72 saat kaplama süresi için oksidasyon işlemi görmüş numunelerin SEM görüntüleri Şekil 1'de ve Şekil 2'de sırası ile verilmiştir. Termal oksidasyon işlem sıcaklığının değişmesi, numune yüzeylerinde belirgin renk değişimleri yaratmıştır. Bu fark 8 saat oksidasyona uğratılan numunelerde (Şekil 1f ve Şekil 2f), maksimum sıcaklıklarda Cp-Ti ve Ti6Al4V alaşımı için daha belirgin olmuştur. Benzer durum 72 saat oksidasyon işlemi yapılanlar içinde geçerlidir. Maksimum oksidasyon işlem süresi sonunda yüzeyde oluşan oksit tabakası homojen bir dağılım göstermiştir. Her iki şekilde de görüldüğü üzere alaşım yüzeyinde oluşan oksit formu daha ince ve homojendir.



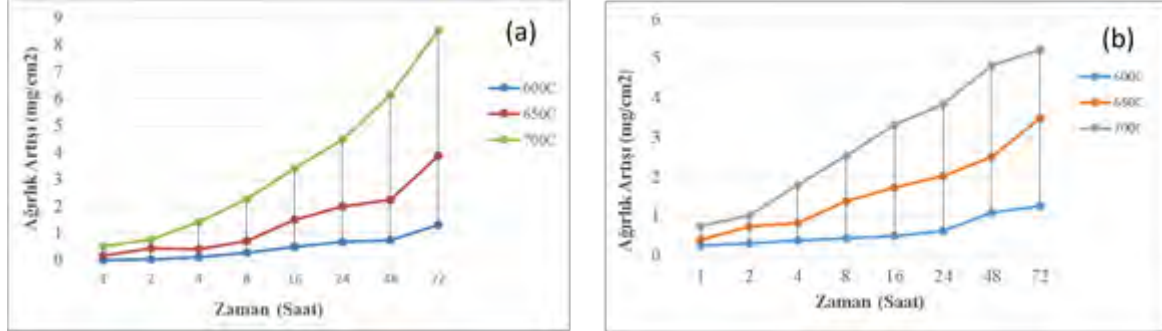
Şekil 1. Termal oksidasyon işlemi sonrası Cp-Ti numunesinin yüzey morfolojisi (a),(d),(g),(j) 600°C; 1,8,48 ve72h; (b),(e),(h),(k)650°C ; 1,8,48 ve 72h; (c),(f),(i),(L) 700°C için 1,8,48 ve 72h



Şekil 2. Termal oksidasyon işlemi sonrası Ti6Al4V numunesinin yüzey morfolojisi (a),(d),(g),(j) 600°C; 1,8,48 ve72h; (b),(e),(h),(k)650°C ; 1,8,48 ve 72h; (c),(f),(i),(L) 700°C için 1,8,48 ve 72h

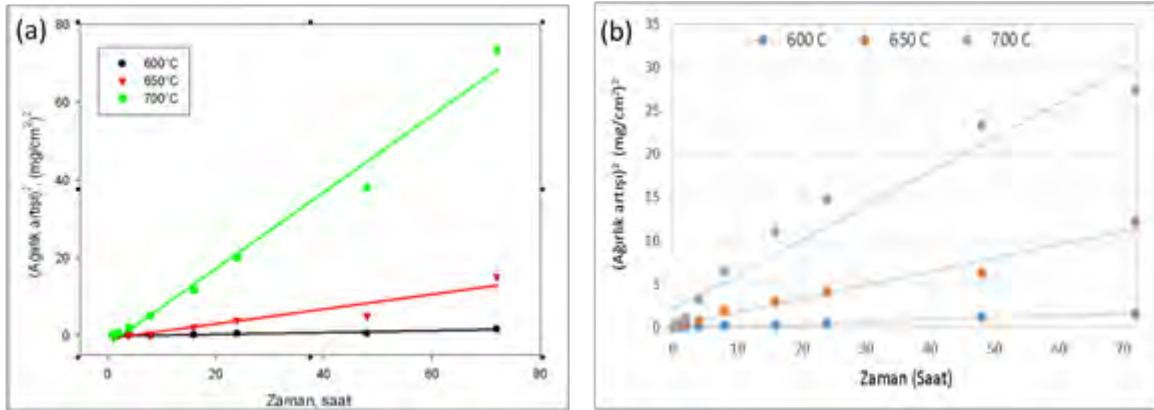
Genel olarak metal ve alaşımların artan sıcaklıklara bağlı olarak oksidasyon davranışları incelendiğinde, bunların sergiledikleri oksidasyon davranışlarının lineer ve parabolik olmak üzere iki evreden oluştuğu görülmektedir. 600–7000C'nin üstündeki sıcaklıklarda zamanla oksidasyon hızla azalır yani parabolik davranış gösterir. O sebeple farklı sıcaklıklarda oksitlendirilen numunelerin parabolik izotermal oksidasyon sabitleri (k), yukarıda verilen eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmaktadır.

Cp-Ti ve Ti6Al4V alaşımının 600, 650 ve 700 oC'deki izotermal oksidasyon deneyleri neticesinde sonrasında elde edilen ağırlık artışı ve zaman eğrileri Şekil 3 (a) ve Şekli 3 (b)'de verilmiştir. Alınan eğrilerden de grldğge zamana ve sıcaklığa bağlı her bir oksidasyon numunesinin ağırlık artışıının parabolik olduğu net bir Şekilde görülmektedir.



Şekil 3. 600, 650 ve 700 °C'de 72 saat süreyle oksitlendirilen numunelerinin kütle artışı eğrileri (a) Cp-Ti, (b) Ti6Al4V

Şekil 3'deki değerlerin karelerinin, sreye bağlı değişimleri Şekil 4 (a) ve (b)'de sırası ile Cp-Ti ve Ti6Al4V alaşım numunesi için verilmiştir. Çizilen grafiklerin eğiminden sırası ile her bir sıcaklık için "k" oksidasyon hızı sabitleri belirlenmiştir. Hesaplanan oksidasyon hızı değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Hesaplanan oksidasyon sabitleri arrhenius eşitliği 1'de yerine konularak aktivasyon enerjilerine geçiş yapılmıştır.



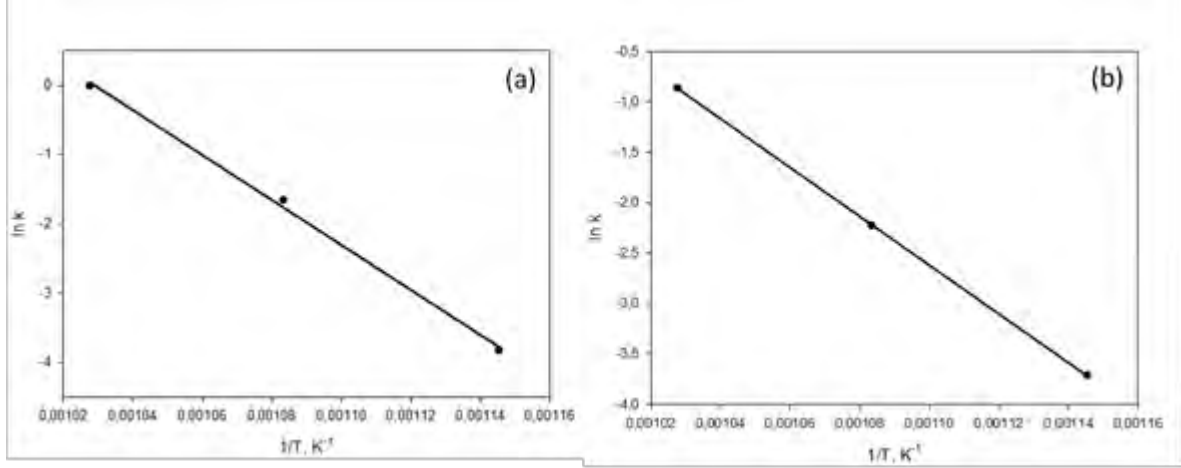
Şekil 4. 600, 650 ve 700 °C'de 72 saat süreyle oksitlendirilen numunelerinin kütle artışılarının kareleri alınarak, sreye değişimlerini gösteren grafikler (a) Cp-Ti, (b) Ti6Al4V

Tablo 1. Cp-Ti ve Ti6Al4V alaşımının 600, 650 ve 700 °C sıcaklık aralığındaki oksidasyon hızı (k) değerleri

Oksidasyon sıcaklığı	600 °C	650 °C	700 °C
Cp-Ti Oksidasyon hızı (k) mg ² cm ⁻⁴ h ⁻¹	0.02185	0.1901	0.9861
Ti6Al4V Oksidasyon hızı (k) mg ² cm ⁻⁴ h ⁻¹	0.02432	0.10755	0.42115

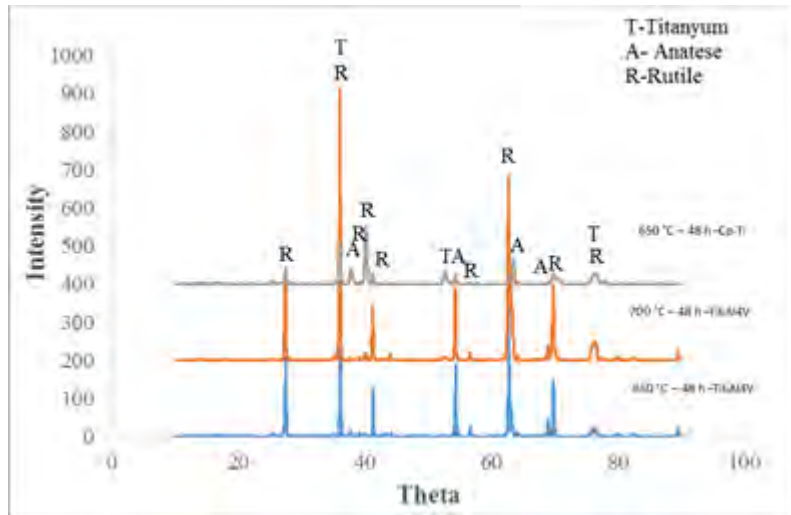
Şekil 5 (a) ve (b)'de Cp-Ti ve Ti6Al4V numunelerinin çalışılan oksidasyon sıcaklıkları için çizilen lnKp-1/T grafikleri verilmiştir. Grafiğin eğiminden, her bir numune için oksidasyon aktivasyon enerjisi "Q" değerleri hesaplanmıştır. Cp-Ti için aktivasyon enerjisi 269.4kJ/mol

iken Ti6Al4V için aktivasyon enerjisi 201.3kJ/mol hesaplanmıştır. Bu alaşım ile saf Ti'un Q değerleri karşılaştırıldığında, Ti6Al4V alaşımı için oksidasyon aktivasyon enerjisinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebi olarak, alüminyumun oksijene olan afinitesine bağlanabilir. Yapılan literatür (Ostrovskaya, 2018; Aniolek vd, 2015) çalışmalarında da benzer sonuçlar çıktığı tespit edilmiştir.



Şekil 5. (a) CP-Ti'a ve (b) Ti6Al4V'a ait lnD-(1/T) grafikleri

Cp-Ti ve Ti6Al4V alaşımının 48 saat 650 °C'deki XRD analizi sonuçları şekil 6'da verilmiştir. Alınan sonuçlarda numune yüzeyin de rutile ve anatase oluşumu görülmüştür. İstenilen faz oluşumu her iki numunede de elde edilmiştir. Titanyum oksit (Titania) doğada farklı polimorflar da (birden fazla kristal yapı) bulunmaktadır; bunlardan en yaygın ve stabil TiO₂ formu rutile, diğer formları ise anatase ve brookittir (Rahimi, 2016).



Şekil 6. Cp- Ti ve Ti6Al4V alaşımının 650 ve 700°C'de 48 saat sonrası XRD analizleri

4. Genel Sonuçlar

Cp- Ti ve Ti6Al4V alaşımının 600, 650 ve 700 °C aralığındaki sıcaklıklarda izotermal oksidasyon kinetiği incelendiği bu çalışmada aşağıda özetlenen sonuçlar elde edilmiştir:

- ✓ Termal oksidasyon işlemi sonrasında tüm numune yüzeylerinde oksit tabakası oluşmuştur. Oluşan oksit tabakası (TiO₂) anatase ve rutil formundadır.
- ✓ 600, 650, 700 °C’de gerçekleştirilen izotermal oksidasyon deneylerinden, 600 °C hesaplanan *k* değerlerinin 700 °C’de kine göre çok daha düşük olduğu tespit edildi.
- ✓ Cp-Ti için aktivasyon enerjisi 269.4kJ/mol iken Ti6Al4V için aktivasyon enerjisi 201.3kJ/mol hesaplanmıştır. Bu değerlerin literatürdeki özellikle alaşımların oksidasyonu için gerekli aktivasyon enerjisi değerleriyle benzerlik gösterdiği görüldü.

Teşekkürler

Çalışma sırasında laboratuvar imkânlarından yararlandığımız Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümüne teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynaklar

Aniołek K., Kupka M. (2019). Mechanical, tribological and adhesive properties of oxide layers obtained on the surface of the Ti–6Al–7Nb alloy in the thermal oxidation process, *Wear*, 432-433, 202-929.

Ayday A. (2018). Coatings of Bioactive TiO₂ Films on Ti6AL4V Alloy by Micro Arc Oxidation, *Acta Physica Polonica A*, Vol. 134, 412-414.

Astinchap B., Moradian R., Gholami K. (2017). Effect of sputtering power on optical properties of prepared TiO₂ thin films by thermal oxidation of sputtered Ti layers, *Materials Science in Semiconductor Processing* 63, 169–175.

Aniołek K., Kupka M., Barylski A., Dercz G. (2015). Mechanical and tribological properties of oxide layers obtained on titanium in the thermal oxidation process, *Applied Surface Science*, 357, 1419–1426.

Byun J. M., Choi H. R., Kim S. H., Suk M.-J, Kim Y. D. (2017). Formation of nanostructured rutile TiO₂ synthesized on Ti powder via thermal oxidation, *Applied Surface Science*, 415, 43–48.

Li L., Yu, K., Zhang K., Liu Y. (2016). Study of Ti–6Al–4V alloy spectral emissivity characteristics during thermal oxidation process, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 101, 699–706.

Ostrovskaya O., Badini C., Baudana G., Padovano E., Biamino S. (2018). Thermogravimetric investigation on oxidation kinetics of complex Ti-Al alloys, *Intermetallics*, 93, 244–250.

Rahimi N., Pax R. A., Gray E. M. A. (2016). Review of functional titanium oxides. I: TiO₂ and its modifications, *Progress in Solid State Chemistry*, 44, 86-105.

Sartale S.D., Ansari A.A., Rezvani S.-J. (2013). Influence of Ti film thickness and oxidation temperature on TiO₂ thin film formation via thermal oxidation of sputtered Ti film, *Materials Science in Semiconductor Processing*, 16, 2005–2012.

Information Technology Innovations in the role of Human Resource Management in Kosovo Telecom

Festim Halili¹, Gani Haxhijaj², Berat Jashari³

Abstract: The innovation development and its influence every day makes its research more intriguing in different fields. Many scholars do research and measure in order to make the best outcomes of the findings, thus making positive changes.

During the work of drafting this paper, will be analyzed well-known organization The Telecom of Kosovo, respectively the aspect of changes influenced by Information Technology Innovation (IT) in the role of Human Resource Management (HRM).

Considering that Telecom of Kosovo (TK) has gone through different stages and in some failed privatization processes, as a result of lack of genuine investments, has lagged behind in terms of developing and following the pace imposed by the market. This process has pushed me through this research to present the aspect of the role of HRM influenced by IT in recent years, as well as the submission of proposals for eventual changes in order to improve the overall service.

The paper aims to reflect the strategic direction the KP should take to increase its value and at the same time raise the influential development level that the Human Resource Management should have.

Expectations from the paper are the output of measurable results and the development of clear indicators to adapt innovation in the role of HRM.

The main issue of this paper is the strategic definition to be implemented in the KT in order to increase its value by establishing innovative systems through Information Technology in Human Resource Management and at the same time to Manage Human Resource and what are the challenges during the implementation of this strategy?

The research proposal is also linked to an analytical review of the Human Resource Policies and Practices being measured in coherence with other public and private organizations operating in Kosovo. Moreover, the innovative aspects of Human Resource Management Information Technology (HRMIT) intends to resume to what extent it can affect and, in particular, in terms of performance appraisal practices, trainings, forms of rewards, etc.,

Keywords: Information technology, management, human resources, innovations, telecom of Kosovo.

1. Methodological Framework

It is important to note that the data collection methodology in Kosovo is not an easy process, especially if the focus of the study is concentrated within an organizational body that aims to learn and analyze the current situation, and at the same time to try to break-down innovative processes - which would naturally facilitate the work process - through which it will be

¹Faculty of Math and Natural Sciences, University of Tetovo, festim.halili@unite.edu.mk

²Faculty of Math and Natural Sciences, University of Tetovo, haxhijajgani@gmail.com

³Faculty of Math and Natural Sciences, University of Tetovo, berat-m@msn.com

* Corresponding author: festim.halili@unite.edu.mk

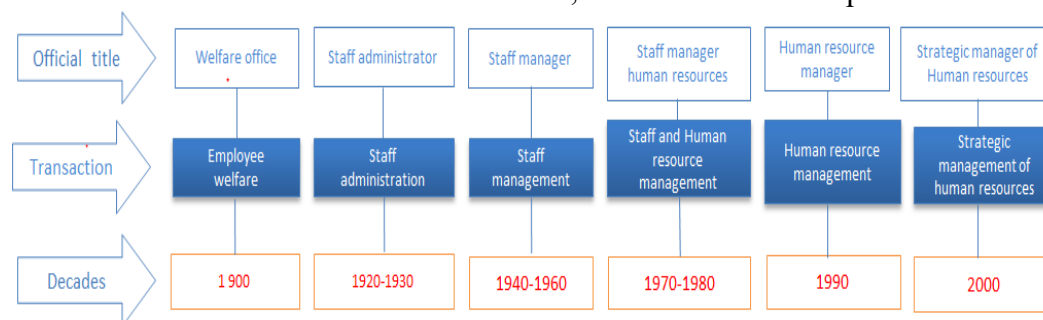
presented - what has not been seen before. All respondents will be employed in Kosovo Telecom, and not everyone will be open and fair in their responses. Based on the approach and planning for the development of data collection through direct communication and access to Kosovo Telecom staff through post offices, the questionnaire distribution planning will be successful. Richardson and Thompson (1999).

2. Forms and Analysis of the Motivation

Reward Management is about formulating and implementing strategies and policies in order to reward people fairly, equally and consistently in accordance with their value to the organization. It deals with the development of remuneration strategies and the design, implementation and maintenance of reward systems aimed at meeting the needs of the organization and stakeholders. This material will analyze the key factors to find the most appropriate motivation. The key concepts that this module has focused on are:

- Class structure and wages
- Assessment of work
- Market Rate Analysis
- Non-financial rewards
- Relational Rewards
- Reward Management
- Reward Strategy
- Reward system

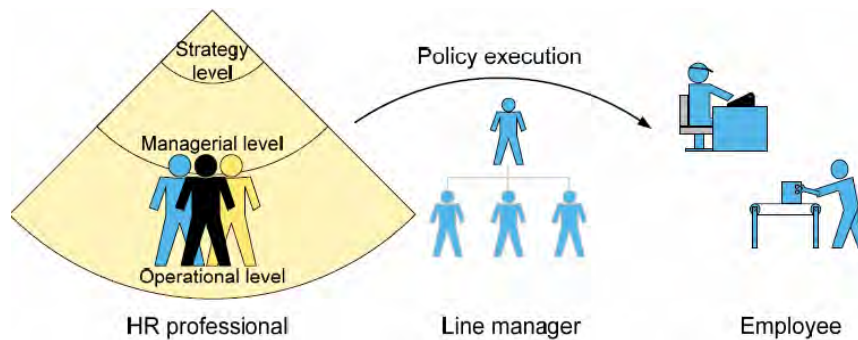
In order to implement one or more of the above-mentioned, a Sustainable Human Resources Department should be established reporting to the appropriate authorities and having the freedom within its legal boundaries to act for the benefit of the business entity and its employees. While this paper focuses on the evolution of human resource management and as a result of the innovation of time. Therefore, I will introduce this process



Stages in the evolution and development of human resource management (Itika, 2011)

3. Transformation of Human Resource Management

The idea of transforming human resources (Armstrong, 2009, 11, 15) has been addressed a year ago by many well-known personalities of human resource management processes; they are dozens of books and scientific journals that address the transformation of human resource management as a solution to many business entities, providing pathways for many problems in one case. As can be seen in the figure page 6 on the page where the evolution of human resources management is presented, the following illustration provides the scheme of the traditional human resource function by taking the above organogram, VALA has twice the management parcels and the traditional implementation of the function that has the human source.



The scheme of the traditional human resource management function (Andolsek, 2005)
 The presented scheme clearly illustrates the overlapping of the line manager – who directly is responsible, and supervisor - and the administration from the level of human resource professionals, who is also divided into operational, manager and strategic level.

4. The need for Awareness

Increasing information and employee independence requires information and transparency on human resources. Employees are paying attention to the personalized project of human resource development, self-management and career development at their own initiative, and they are also eager to choose a suitable study program (in terms of professional training pursuits that directly influence their professional development, Human Resource Management with Information Technology (HRMIT) provides an opportunity for every individual in the organization to participate in HRM affairs and decentralize some of the responsibilities of the Human Resources function. Employees can choose the information themselves and human resources service, so they can get information at any moment and act to get the desired result. To a certain extent, employees no longer have to expect any other person to come to solve their problems or to answer the question because they can be easily dealt with through the information technology platforms within the management of human resources; through online communication or receiving a response from the general database. The idea for Human Resource Management plus Information Technology (HRM + IT) has been reviewed at the end of the last millennium and began to be implemented immediately (Strohmeier, 2007) in some businesses. Thus, human resources management changed its direction towards innovative approaches to employee service. The following chart explains the approaches that have been made in terms of human resource developments to the integration of information technology with the aim of providing services to employees and facilitating the management process for human resource professionals. Turning to the 1970s where human resources were known as staff administrators up to the present day, the developments are great: 1970 Traditional staff management (file management); 1990 Human Resources Management; 2000 Human Resource Management and the involvement of information technology management processes, continuing towards the development of strategic business integrity.

With human resources interactivity and dynamics developed with information technology, the human resources department continues to set up and regulate work processes, develop training, find innovative motivational forms based on different individual requirements. Human resource management, especially with the integration of information technology has evolved a lot especially in the last 10 years. The following illustration illustrates the evolution of the classical management of human resources nowadays.



Involvement of stakeholders in the process of human resource management

With information technology, human resource management as a function is distributed to human resource professionals, line managers, and involves all employees in the process, all under the supervision of top management within the organization. In some companies, human resource management processes are managed by third parties - contracted, as illustrated in Figure 7 above. For clarification regarding the process that Telecom of Kosovo is also a study object, the illustrated illustration of slot 7 above is in the process of the first round, where the direct involvement of the employees and their manager (the line as refer to this paper), and human resource professionals who deal mainly with administration processes.

5. Integration of Human Resources with other Departments

The purpose of human resource professionals is to develop as a business partner, a thesis discussed in many articles (Svoboda & Schroder, 2001, Francis & Keegan, 2006; Bjorkman&Soderberg, 2016) that the human resources department establishes closer relationships with the whole organization. One of the evidences is that line manager share - perform - the function of human resources. Line managers are executives and supporters of human resource policies and strategies, at the same time, line managers are policy makers and executives of their department. Line managers are more familiar with the situation in the department they lead. Therefore, human resource professionals should help line managers align the department's goal with the full business objective and help line managers for human resource tasks (Kraut, etc., 2005). Based on the above-mentioned idea, the new relation - gradually joins the human resources department with other departments, as graphically illustrated example.



Integration of human resources at the organizational level

Simply, the human resources function is expanding to a strategy that optimizes power and influences the entire organization towards enhancing competitive value and capacity building.

6. Information Technology in Function of Human Resources Transformation

Human resource data have different forms, including historical and current policies, work, personal data of employees, training programs, individual performance details and so on. Information technology provides the ability to store and use the information as an electronic database, which can be accessed by anyone, anytime and anywhere within the organization. For the functioning of human resources, information technology can be applied to human resources tasks and help improve their service delivery. Application of information technology to the human resource process is done through an accessible application within the organization - in specific cases and with strict rules and limited access from the outside. Establishing information, for example, is a simpler and easier implementation with human resource information technology (Gardner, Lepak&Martol, 2003), which is a one-sided communication type from the top management level to the lowest level. Information can be business policy, news, and publications from the organization. Although this simple feature only needs to provide information through an electronic platform, it benefits the organization through reducing printing costs, instant delivery of information, and re-accessing information at any time.

Both the application of information technology and the transformation of the human resources function have an impact on each other. Transforming the human resource function requires powerful tools to help managers and employees to do things better and to do better things. On the other hand, the application of information technology makes the transformation of the human resource function to become realistic and to some extent radically change the human resource function - it requires human resources professionals to learn new and mixed skills for technologies innovative and attracts human resource professionals to pay attention to supporting and transforming activities.

6.1. Technology in function of the transformation of human resources

While the application of information technology for human resources services has been developing since the 1990s, the effects of technology on human resource management have expanded over the years (Florkowski, Olivás-Lujan, 2016). Given its ability to contribute to overall organizational performance, information technology supports basic transformations in relation to the human resources function.

6.2. Interaction model

Hempel (2004) has developed a model of interactions between technology and human resource management, including organization and workmanship, human resource professionals, and employees. According to the model, a new development of technology can cause changes in the reorganization of organization and work design, resulting in changes in the results of human resource practices. Human resource professionals receive more powerful technology to promote changes within the organization through the management of young and knowledgeable employees. From this viewpoint, the relationship between information technology and the human resource function is a kind of interaction. Hempel (2004) considers that human resource professionals are in a caught position. Due to the fact that the first technologies change the work structure, such as global virtual workgroups, the human resource function needs to be developed in order to support these changes. Human Resources Professionals are already engaged in the redesign process, so they need profound business knowledge on both operational and strategic sides to handle and support innovation.

6.3. Functions of Information Technology in Human Resources

When considering the impact of information technologies on day-to-day human resources activities, some researchers have considered that some of the technology functions, such as the electronic recruitment system, the electron selectivity measurement system have positive and negative impacts on the functioning of human resources (Stone, Romero &Lukaszewski, 2006). Through the investigation of these functions, the understanding of the impact of transformational technology in human resource function can be supported by information flows, social interaction patterns, perceived individuals control and system acceptance (Ashbaugh& Miranda, 2012, Stone, Romero &Lukaszewski, 2016).

Innovation - this process itself is innovative and if we take into account the fact that in Vala to submit an employment application, the application must be downloaded from the official website, completed, attached to the accompanying documents and physically handed over to the Vala office, or use classical mail shipment. All accepted documentation should be selected and reviewed mechanically by human resources officers, while with the information technology applicable to human resources; the entire application process is done electronically. This means that human resource professionals will receive a list of candidates' names that meet the prerequisites - eliminating all the improper applications - with professional recommendations for the ideal candidate from all applicants.

Impact - saving the time of human resources professionals and choosing the right and the best possible candidates.

6.4.Information flow

The application of information technology significantly changes the flow of information, because the system enables users to efficiently collect, distribute and access information (Stone, Romero &Lukaszewski, 2006). For example, in recruiting, without trying and meeting potential applicants, it is easy to gather information about applicants as well as give them the same opportunity to gather information on jobs and. In some cases, technology reacts to performance-based employees and improves support ability. Moreover, information flowing between different departments can help HR professionals maintain complete and perfect information for drafting the strategy. Although information technology enhances the ability of an organization to collect and manage data, there are still some limitations in this regard. For example, the performance measurement management system does not have the ability to measure all employee behavior (Stone, et al., 2006). The system can measure the amount, in very specific cases, also the quality. Thus, technology allows human resource professionals to manage large amounts of information with great precision. Automation is thought to be the best way to improve effectiveness and become a valuable contributor to the human resource function, though, in some cases, the system may not be as useful as traditional methods (Haines &Lafleur, 2008).

6.5.Social interactions

Human resource information technology reduces straightforward interactions. Each employee approaches the platform in electronic form, basically changing the way it works. From this point of view, human resource information technology extends the interaction among employees within the organization, saves time and increases efficiency and efficiency at work. However, on the other hand, due to the perplexing of straightforward interactions, it may have adverse effects on the levels of trust between managers and employees (Stone,

Romero &Lukaszewski, 2006), which requires human resources professionals rebuild trust and mutual relationships.

6.6. Perceived control

Traditional staff management was also the control and monitoring of the employee. With the implementation of information technology platforms in human resources, the control part is still questionable if it is more effective than before or not. On the one hand, growing employees and self-service managers require more interactive participation. Supervisors are reported to increase their satisfaction in technology systems because the systems offer greater levels of feedback and control over their employees' performance than traditional ways (Stone, Romero &Lukaszewski, 2014). On the other hand, the same system also has more control over individual performance, due to the reduction of freedom and control levels (Stone, Romero &Lukaszewski, 2016). For example, managers can precisely control each employee's time spent on their duties. This can lead to negative feedback to electronic performance management systems. In addition, invalid employee performance data and employees can behave rigidly, making them look good from systems, and also harm the organization in the long run (Stone, Romero &Lukaszewski, 2016).

To sum up, technological platforms force the traditional function of human resources to transform and change management mode. Information technology brings the ability for all members to facilitate work, to measure activities, to provide immediate feedback, and to reduce lost time (Ashbaugh& Miranda, 2002). The application of innovative technologies in the human resource management service meets the needs of recent users and presents the real status of the organization. Otherwise, social interactions and adverse effects on quality control and accuracy of information may harm the organization (Stone, Romero &Lukaszewski, 2006).

7. Data Collection and Elaboration of Results

The collected information has been processed and the results of some of the key questions are presented below. The questionnaire was filled by 388 respondents, 211 of them were females and 177 males.

Much of the research participation was conducted in Pristina, with the fact that the vast majority of staff is employed in the capital city.

Contradiction with oneself is the form of construction in the hierarchical structure of the company. As you can see, the very high part of the staff is in executive level - this is either the case that I, when communicating with the Telecom staff, I have addressed to the influential people, or the leading employee's proportion is not sound in logic. Of the 388 respondents, 39 are executive, 144 are professional, and 205 are employees.

In case the proportion in Kosovo Telecom, or Vala business unit, needs over 10% of staff at the executive level.

The poverty of human resources services is also shown. Over 70% of respondents, without any hesitation and almost automatic response, estimate that managing annual and other vacation leave is the core of the function that the human resources department has as the primary task.

In the question "*Integration of Human Resources Management Information Technology means that each employee becomes an integral part of the system and maintains personal information updates, while the Human Resource Department manages them. Are you willing to undertake the maintenance of personal data?*"

Of the 388 respondents, 249 or 64.18% stated that they are willing to undertake personal records to be self-managed, while 139 or 35.82% of respondents reject this task - the absolute majority of refusing respondents stated that this work is the resource department human and this they themselves have to do.

As the correspondence collected through questionnaires confirms credibility in new developments and the involvement of information technology is welcomed and as such can be easily adapted.

Most of the staff in VALA, work with computers. Some departments have specific applications and accomplish tasks mainly with a specialized program for certain functions, such as for example the financial program or the human resource program. Indicators with good potential and sufficient knowledge of the staff involved in vala regarding the issue of information technology - although from a personal view it raises doubts that respondents were right in answering this question. Despite this, 58.87% of respondents know about computer work, 32.73% of respondents state that they know very well computer work and small number; only 3.78% do not use the computer at all, either because they do not ask for work or have no access. The organization has information technology integration in the service of human resources.

Changes and additions have been heard on many occasions, it is to be understood that the system they have been using for nearly three years initially had a lot of problems, especially with the introduction of work hours - attainment and dismissal - and others of different natures. The positive side of the system as elaborated during the various conversations was that the system is domestic production, worked by pbc (local company) and that any intervention and / or completion can be made easier. Many respondents' requests turn out to be the full integration of human resources services into the electronic system as well as the system not to remain apart, but to integrate into other systems with which staff work all the time.

8. Conclusion

Kosovo Telecom is one of the most successful corporations in Kosovo and Vala one of the most successful business unit that generate the majority of the turnover for Telecom of Kosovo. Current work creates opportunities and potential for growth in the future. According to the Regulatory Authority of Electronic and Postal Communications (ARKEP) Vala holds 57.28% of the market with the mobile phone having the largest number of customers (over 1.7 million numbers in use) in Kosovo. Regarding the relationship between Kosovo Telecom and its customers, it is considered that currently the satisfaction level is good and the quality of service is high due to new technological installations.

The role and power of Human Resource Management is not in a desirable position to enable a smooth flow of its duties and responsibilities. Moreover, although many processes have evolved over the years in terms of Human Resource Management in many other managerial roles and their impact is not in the required level but is more concentrated in the administrative view.

The purpose of this paper is to enable senior management to take the necessary steps with the services that are now available and professionally approach the Human Resource Management process by utilizing innovative practices with the support of Information Technologies.

Based on the basic findings, the strategy should begin with training and staff development to ensure that the processes needed to be carried out by qualified and professional staff. Therefore, when thinking about strategy planning and implementation, training and development should be considered as a key to success.

Strategic planning where innovations supported by human resource management information technologies and functionalization of human resource processes need to be developed short-term and short-term plans to implement certain actions that create professional development in all of the hierarchical levels. When these elements are positioned properly, later stages are developed to develop operational, monitoring, ongoing learning, testing, training and adaptation plans.

By involving key members as participants or initiators of transforming Human Resource Management processes, it is very easy to transform the information and understanding of the importance to the work process and the necessary changes. The budget power of the organization, the willingness and use of Information Technology - which Kosovo Telecom has available - is present and growing. Therefore, innovations supported by Human Resource Management Information Technology are an excellent approach and as such bring benefits and provide increased performance and monitoring quality and accuracy in generating business reports.

9. Recommendations

According to the aforementioned statements, to a certain extent, human resources with information technology have a positive and just impact on the functioning of human resources and bring innovative aspects to its transformation. Transforming the human resource function needs specialized information technology to assist management activities in order to be more accessible and more efficient and effective information for everyone. Information technology in human resources provides broader coverage of its function in all other departments offering added value. The impact extends not only to human resources management as a department but at each level, by participating in its activities in all departments, sectors and other departments. Moreover, extend its authority directly to employees. This implies that different roles of human resource management are attributed to other departments that are managed by information technology, to process and transmit the right information in a timely and appropriate manner. For example, employees => line manager -> human resource management. In a word, human resource management with information technology plays an important role to realize the human resource function in a more competitive and efficient way.

9.1. HRIT in the transformation of human resources professionals

In traditional human resource management, human resource professionals consume much energy in day-to-day management processes, and pay less attention to the consultation and policy formulation work that should be the main tasks of the highest level of management in organization. Under the human resource management environment with information technology, the task of advisory service by human resource professionals is increasing, providing a higher level of management. Thus, the process of human resource change changes has an optimization that not only exposes human resources professionals from multiple and varied work but also completely alters their work style and focus. Human resource professionals gradually become strategic partners, demonstrating skills for strategic formulation, workflow management, employee motivation, and so on.

Human resources professionals can be considered as service providers and service buyers according to different business objectives. From the point of view of line managers and employees, they are clients of human resource professionals. Business-related processing can be completed through online interaction: line managers and employees can receive "product" and "service" from human resource professionals via the Internet. Human Resources Professionals can "buy" different types of human resource management services and expertise

information from external providers, for example, Consultant, e-Learning Provider, and so on. The issue with the joint service provider is also changing from paperwork to electronic management.

The strategic partner with the line manager refers to human resource professionals as a leader in case management within the organization. Although human resource professionals need to leave routine tasks and leave the core function to line managers and employees, human resource professionals are responsible for managing senior employees. For example, human resource professionals should make the overall human resource plan and download tasks to line managers. They need to master and acquaint themselves with their workforce information in order to better use their employees. The widespread use of information technology in human resources requires managers and employees to acquire new skills and knowledge in order to use new systems and technologies. Human resource professionals partially point out staffing and strategic issues in performance-related management platform, such as training on the use of a particular platform - where technically technology-related technology is involved in the direct technology information division. These HRIT related functions are a new responsibility of human resource professionals. Therefore, innovations positively affect the service of all actors in human resource management and make technology take over management and tedious work while human resource managers manage processes and focus on full energy in building up strategic developments.

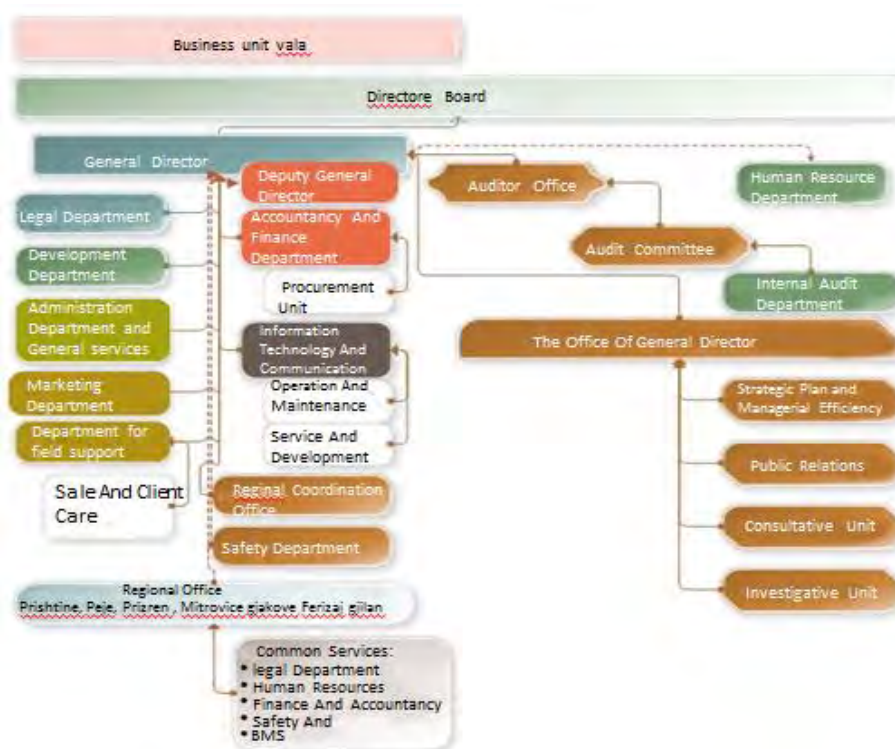
9.2. Human resource information technology in the transformation of the line manager

With the human resource information technology function, line managers can be provided with the latest human resource management policies, information on job procedures, market data, and so on, which can be used as a reference to guide and manage their employees. Human resource information technology provides the platform for line managers to participate in the work of human resource management. Human resource information technology can provide all the information that line managers supervise their employees; under the authorization, line managers can deal with human resource activities such as recruitment, training, absence, rest, assessment, removal, etc., because line managers are direct link between management levels know more about their employees and better understand the organization's policy. When the function of day watchdog can be realized, human resource information technology works with line managers not only saves time and energy, but gives line managers more freedom in the best possible use of people under his supervision. They can get the latest information about their employees and make their staff influence the organization's development. When line managers are responsible for developing the policy of the leading department, they also judge the situation better and make the right decisions. Always in consultation with human resource professionals through human resource information technology, present recruitment or training programs, and, in turn, receive straightforward help from human resource professionals.

9.3. Human resource information technology in employee transformation

Increased awareness of employee information and independence has required transparent and clear information on human resources. Attention is paid to the personalized project of human resources development, self-management and career development with own initiative, and also employees are constantly interested in choosing suitable programs for their professional development. Human resource information technology provides opportunities for every individual in the organization to participate in human resource management and decentralizes some of the responsibilities of the human resource function at the same time. Employees can

choose their own information and service from the human resources department. Therefore, they can receive information at any moment and take action to get the desired and deserved result. To some extent, with human resource information technology, employees become part of the process and no longer have to wait for an official (human resource professionals) to come to solve their problems or to answer their questions because they can be easily handled through human resource information technology, such as online communication or receiving a response from the database. In addition, based on human resource information technology, employees can retrieve and retain their personal information such as attendance, salary, training data, and so on. Moreover, communication between employees and managers is also different from the traditional one. Employee responses can be streamlined directly with the human resource information technology platform, which ensures that any problem can be handled accurately and quickly. Thus, human resource information technology enables employees to carry out self-control and self-service, offers more opportunities for low-level involvement in management issues, and encourages the entire organization to accept this new type of management style. Therefore, human resource information technology brings independence to employees when they deal with human resource issue.



Business structure proposed for Vala business unit within Telecom of Kosovo

References

- Andolsek, D. M. (2015). Devolution or (de)centralization of HRM. *International Journal of Human Resource Management*, 311-329.
- Armstrong, M. (2009). *Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice*. London and Philadelphia.
- BHATIA, S. (2007). *Strategic Human Resource Management. Winning through People. Concepts, Practices and Emerging Trends*. New Delhi: Deep and Deep Publication PVT.

- DESSLER, G. (2011). *Human Resource Management*. . Pearson: Prentice Hall.
- GARDNER, K. (2006). *Managing in different cultures: The case of Ghana*. In: B. Towers, ed. Blackwell: Oxford.
- Gary Dessles, N. D. (2010). *Human resources Management in Canada*. Toronto: Prentice Hall.
- GREEN, K. D. (2006). The impact of human resource management on firm performance and human resource professionals' work attitude and work performance. *International Journal of Human Resource Management* , 17(4): 559-579.
- Itika, J. S. (2011). *Fundamentals of human resource management*. Leiden: African Studies Centre.
- Kaplan, R. &. (2014). *Strategy Maps Converting intangible assets into tangible outcomes*. Massachusetts: Harvard Business School Publishing Corporation.
- Karem Glanz, B. K. (2008). *Health Behavior and Health Education Theory, Research and Practice* . A Wiley Inprint.
- Kosovo, P. a. (2017). *Organizational Chart*. Prishtina: PTK.
- LEGGE, R. (1992). *HRM: Rhetoric, Reality and Hidden Agendas*. In: J. Storey, ed., . *New Perspectives in Human Resources Management*.
- LEGGE, R. (1992). *HRM: Rhetoric, Reality and Hidden Agendas*. In: J. Storey, ed., *New Perspectives in Human Resources Management*. London: Routledge.
- Long, Y. (2012, 03). The impact of information technology on the HR function transformation. *March 2012*. Netherlands.: University of Twente.
- Nehles, A. C. (2016). Implementing Human Resource Management Successfully: A First-Line Management Challenge. *Management Revue. The International Review of Management*, 256-273.
- STOREY, D. (1995). *Human Resource Management*. London: Routledge.
- STOREY, J. (1999). *From Personnel Management to Human Resources Management, New Perspectives in Human Resources Management*. London: Routledge.
- Strohmeier, S. (2007). Research in e-HRM: Review and implications. *Human Resource Management Review*, 19-37.
- Youndt, M. A. (2006.). Human resource management, manufacturing strategy, and firm performance. *Academy of Management Journal*,, 836-866.

Optimization of Machining Parameters for Surface Roughness in Laser Drilling of Stainless Steel

Hüseyin Uzun¹, Ramazan Çakıroğlu², Gültekin Uzun³, Mustafa Günay⁴

Abstract: In this study, the effects of machining parameters such as focal point, feedrate and pressure on the mean surface roughness (Ra), which are critical for drilling of stainless steel by fiber laser, were investigated. In this context, 8 mm diameter holes were drilled by applying L9 vertical index to 5 mm thick ferritic stainless steel material. The Ra values were evaluated according to Taguchi optimization method. According to ANOVA results, the effect of machining parameters on surface roughness was determined as 58.35%, 29.08% and 6.16% PCR as feedrate, pressure and focal point, respectively. Optimal parameter levels for Ra with respect to signal / noise (S / N) ratios found in the smallest best approach for drilling of stainless steel by fiber laser are 4 mm, 1200 mm / min, 18 bar for focal point, feed rate and pressure respectively as determined.

Keywords: Stainless steel, Laser drilling, Surface roughness, Optimization

1. Giriş

Günümüzde, endüstriyel uygulamalarda, teknolojinin hızlı gelişmesine bağlı olarak malzemelerin belirli hassasiyete sahip olarak kullanılabilir ürün hale getirilmesinde kullanılan yöntemlerde beklentiler artmaktadır. Bunun nedeni, kesme ve delme işlemlerinde istenen yüksek kesme hassasiyeti, karmaşık yapıları kesme ve delebilme imkânı, dik ve keskin kenarlara sahip yapılar, ısıdan etkilenme, düşük ölçeklerde et kalınlığı yükselen malzemeler gibi etkenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle sertlik değerleri yüksek olan temel ferritik paslanmaz çelik malzemelere olan ihtiyaçlar ve bu ihtiyaçlar doğrultusunda beklenen hassasiyet giderek artmaktadır. Kullanım alanlarının giderek artmasına rağmen AISI 430 ferritik paslanmaz çelik özellikle son ürün haline geliş kısmında işleme prosesleri açısından gelişme gösterememiştir. Karmaşık yapılarda kullanılmasından kaynaklı işleme proseslerinin zahmetli olması maliyetinin fazla olmasına neden olmaktadır. AISI 430 ferritik paslanmaz çeliğin son zamanlarda malzeme birim maliyetinin düşük olması, buna karşın mukavemet ve korozyon direncinin yüksek olması nedeni ile daha geniş alanlarda kullanılmaya başlanması; işleme hassasiyetinin yükseltilmesi açısından özellikle lazerle delme işlemlerinin optimizasyonu üzerine yapılan çalışmaların gerekliliği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. AISI 430 ferritik paslanmaz çelik malzemenin fiber lazerle kesme işlemlerinde; odak noktası, gaz basıncı ve ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğü açısından değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. 316L paslanmaz çelik malzemesinin delinmesinde kesme hızının yüzey kalitesi ve ısıdan etkilenen bölge (HAZ) üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Her test numunesinin yüzey pürüzlülüğü, kesme derinliği boyunca birkaç yerde ölçülmüş ve kesilen yüzeylerin

¹ Karabük University, Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Karabük, Türkiye

² Vocational School of Technical Sciences, Gazi University, Ankara, Turkey

³ Department of Manufacturing Engineering, Gazi University, Ankara, Turkey

⁴ Department of Mechanical Engineering, Karabük University, Karabük, Turkey

* Corresponding author: haydogan@selcuk.edu.tr

fotoğrafları, kamerayla donatılmış stereoskopik mikroskop kullanılarak alınmıştır. Kesme hızını düşmesiyle HAZ genişliği artmış ve belirli bir eşik değerinin altında kesilen yüzeylerin kalitesinin hasarlı olduğu anlaşılmıştır. Araştırmada en yüksek kesme hızının kullanılması ($V= 16,5$ mm/s), iyi bir yüzey kalitesinin ve ısınmadan etkilenmeyen bölgenin oluşmasını sağlamıştır (Jarosz et al.,2016). Lazer ile delme işleminde yüzey kalitesine etki eden ve delme sonucu delik kenarlarında meydana gelen lekeler üzerindeki parametrelerin etkilerini istatistiksel olarak incelemişlerdir. AISI 316L paslanmaz çelik malzemesi kullanılarak gerçekleştirilen deneyler kapsamında basınç, lazer frekansı ve lazer gücü dikkate alınmıştır. İstatistiksel analiz (ANOVA) sonucunda lazer ile delme sonucu oluşan delik kenarlarında oluşan lekeler etki eden en önemli parametrelerin basınç ve lazer frekansı olduğu bulunmuştur (Chatterjee et al.,2017). 4130 çeliğine CO2 lazer kesme sistemi uygulayarak ilerleme oranı ve lazer gücünün kerf genişliği, yüzey pürüzlülüğü ve HAZ üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, gücün kerf genişliği ve HAZ üzerinde en önemli etkiye sahip olduğunu bulurken, ikincil etkenin ilerleme oranı olduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan düşük ilerleme oranının iyi yüzey kalitesi oluşturduğu saptanmıştır. Ek olarak düşük gücün, düşük kerf genişliği ve HAZ'ın oluşumuna sebebiyet verdiğini söylemişlerdir (Rajaram et al.,2003). AISI 316L paslanmaz çeliğin lazer ile delinmesinde kesme parametrelerinin optimizasyonu üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalarında ortalama kerf konikliği ve yüzey pürüzlülüğü için en uygun lazer gücü, gaz basıncı, lazer frekansı ve kesme hızı belirlenmiştir. Taguchi optimizasyonuna göre en iyi kerf kalitesi 150 W güç, 0,5 MPa basınç, 125 Hz lazer frekansı ve 40 cm/dak kesme hızında ortaya çıkarken, ortalama en iyi yüzey pürüzlülüğü içinse 150 W güç, 0,5 MPa basınç, 25 Hz. lazer frekansı ve 20 cm/dak kesme hızında bulunmuştur. Güç ve yardımcı gazın kerf kalitesinde önemli bir rol oynadığı vurgulanmıştır (Gadallah and Abdu, 2015). Lazer ile delme işleminde delinen mikro deliklerinin kalitesi üzerinde lazer gücünün etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, meydana gelen deliğin giriş ve çıkış daireselliklerinin lazer gücünün artmasıyla arttığını belirtmişlerdir. Delinen deliklerin konikliği, lazer gücünün 60-110 W'a artmasıyla hızlı bir şekilde sabit bir değere yükseldiğini ve daha sonrasında ise lazer gücünün 170 W'dan büyük olduğunda hızla düştüğünü tespit etmişlerdir. Ek olarak, 400 ile 1200 µm çapındaki mikro deliklerin başarıyla üretildiğini söylemişlerdir (Wang et al., 2014)

Yapılan literatür taramasında, AISI 430 ferritik paslanmaz çeliğin işlenebilirliği üzerine fiber lazer ile kesme ve/veya delme işlemleri açısından yeterli bir çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca parametrelere bağlı sıcaklık değişiminin bir model yardımıyla analiz edilmediği fark edilmiştir. Literatürde ki bu açığın bu çalışmayla giderilmesi amaçlanmaktadır.

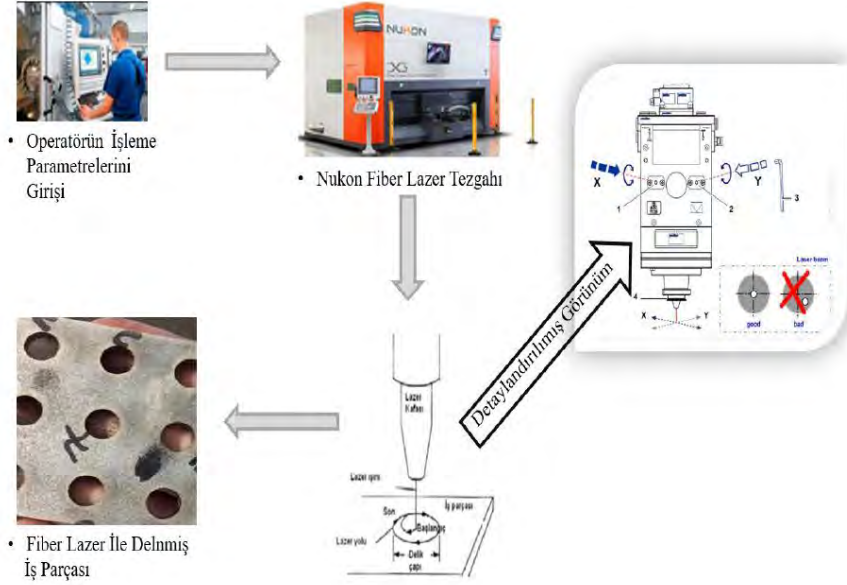
2. Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında, AISI 430 paslanmaz çelik malzeme üzerinde lazer ile delik delme işlemi belirlenen işleme parametreleri (odak noktası, basınç ve ilerleme hızı) çerçevesinde uygulanmıştır. İlk olarak, ferritik paslanmaz çelik malzemesi tedarikçi firmadan temin edilmiş ve delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra işleme parametrelerine bağlı olarak ortaya çıkan ve delik kalitesine etki eden yüzey pürüzlülükleri her bir deney için ölçülmüştür. Elde edilen bulgular optimizasyon açısından istatistiksel olarak incelenmiştir.

2.1. Deney düzeneği

Lazer yöntemiyle delik delme işlemi şematik olarak gösterilmesi Şekil 5.1'de gösterilmiştir. Deneysel çalışmalarda, 5 eksen lazer kesim makinesi olan Nukon marka lazer işleme

merkezinden faydalanılmıştır. Tezgahın çalışma aralığı X ekseninde 3050 mm, Y ekseninde 1300 mm, Z ekseninde 600 mm, B ekseninde 135° ve C ekseninde 360° dir.



Şekil 1. Lazer çalışma prensibi

Eksen hızları ise X, Y ve Z ekseninde 100 m/dak olurken, B ve C eksenlerinde ise 90 m/dak'dan oluşmaktadır. Pozisyonlanma hassasiyeti X, Y, Z ve B, C eksenleri için sırasıyla 0,0374 mm ve 0,005° dir. 5 mm kalınlığında ve 100x100 mm ebatlarından meydana gelen iş parçası Şekil 1'de belirtilen prosedür çerçevesinde lazer ile delinmiştir.

2.2 Deneysel tasarım

Deneylerin belirli bir teknik düzeninde yapılabilmesi için deneysel tasarım olarak Taguchi metodundan faydalanılmıştır. Taguchi metoduna göre gerçekleştirilen deneysel tasarımda, girdi parametreleri odak noktası (-5, -4 ve -3 mm), basınç (12, 15 ve 18 bar) ve ilerleme hızı (1200, 1600 ve 2000 mm/dak) çıktı parametresi ise yüzey pürüzlülüğü olarak belirlenmiştir. Her bir parametrenin üç seviyesi bulunmaktadır. Bu seviye değerleri, lazer ile delme işlemi gerçekleştirilen tedarikçi firmanın görüşleri alınarak belirlenmiştir. Tanımlanan parametreler ve seviyeleri çerçevesinde deneysel tasarım olarak L9 dikey dizin kullanılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan deneysel tasarım Tablo 1' de gösterilmiştir.

3. Bulgular

Bu çalışmada, AISI 430 ferritik paslanmaz çeliğin fiber lazer ile delinmesinde kritik öneme sahip olan basınç, odak noktası ve ilerleme hızı gibi işleme parametrelerinin ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Taguchi metodu yardımıyla yüzey pürüzlülüğü için optimum işleme parametresi belirlenmiştir. Ayrıca, varyans analiziyle (ANOVA) işleme parametrelerinin (odak noktası, basınç ve ilerleme hızı) yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etki oranları belirlenmiştir.

3.1. İşleme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkisinin Optimizasyonu

L₉ dikey dizini çerçevesinde her bir deneyden elde edilen ortalama Ra değerleri baz alınarak işleme parametreleri Taguchi yöntemi ile optimize edilmiştir. Bu yöntemde, Taguchi kayıp fonksiyonu olarak bilinen ve aynı zamanda sinyal/gürültü oranı (S/N) fonksiyonu olarak da ifade edilen üç farklı amaca uygun fonksiyon bulunmaktadır. Buna göre, amacın “en küçük en iyi”, “en büyük en iyi” ve “nominal en iyi” olmasına göre kullanılan eşitliklerden kesme sıcaklığının değişimi için “en küçük en iyi” (Eşitlik 1) kullanılarak S/N (η) oranları hesaplanmıştır. İşleme parametrelerine bağlı olarak Ra deney sonuçları ve S/N oranı (η), Tablo 1’de verilmiştir [Çakıroğlu et al.,2013 and Yang et al.,1998].

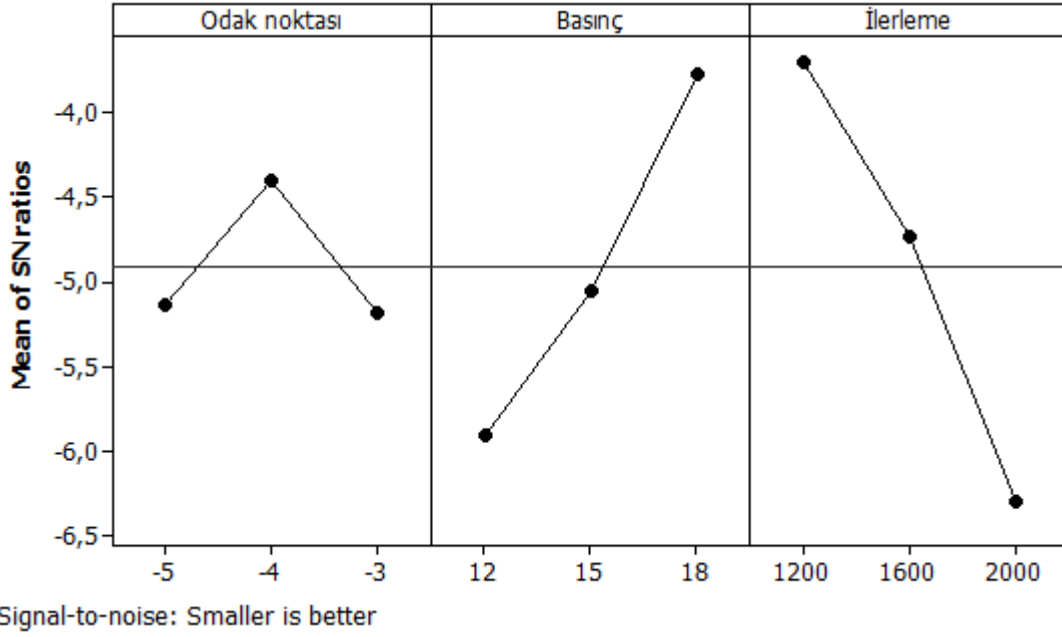
$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad (1)$$

Eşitliklerde, y_i : performans yanıtının i . gözlem değeri, n : bir denemede test sayısını ifade etmektedir.

Deney no	Deney			Ra (μm)	S/N (dB)
	A	B	C		
1	-5	12	1200	1,693	-4,57314
2	-5	15	1600	1,770	-4,95947
3	-5	18	2000	1,970	-5,88932
4	-4	12	1600	1,930	-5,71115
5	-4	15	2000	1,900	-5,57507
6	-4	18	1200	1,250	-1,93820
7	-3	12	2000	2,350	-7,42136
8	-3	15	1200	1,701	-4,61409
9	-3	18	1600	1,500	-3,52183

Tablo 1. Ra için deney sonuçları ve S/N oranları

Kontrol faktörlerinin yani işleme parametrelerinin optimum değerlerini gösteren ana etki grafikleri Şekil 2’de kesme parametrelerine bağlı olarak kesme sıcaklığının değerleri için verilmiştir. Ana etki grafiğinde en büyük S/N değerleri, o parametreye ait optimum seviyeyi göstermektedir. Buna göre Şekil 2’ den Ra -4 mm odak noktasında (A2), 18 bar basınçta (B3) ve 1200 mm/dak ilerleme hızı (“A2B3C1”) optimum işleme parametresi olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. İşleme parametrelerine bağlı olarak Ra için ortalama S/N oranı

3.2. Optimizasyonun Doğrulaması

Taguchi metodolojisine göre, en uygun sonuçları verecek parametrelerin tahmininden sonra, optimizasyonda doğrulama deneyleri yapılmakta ve yapılan optimizasyonun doğruluğu kontrol edilmektedir. Önceden tespit edilen Ra için “A2B3C1” optimum parametresi kullanılarak yapılan doğrulama deneyleri sonucunda elde edilen deneysel sonuçların ortalaması alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Optimum tahmini değerleri ve doğrulama deneyleri sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Doğrulama deneyi sonucunda optimum şartlar için Ra değeri 1.25 μm olarak ölçülmüştür. Bu elde edilen değerler Tablo 2’deki tahmini değerleri karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar arasındaki farkın göz ardı edilebilecek bir seviyede olduğu dikkati çekmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, Taguchi optimizasyonunun 0,05 anlamlılık düzeyinde başarıyla uygulandığını söylemek mümkündür.

Seviye	Başlangıç parametresi	Optimum işleme parametresi	
	A1B2C2	Tahmini A2B3C1	DeneySEL A2B3C1
Ra, μm	1.77	1.24489	1.25
S/N (dB)	-4.9595	-2.07671	-1.9382
İyileştirme oranı S/N	3.0213 dB		
Tahmini hata (dB)	0.13851		

Tablo 2. Ra için doğrulama test sonuçları

3.3 Sonuçların İstatistiksel Analizi

İşleme parametrelerinin deney sonuçları üzerindeki etkisi grafiksel olarak değerlendirilmesine rağmen, parametrelerin etki yüzdesini ve önem seviyesini tanımlamak için istatistiksel analiz yapılması önemlidir. Bu amaçla 0.05 anlamlılık düzeyinde varyans analizi uygulanmış ve sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. ANOVA’da, talaş kırıcı formu, ilerleme miktarı ve kesme

hızı işleme parametrelerini belirtirken, kesme sıcaklığı işleme çıktısını göstermektedir. İşleme çıktılarına etkileyen her parametrenin yüzde katkı oranı (PCR) hesaplanıp, ANOVA tablosunda verilmiştir.

Parametre	DF	SS	MS	F	PCR (%)
A	2	0.04004	0.02002	0.93	6.16
B	2	0.2168	0.1309	6.07	29.08
C	2	0.42592	0.21296	9.88	58.35
Hata	2	0.04313	0.02156		6.41
Toplam	8	0.77089			100

Tablo 3. Ra için ANOVA sonuçları

ANOVA sonuçlarına göre, yüzey pürüzlülüğü üzerinde işleme parametrelerinin etki derecesi sırasıyla %58.35, %29.08 ve %6.16 PCR ile ilerleme hızı, basınç ve odak noktası olarak tespit edilmiştir [Çakıroğlu et al.,2013, Gohil et al.,2017 and Ho et al.,2003].

4. Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında, AISI 430 ferritik paslanmaz çeliğinin fiber lazer ile delinmesinde, delik kalitesi açısından önemli kriter olan yüzey pürüzlülüğü üzerinde işleme parametrelerinin etkileri analiz edilmiştir. Literatür araştırmaları neticesinde en önemli işleme parametreleri olarak odak noktası, ilerleme hızı ve gaz basıncı seçilmiştir. Taguchi L9 dikey dizinine göre yapılan deney tasarımına göre, lazer ile delme işlemleri sonucunda yüzey pürüzlülüğü için en uygun parametre seviyeleri belirlenmiş ve varyans analizi (ANOVA) ile parametrelerin işleme çıktıları üzerindeki etki oranları tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen önemli bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- I. AISI 430 paslanmaz çeliğin lazer ile delinmesinde, basıncın yükselmesiyle yüzey pürüzlülük değerinde bir azalma tespit edilmiştir. İlerleme hızının artmasıyla birlikte yüzey pürüzlülük değerlerinde artış gözlemlenmiştir.
- II. Taguchi metodu yardımıyla optimum işleme parametresi; -4 odak noktasında, 18 bar basınçta ve 1200 mm/dak ilerleme hızında 1,25 µm, en büyük Ra ise -3 odak noktasında, 12 bar basınçta ve 2000 mm/dak ilerleme hızında 2,35 µm olarak bulunmuştur.
- III. ANOVA sonuçlarına göre, yüzey pürüzlülüğü üzerinde işleme parametrelerinin etki derecesi sırasıyla %58.35, %29.08 ve %6.16 PCR ile ilerleme hızı, basınç ve odak noktası olarak tespit edilmiştir.

Kaynaklar

Chatterjee, S., Abhishek, K., and Mahapatra, S., (2017). Study on surface quality of laser drilled holes: parametric optimization using harmony search algorithm, *International Journal of Materials, Mechanics and Manufacturing*, 5: (4) 251-254.

Çakıroğlu, R., & Acır, A. (2013). Optimization of cutting parameters on drill bit temperature in drilling by Taguchi method. *Measurement*, 46(9), 3525-3531.

Gadallah, M., H., Abdu, H., M., (2015). Modeling and optimization of laser cutting operations, *Manufacturing, Review*, 2 (20) 1-15.

Gohil, V., & Puri, Y. M. (2017). Turning by electrical discharge machining: A review. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 231(2), 195-208.

Ho, K. H., & Newman, S. T. (2003). State of the art electrical discharge machining (EDM). *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 43(13), 1287-1300.

Jarosza, K., Löschnera, P., Niesłonya, P., (2016). Effect of cutting speed on surface quality and heat-affected zone in laser cutting of 316L stainless steel, *International Conference on Manufacturing Engineering and Materials*, 155-162.

Rajaram, N., Sheikh-Ahmad, J., Cheraghi, S.H. (2003). CO2 laser cut quality of 4130 steel, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 43 351-358.

Wang, C., Chen, G., Luan, D., and Zhang, P., (2014). Effect of laser power on the quality of drilled micro hole using Cu50Zr50 amorphous alloys foils, *Micromachines*, 5 1061-1068.

Yang, W. P., & Tarn, Y. S. (1998). Design optimization of cutting parameters for turning operations based on the Taguchi method. *Journal of materials processing technology*, 84(1-3), 122-129.

Comparison of Two Different Automotive Technology Programs in Internship Applications, Problem and Solution Suggestions

Nurullah GÜLTEKİN^{1*}, Durmuş TEMİZ², Kazım KUMAŞ³

Abstract: With developing technology, many systems have been developed to make human life easier. The importance of training the technical staff in the production and after-sales service of these systems in a way to adapt to the developing technology is increasing. Vocational High Schools have an important role in this subject. A significant portion of the student potential of the existing universities is composed of the students of the Vocational High School. It is of great importance that these students take their vocational education in a good way and contribute to the economy. Vocational Schools offer opportunities for students in the form of opportunities. However, due to the continuous development of technology and economic reasons, Vocational Schools have difficulty in adapting to the development of the industry. Therefore, while theoretical training is given to students, the desired goal cannot be achieved in practice training. In Vocational Schools, compulsory internship is applied by sending students to enterprises to develop practical learning and to adapt to the industry. Due to the changes and developments experienced in automotive technology, professional internship is of particular importance for the students of the Automotive Technology Program. Students who study in this program have the opportunity to significantly increase their professional skills with internship. However, due to the inability to conduct adequate audits in internship practices and the inability of students to understand the importance of internship, the expected cooperation between school and industry remains far from the achievement goals

In this study, Karamanoğlu Mehmetbey University (KMU) and Afyon Kocatepe University (AKÜ) Automotive Technology students in different regions were interviewed and employer and academician opinions were consulted. By evaluating the data, problems in different regions were identified and common solution suggestions were established. When some of the data were evaluated, it was found that the rate of visiting lecturers was 6.66% for the enterprises which Karamanoğlu Mehmetbey University students did internship, and the rate of visiting the instructors visiting the enterprises of Afyon Kocatepe University students was 87.5%. It is believed that the reason for this is that the production and service areas of the profession in two different regions are not sufficiently institutionalized and that these institutions are not able to comprehend the importance of the internship in the student's career.

Keywords: Compulsory internship, Vocational School, Automotive Technology

Staj Uygulamalarında, İki Farklı Otomotiv Teknolojisi Programının Karşılaştırılması, Sorunları ve Çözüm Önerileri

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Vocational School Of Technical Sciences, Karaman, Turkey

²Mehmet Akif Ersoy Universty, Bucak Emin Gülmez Vocational School Of Technical Sciences, Burdur, Turkey

³Mehmet Akif Ersoy Universty, Bucak Emin Gülmez Vocational School Of Technical Sciences, Burdur, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazarı): ngultekin@kmu.edu.tr

Özet: Gelişen teknoloji ile birlikte insan hayatını kolaylaştıran birçok sistem geliştirilmiştir. Bu sistemlerin üretiminde ve satış sonrası hizmetinde görevli olan teknik elemanların, gelişen teknolojiye uyum sağlayacak şekilde yetiştirilmesinin önemi giderek artmaktadır. Bu konuda Meslek Yüksekokullarına büyük bir görev düşmektedir. Mevcut üniversitelerin öğrenci potansiyelinin önemli bir kısmını Meslek Yüksekokulu öğrencileri oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin mesleki eğitimlerini iyi bir şekilde alması ve ekonomiye katkı sağlaması büyük önem arz etmektedir. Meslek Yüksekokulları elindeki imkânlar ölçüsünde öğrencilere öğrenim imkânı sunmaktadır. Fakat gerek teknolojinin sürekli gelişmesi, gerek ekonomik nedenlerden dolayı Meslek Yüksekokulları sanayinin gelişimine uyum sağlamakta zorlanmaktadır. Bundan dolayı öğrencilere teorik eğitim verilirken, uygulama eğitiminde istenilen hedef sağlanamamaktadır. Meslek Yüksekokullarında, öğrencilerin pratik öğrenimlerini geliştirmeleri ve sanayiye uyum sağlamaları için işletmelere gönderilerek zorunlu staj uygulaması yaptırılmaktadır. Özellikle otomotiv teknolojisinde yaşanan değişim ve gelişmelerden dolayı, Otomotiv Teknolojisi Programı öğrencileri açısından mesleki staj ayrı bir öneme sahiptir. Bu programda eğitim gören öğrenciler staj ile mesleki becerilerini önemli ölçüde arttırma olanağı bulmaktadır. Fakat günümüzde staj uygulamalarında yeterli denetim yapılamaması ve öğrencilerin staj uygulamasının önemini kavrayamamasından dolayı, beklenen okul ve sanayi iş birliği, başarı hedeflerinin uzağında kalmaktadır.

Bu çalışmada, farklı bölgede bulunan Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi (KMU) ve Afyon Kocatepe Üniversitesi (AKÜ) Otomotiv Teknolojisi öğrencilerine anket yapılmış, işveren ve akademisyen görüşlerine başvurulmuştur. Veriler değerlendirilerek farklı bölgelerdeki sorunlar tespit edilmiş ve ortak çözüm önerileri oluşturulmuştur. Verilerin bir kısmı değerlendirildiğinde Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi öğrencilerinin staj yaptığı işletmelere öğretim elemanı ziyaret oranının %6,66 olduğu, Afyon Kocatepe Üniversitesi öğrencilerinin staj yaptığı işletmelere ziyaret eden öğretim elemanı ziyaret oranının %87,5 olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin değerlendirmeye konu olan iki farklı bölgede meslekle ilgili üretim ve hizmet sahalarının yeteri kadar kurumsal olmaması ve bu kurumların öğrencinin meslek hayatındaki stajın önemini kavrayamamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zorunlu staj, Meslek Yüksekokulu, Otomotiv Teknolojisi

1. Giriş

Meslek yüksekokulları, mesleki eğitim veren ve uygulamaya yönelik meslek elemanı yetiştiren yükseköğretim kurumlarıdır (Çiftçi,2008). İki yıllık eğitim süreci içerisinde, 30 iş günü zorunlu stajını tamamlayan öğrenciler ön lisans derecesinde diploma alarak mezun olmaktadır (Demir,2012). Teknoloji alanında gerçekleşen değişim ve gelişmelerin doğal sonucu olarak; fabrikalarda, sanayi alanında ve teknik servislerde yeterli donanıma sahip teknik eleman ihtiyacı artarken, oluşan bu açığın giderilmesinde meslek yüksek okullarına önemli görevler düşmektedir. Verilen eğitim programında, okul sanayi işbirliği çerçevesinde uygulanan stajın istihdam açısından önemi her geçen gün daha da artmaktadır.

Stajı kısaca tanımlamak gerekirse; kuramsal meslek bilgisine sahip kişilerin aldıkları akademik bilgileri, gerçek yaşamda kullanma ve deneme, diğer bir deyişle edindiği bilgileri yaparak-yaşayarak davranışa dönüştürme deneyimidir [Çetin,2005]. Stajın amacı; öğrencilerin almış olduğu temel eğitimin yanında, teknik becerilerini geliştirmeleri ve mesleki tecrübe

kazanabilmeleridir. Meslek yüksekokullarının herhangi bir bölümünde, meslek kazanmak amacıyla hem teorik bilgi hem de uygulamalı eğitim alan öğrencilerin mevcutları göz önüne alındığında, kısıtlı alanda ve yetersiz zamanda kazandıkları edinimler iş hayatı için yetersiz kalmakta ve bu durum staj eğitimini zorunlu kılmaktadır [Tektaş vd.,2016]. Staj uygulaması ile; öğrenci, gelecekte yapacağı işle ilgili bilgi, beceri ve deneyim kazanırken, staj yeri yetkilisi meslekle ilgili gerekli bilgileri vererek işinin niteliklerine uygun meslek adayını yetiştirmektedir (Kayacan vd.,2004).

Staj eğitimi, okullarda alınan eğitimin pratikte uygulandığı temel eğitimidir. Staj eğitimi önemsenmelidir; çünkü öğrenmek, çalışanların davranışlarını olumlu yönde değiştirmekte ve etkilemektedir (Çelik ve Tuna,2013). Staj, öğrencilere gerçek yaşam deneyimi kazandırma, bu alanın kendileri için uygun olup olmadığı konusunda bilgi edinme ve öz geçmişlerine eklenecek bir referans olmanın yanı sıra teori ile pratik arasındaki boşluğu doldurma gibi birtakım kazanımlar da sağlamaktadır (Ayman,2013). Staj eğitiminin misyonu, mezun öğrencilerin sektör tarafından istenilen yeterlikte bilgi, beceri ve yeteneklerle donatılmış olmasıyla belirlenmektedir. Belirlenen bu misyonun amacına ulaşabilmesi hem okul, hem sektör, hem de öğrenciler açısından staj süreci büyük öneme sahiptir. Dolayısıyla staj faaliyetleri sırasında sektörle kurulan pozitif ilişkiler mezuniyet sonrasında iş olanağı sağlama açısından da yararlı olmaktadır (Sarı, 2007).

2015 yılında yapılan bir araştırmaya göre, meslek yüksekokullarında öğrencilerin staj yerlerinin ve departmanlarının eğitim gördükleri alanlara göre seçilmesi, eğitim gördüğü alanı bilinçli olarak seçmiş olan ve mesleğini seven öğrencilerin, staj çalışmalarını da daha etkin ve verimli değerlendirdiği görülmüştür. Üniversite-sanayi işbirliğinin gerçekleştirilebilmesi açısından, meslek yüksekokullarında staj eğitimine özen gösterilmesi gerektiği de anlaşılmıştır (Mankan,2015).

Meslek yüksekokullarında yapılan araştırmalarda, öğrencilerin okul ve iş yaşamına yönelik görüşleri değerlendirildiğinde, araştırmaya katılan öğrencilerin çoğunluğunun (%65,9) aldıkları eğitimi, piyasada iş bulma açısından yetersiz buldukları gözlenmiştir. Bu durum okullarda verilen eğitimin mesleki ihtiyacı karşılamada yeterli olmadığına bir göstergesi olduğu gibi, meslek alanının sektörlerle tam olarak uyuşmadığının da göstergesi olabilir. Öğrencilerin mesleği ile ilgili bilgileri okulda değil de iş hayatında öğrenmesi, uygulanan eğitim programlarının ilgili meslek dalının güncel ihtiyacını karşılamadığını da göstermektedir (Balcı vd.,2013). Staj uygulaması, işletmelere ihtiyaç duydukları kaliteli ve yüksek eğitilmiş ara eleman ihtiyaçlarını karşılamada en önemli kaynağı sunmaktadır. Öğrencilere ise;

- 1) Gerçek uygulamaları iş ortamında görme
- 2) Alanları ile ilgili bir çevre edinme
- 3) Kendi mesleki becerilerinin farkına varma
- 4) Okulda öğrenmiş olduğu teorik bilgilerle uygulamayı uyumlaştırma
- 5) Mesleklerini tanıma, imkanları sağlamaktadır.

Yukarıdaki kazanımların elde edilebilmesi için öncelikle öğrencilerin staja başlamadan önce staj konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Stajın bir zorunluluktan çok, kendilerine uygulama ile ilgili çok yönlü yararları olduğu konusunda öğrencilerin bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde staj uygulaması bir zorunluluğu yerine getirmekten öteye gidemeyecektir (Acar ve Tuğay,2007). Ayrıca birçok araştırmanın sonuçlarına göre; stajyerlerin işletmeler tarafından ucuz iş gücü olarak görülmesi, adaptasyon ve rotasyon konusunda gerekli hassasiyetin gösterilmemesi, stajyerlere onur kırıcı davranışta bulunulması,

beslenme ve barınma sorunları, stajyer maaşlarında iyileştirmelerin yapılmaması, hizmet içi eğitimin yetersizliği, izin haklarının verilmemesi, fazla mesai ücretinin ödenmemesi gibi sosyal haklar ile ilgili sorunlar da yer almaktadır (Gündoğan ve Atabey,2012)

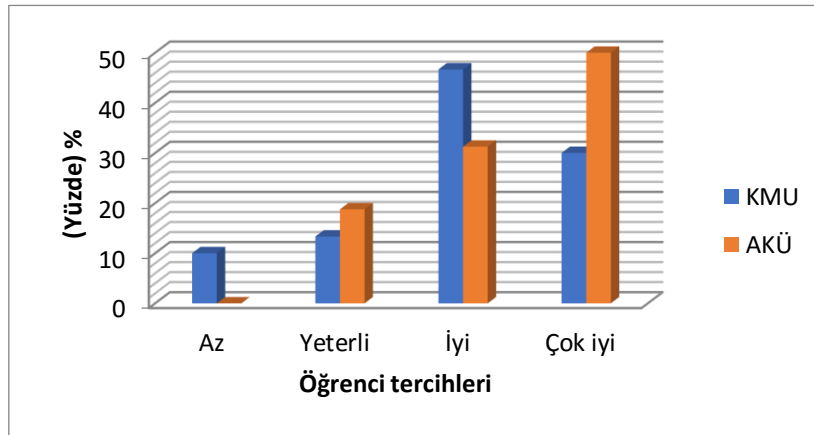
2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, farklı bölgelerde bulunan iki üniversitenin KMU ve AKÜ Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Otomotiv Programında okumakta olan 46 (30+16) öğrenci üzerinde anket çalışması şeklinde yapılmıştır. Konu, akademisyenler ve işverenlerle görüşülüp örnekleme oluşturularak genellemeye çalışılmıştır. Çalışmadaki amaç; Meslek Yüksekokulu Otomotiv Programında zorunlu olan staj uygulamasının bölge ve üniversite farklılığı dikkate alınarak, olumsuz yönleri tespit edilerek, çözüm önerileri sunmaktır.

Bu çalışmada, öğrenciye 4'lü Likert-tipi anket ile 30 adet soru sorulmuş ve bu sorular değerlendirilip grafikler oluşturularak, öğrencilerin staj uygulamasında karşılaştığı sorunlar ve öğrenci beklentileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Anket çalışması üç farklı durumu ölçmek için yapılmıştır. Anketteki birinci kısımdaki sorular; öğrencilerin stajdaki kazanımlarını tespit etmek için, ikinci soru grubu; öğrencilerin staj uygulaması esnasındaki karşılaştığı problemleri tespit etmek amacıyla, üçüncü soru grubu ise; öğrencilerin staj esnasında kontrolünün sağlanıp sağlanmadığı ile ilgili tespitleri sağlamak amacıyla sorulmuştur. Öğrenciye uygulanan bu anket çalışması ile, öğrencilerin meslek yüksekokullarında yapmış oldukları staj uygulamasının işlevselliğini tespit etmek amaçlanmıştır.

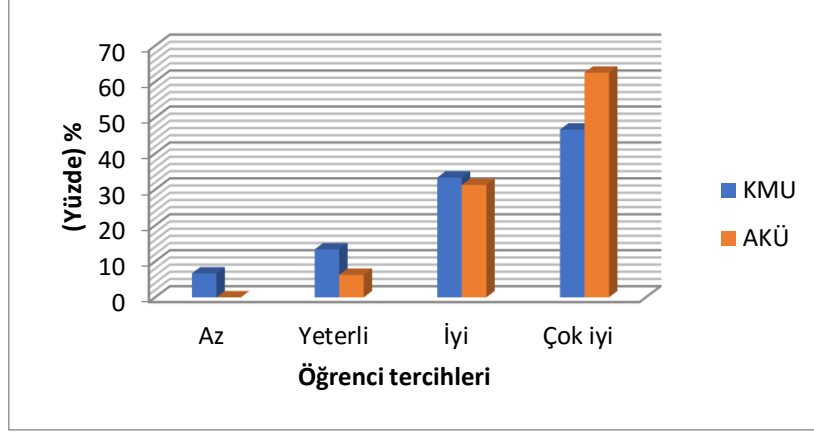
3. Bulgular

Yapılan anketin sonuçlarının değerlendirilebilmesi ve üniversiteler arası kıyaslama yapabilmek için, veriler grafiğe dönüştürülerek değerlendirilmiştir. 30 adet soru öğrencilere yöneltilmiş bunların içerisinde en önemli kısımları seçilerek değerlendirme yapılmıştır.



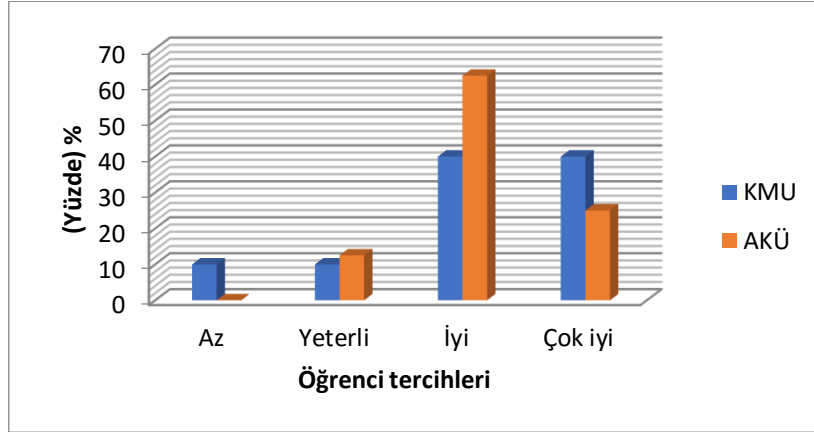
Şekil1: Stajınız size mesleki problemleri görme, ifade etme ve çözme becerisi kazandırmıştır.

Şekil 1'de “Stajınız size mesleki problemleri görme, ifade etme ve çözme becerisi kazandırmıştır” sorusuna KMU ve AKÜ öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. KMU öğrencilerinin %47,5'si, AKÜ öğrencilerinin %50'si çok iyi cevabını vermiştir. Genel olarak zorunlu staj uygulaması öğrencilerin çoğunluğuna problemleri görme, ifade etme ve çözme becerisi kazandırmıştır.



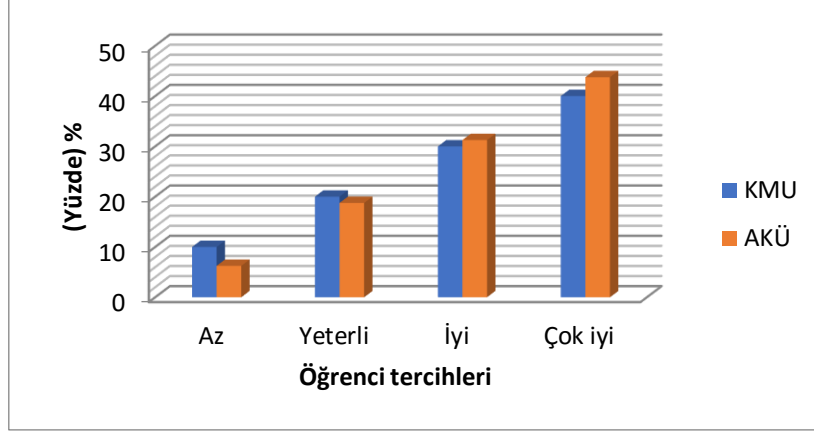
Şekil 2: Stajımız size mesleki ve etik sorumlulukları anlama ve uygulama bilinci vermiştir.

Şekil 2’de “Stajımız size mesleki ve etik sorumlulukları anlama ve uygulama bilinci vermiştir” sorusuna KMU ve AKÜ öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. KMU öğrencilerinin %80’ni, AKÜ öğrencilerinin %94’ü iyi ve çok iyi cevabını vermiştir. Genel olarak zorunlu staj uygulamasının öğrencilerin çoğunluğuna etik sorumluluk kazandırdığı tespit edilmiştir.



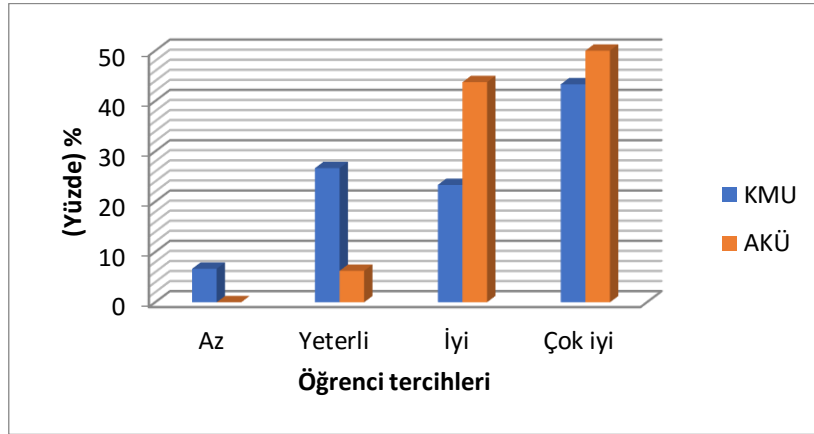
Şekil 3: Stajımız sizin yazılı ve sözlü iletişim becerinizi geliştirmiştir.

Şekil 3’de “Stajımız sizin yazılı ve sözlü iletişim becerinizi geliştirmiştir” sorusuna KMU ve AKÜ öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. KMU öğrencilerinin %50’si, AKÜ öğrencilerinin %75’ü yeterli ve iyi cevabını vermiştir. Zorunlu staj uygulamasının, öğrencilerin çoğunluğuna yazılı ve sözlü iletişim becerileri kazandırdığı fakat geliştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.



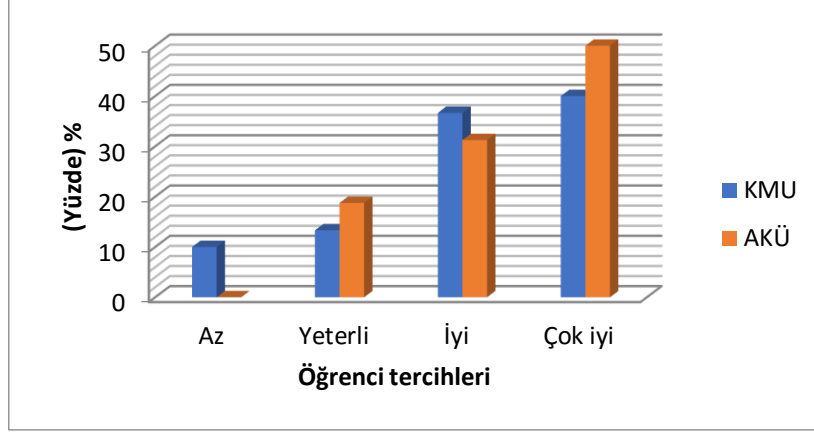
Şekil 4: Stajınız derslerde öğrendiğiniz teorik bilgilerin pratiğe aktarılmasını sağlamıştır.

Şekil 4’de “Stajınız derslerde öğrendiğiniz teorik bilgilerin pratiğe aktarılmasını sağlamıştır” sorusuna K MU ve AKÜ öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. K MU öğrencilerinin %70’i, AKÜ öğrencilerinin %75’i iyi ve çok iyi cevabını vermiştir. Zorunlu staj uygulamasının öğrencilerin çoğunluğuna teorik bilgiyi pratik bilgiye dönüştürme imkanı sağladığı tespit edilmiştir.



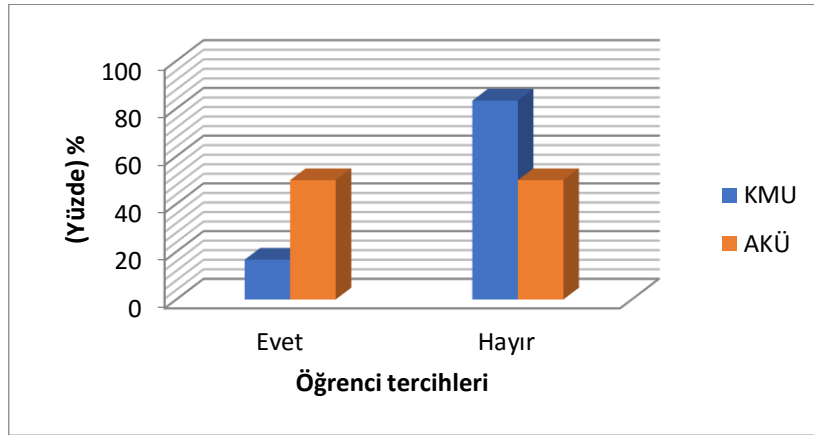
Şekil 5: Stajınız süresince bulunduğunuz iş yerinde yeterli ilgi gösterilmiştir.

Şekil 5’de “Stajınız süresince bulunduğunuz iş yerinde yeterli ilgi gösterilmiştir” sorusuna K MU ve AKÜ öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. K MU öğrencilerinin %32,32’si, AKÜ öğrencilerinin %6’si az ve yeterli cevabını vermiştir. AKÜ öğrencilerin staj yaptığı bölgedeki işletmelerin öğrencilere daha az ilgi gösterdiği tespit edilmiştir.



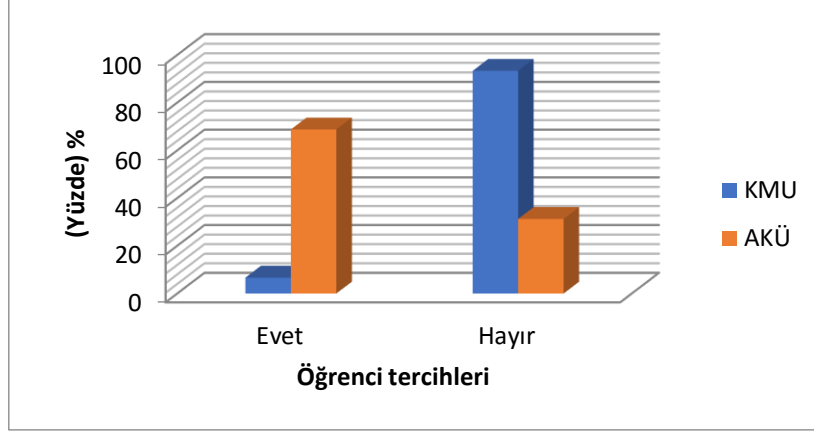
Şekil 6: Stajınız ast-üst kavramanı kavramanızı sağlamıştır.

Şekil 6’da “Stajınız ast-üst kavramanı kavramanızı sağlamıştır” sorusuna KMU ve AKÜ öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. KMU öğrencilerinin %76,66’si, AKÜ öğrencilerinin %81,25’si iyi ve çok iyi cevabını vermiştir.



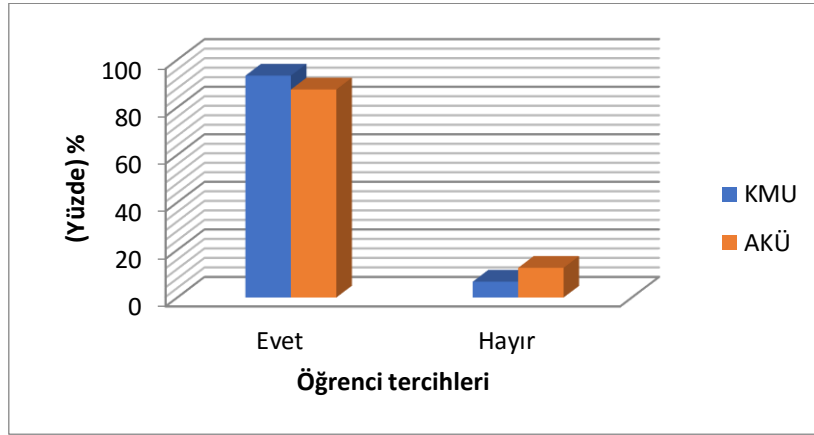
Şekil 7: Stajınız süresince işletmede karşılaştığınız bir sorun oldu mu?

Şekil 7’da “Stajınız süresince işletmede karşılaştığınız bir sorun oldu mu?” sorusuna iki üniversite öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. KMU öğrencilerinin %83,33’ü işletmede sorun yaşamazken, AKÜ öğrencilerinin yarısı işletmede sorun yaşamıştır.



Şekil 8: Stajınız süresince işletmeye öğretim elemanı ziyareti yapıldı mı?

Şekil 8’da “Stajınız süresince işletmeye öğretim elemanı ziyareti yapıldı mı?” sorusuna iki üniversite öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. KMU öğrencilerinin %93,33’ü işletmede zorunlu staj esnasında öğretim elemanları tarafından ziyaret edilmezken, AKÜ öğrencilerinin %87,5’i öğretim elemanları tarafından ziyaret edilmiştir.



Şekil 9: Stajınız başlamadan öğretim elemanları tarafından bilgilendirme yapıldı mı?

Şekil 9’da “Stajınız başlamadan öğretim elemanları tarafından bilgilendirme yapıldı mı?” sorusuna KMU ve AKÜ öğrencilerinin verdiği cevaplar görülmektedir. KMU öğrencilerinin %93,33’ü, AKÜ öğrencilerinin %87,5’i bilgilendirmenin yapıldığı cevabını vermiştir. İki bölgedeki öğrencilerin de staj başlamadan öğretim elemanları tarafından bilgilendirildiği tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Sonuç olarak; öğretim gördüğü alanı bilinçli olarak seçmiş olan ve mesleğini seven öğrenciler zorunlu staj uygulamasını daha etkin ve verimli geçirmektedirler (Mankan, 2015). Öğrencilerin istekli olması, staj yeri yetkilisinin öğrenciye olan güvenini arttırmakta ve yetkilinin öğrenciye sorumluluk vermesini sağlamaktadır.

İki bölgedeki öğrencilerin zorunlu staj uygulaması esnasında mesleki ve etik sorumluluğu kazandığı ve uygulamanın çok yönlü fayda sağladığı anket sonuçlarından anlaşılmaktadır.

Zorunlu staj uygulamasının iki üniversitede öğrencilerinin çoğunluğuna teorik bilgiyi pratiğe dönüştürme imkanı sağladığı gözlemlenmiştir. Fakat bazı öğrencilerin yakındıkları önemli konulardan biri; staj döneminde, mesleki gelişimlerini arttıracak işlerin kendilerine verilmemesidir. Bu süreçte öğrencilere daha çok dışarıdaki işler, temizlik, fotokopi ve dosyalama işlerinin yaptırılması, öğrenciye staj süresince mesleki anlamda hiçbir fayda sağlamamaktadır. İşletmelerin bu konuda gerekli hassasiyeti göstermesi için, öğretim elemanları tarafından bilgilendirilmeleri gerekmektedir.

Üniversitelerdeki eğitimlerde, teori ile uygulama bütünlüğü tam olarak sağlanamamaktadır. Üniversite müfredat programları yeniden gözden geçirilmeli ve derslerde pratiğe yönelik uygulamalara daha fazla ağırlık verilmelidir. Bunun için üniversite-sanayi işbirliğinin geliştirilmesi gerekmektedir (Erol,2004).

Okullarda gösterilen müfredatlar günün koşulları ve teknolojik değişimler sonrasında güncellenmeli, işyerleri ve eğitim kurumları bu doğrultuda paralel hareket etmelidir. Bu çatışmanın giderilmesi için, müfredatlar hazırlanırken sektör ile iş birliği yapılmalı, sektör temsilcileri ile muhakkak görüşülmelidir. Bunun sonucunda ortak çalışma ile oluşturulmuş müfredatlarda okuyan öğrenciler daha donanımlı olacak ve staj eğitimi ile ön çalışmayı yapmış olan, hazır iş gücü şeklindeki stajyerler, daha sonra iş hayatına da kolayca atılabileceklerdir (Tektaş vd.,2016). Öğrencilerinin bir bölümü işletmenin ilgisizliğinden yakınmaktadır. Bu durum AKÜ öğrencilerinin beyanlarında daha fazladır. Bu durumun temel sebebi, öğrencilerin staj yapacağı yerleri seçerken kurumsal firmaları tercih etmemeleridir. Bu nedenle öğretim elemanları staj yeri belirlemede öğrencileri kurumsal firmalara yönlendirmelidir.

İki bölgedeki öğrencilerin çoğunluğunun stajda ast üst kavramını kavradığı tespit edilmiştir. Bu kazanımın öğrencilerin okul sonrasında iş hayatına adaptasyon sürecini hızlandıracağı düşünülmektedir.

KMÜ öğrencilerinin büyük bir bölümü (%83,33) zorunlu staj esnasında sorun yaşamazken, AKÜ öğrencilerinin yarısı işletmede sorun yaşamıştır. Bu durumu önceki sorular ile bağdaştırdığımızda kurumsal firmada staj yapmanın önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Zorunlu stajın 30 iş günü yapılması çok önemlidir. Ancak, öğrenci staja gitmediğinde bu durumu önemsemeyen işletmeler bulunmaktadır. Ayrıca öğretim elemanlarının staj esnasında öğrenciyi takip etmek gibi bir zorunluluğu bulunmamaktadır. Yaz staj uygulaması olan yüksekokullarda, öğrencilerin genellikle farklı illerde staj yapması öğrencilerin takip edilmesini zorlaştırmaktadır (Gültekin vd.,2017). İşletmeler bu konuda daha dikkatli davranmalı ve staja giden öğrencilerin mutlaka yerinde ve zamanında denetlenmesi gerekmektedir. Bunun için yasal düzenlemeler yapılmalı ve denetim yapan öğretim elemanın harcamalarının karşılanması için "mesleki eğitim fonunun" oluşturulması gerekmektedir (Erol,2004).

Genellikle öğrencilere, öğretim elemanları staj öncesinde bilgilendirme yapmaktadır. Bilgilendirmenin kapsamı genişletilmeli öğrenciler kurumsal firmalara yönlendirilmelidir. Ayrıca stajın önemi üzerinde durulmalı öğrenciler zorunlu staj yapmaya özendirilmelidir.

İşletmeler, öğrencilere staj olanağı sağlayarak; öğrencileri staj süresince gözlemleyip yeteneklerini görebilmektedir. Bu sayede uygun elemanı işe alma olanağına sahip olacaklardır. İşletmeler açısından bu yöntem işçinin adaptasyon sürecini kısaltmakta, işe alma maliyetini düşürmektedir (Acar ve Tuğay,2007).

Teşekkürler

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü **32-AG-19** nolu Projeye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Çiftçi, Ahmet (2008), Önlisans eğitimi veren meslek yüksekokulları üzerine bir değerlendirme raporu, www.myotoplantisi.cu.edu.tr

Demir, B. (2012), Muhasebeye yön veren gelişmeler ve meslek yüksekokullarında verilen muhasebe eğitimine yansımaları, Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 4, s. 109-120.

Çetin, Ş. (2005), Öğrenci stajlarında yararlanılan dersler üzerine ampirik bir değerlendirme: mersin turizm işletmeciliği ve otelcilik yüksekokulu örneği. Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, Cilt: 16, Sayı: 2, s.153-169.

Tektaş, N., Yayla, A., Sarıkaş, A., Polat, Z., Tektaş, M., Öz Ceviz, N., (2016), Ön lisans öğrencilerinin staj uygulamalarının değerlendirilmesi: Marmara Üniversitesi Örneği, Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, Cilt: 5, Sayı: Özel sayı, s. 310-318.

Karacan, S., Karacan, E. (2004), Meslek yüksekokullarında (myo) yapılan staj uygulamalarına ilişkin bir araştırma: kalite ve verimlilik için iş yerleri-myo işbirliğinin gereği, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (8) 2 : 168-184.

Çelik, S. & Tuna, P. F. (2012), Turizm öğrencilerinin staj sorunları ve çözüm önerileri, Ankara, Turizm Eğitimi Konferansı, 270-278.

Aymankuy, Y. & Aymankuy, Ş. (2013), Turizm işletmeciliği eğitimi alan öğrencilerin turizm sektöründeki istihdamla ilgili görüşleri ve sektördeki kariyer beklentileri (Balıkesir Üniversitesi Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu Örneği), Akademik Bakış Dergisi, 35, 1-21.

Sarı, H. (2007), Ortaöğretim düzeyinde mesleki turizm eğitimi alan öğrencilerin staj sürecine adaptasyonu üzerine bir araştırma, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). T.C. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

Mankan, E. (2015), Mesleki önlisans programlarında staj eğitiminin önemi: bülent ecevit üniversitesi çaycuma meslek yüksekokulu örneği, Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi (ASOS), Yıl: 3, Sayı: 10, s. 734-741.

Balcı, E., Argon, T., & Kösterelioğlu, M. A. (2013), Meslek yüksekokulu öğrencilerinin okul ve iş yaşamına yönelik görüşleri, Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi, 4(4), 515-541.

Acar, D.,Tuğay, O. (2007), Üniversite sanayi işbirliği bağlamında meslek yüksekokulu öğrencilerinin kobi'lerde staj olanakları: burdur'da bir araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi, İİBF Dergisi, 12.1, s. 1-12.

Gürdoğan, A. & Atabey, S. (2012), Meslek yüksekokulu öğrencilerinin staj sorunları ve stajdan beklentileri: ortanca örneği. Ankara, Turizm Eğitimi Konferansı, 234-248.

Erol, M. (2004), Meslek yüksekokullarında muhasebe eğitimi alan öğrencilerin staj uygulamasında karşılaştıkları sorunlar ve çözüm önerileri, Muhasebe ve Finansman Dergisi, 21, s.136-142.

Gültekin, N., Polat, M., Özkan, A., (2017), Meslek yüksekokullarındaki staj uygulamasının araştırılması eksiklerinin tespit edilerek çözüm önerilerinin oluşturulması (Otomotiv Programı Örneği), 6. Uluslararası MYO Sempozyumu, Cilt:1, s. 49-54.

Adaptation of Education in Vocational Schools to Technological Developments: Example of Automotive Technologies Program

Mesut Kilit^{1*}, Nurullah Gültekin²

Abstract: Having a qualified work force in today's business world and the economic system is an important competitive advantage. In this case, the quality of vocational and technical education training of skilled labor is important for competitive environment. In our country as we know, these functions fulfilled by vocational high schools and Vocational Schools. The most important mission of these schools is to train skilled labor force and interim managers. From this point of view, it is vital to update the education provided in vocational schools in parallel with the developing and changing technology in the training of the personnel needed to ensure the development of the country and increase the level of social welfare.

Therefore, the study's first phase has been detected in vocational schools with automotive technology program in Turkey and considering the geographical regions of these vocational schools have been established in a sample. The course content of the vocational school automotive technology programs in the sample was obtained. In order to carry out content analysis of the course contents, the concepts of the new technology and old technology were identified and content analysis was applied to the course contents in terms of these concepts. Whether the courses are compatible with the developing technology has been discussed in the light of the findings obtained through content analysis and some suggestions have been made in this regard.

Keywords: Automotive Technology, Course Contents, Content Analysis

Meslek Yüksekokullarında Verilen Eğitimin Teknolojik Gelişmelere Uyumu: Otomotiv Teknolojileri Programı Örneği

Özet: Nitelikli işgücüne sahip olma, günümüz iş dünyası ve ekonomik sistem içinde önemli bir rekabet avantajıdır. Bu durumda rekabet ortamı için nitelikli işgücü yetiştiren mesleki ve teknik eğitim önem taşımaktadır. Bilindiği gibi ülkemizde bu görevi meslek liseleri ile meslek yüksekokulları yerine getirmektedir. Bu okulların en önemli misyonu nitelikli işgücü ve ara yöneticileri yetiştirmektir. Bu açıdan bakıldığında ülke kalkınmasının sağlanması ve toplumsal refah düzeyinin artırılması için ihtiyaç duyulan personelin yetiştirilmesinde, meslek yüksekokullarında sunulan eğitimin gelişen ve değişen teknolojiye paralel olarak güncellenmesi hayati öneme sahiptir.

Bu nedenle çalışmanın ilk aşamasında Türkiye'de otomotiv teknolojisi programı bulunan meslek yüksekokulları tespit edilmiş ve bu meslek yüksekokulları arasından coğrafi bölgeler dikkate alınarak bir örneklem oluşturulmuştur. Örneklemde yer alan meslek yüksekokulu otomotiv teknolojisi programlarının ders içerikleri elde edilmiştir. Elde edilen ders içeriklerine içerik analizi yapılabilmesi için konun uzmanlarından da destek alınarak yeni

¹Karamanoğlu Mehmetbey University, Vocational School Of Technical Sciences, Karaman, Turkey

²Karamanoğlu Mehmetbey University, Vocational School Of Technical Sciences, Karaman, Turkey

*Corresponding author (İletişim yazarı): mkilit@kmu.edu.tr

teknolojiyi ve eski teknolojiyi çağrıştıran kavramlar belirlenerek ders içeriklerine bu kavramlar açısından içerik analizi uygulanmıştır. Derslerin gelişen teknolojiyle uyumlu olup olmadığı içerik analizi aracılığıyla elde edilen bulgular ışığında tartışılarak bu hususta bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv Teknolojisi, Ders İçerikleri, İçerik Analizi

Giriş

Meslek, toplumsal yaşamın gerektirdiği iş bölümü sonucu ortaya çıkan ve bireyin bireysel, sosyal ve ekonomik sorumluluk üstlenmesine dayanan yaşamsal bir etkinliktir [Alkan, 1999]. Dolayısıyla, toplum içerisinde yaşayan tüm bireylerin yaşamlarını sürdürebilmelerinin ve bu toplumu oluşturan diğer bireyler ile uyum içerisinde yaşayabilmelerinin temel koşulu, çalışabilecekleri bir meslek sahibi olmalarıyla bağlantılıdır. Bireyin meslek sahibi olabilmesi için gerekli olan teorik bilgi ve becerileri kazanabilmeleri, ancak belirli bir mesleki ve teknik eğitim süreci sonrası mümkündür. Bu bağlamda mesleki ve teknik eğitimin temel amacı bireylerin belirli meslek dallarında öğrenim görmelerini sağlayarak toplumsal gelişime ve huzura katkı yapmaktadır.

Mesleki ve teknik eğitim, bireysel ve toplumsal yaşam için zorunlu olan belirli bir mesleğin gerektirdiği bilgi, beceri ve uygulama yeteneklerini kazandırarak bireyi zihinsel, duygusal, sosyal, ekonomik ve kişisel yönleriyle dengeli biçimde geliştirme sürecidir [Alkan, Doğan ve Sezgin 1998]. Bu tanıma göre mesleki ve teknik eğitim, meslek ve eğitim boyutlarının dengeli olarak bir araya getirilmesinden oluşmuş bir eğitim sürecidir. Bu işlevi ile mesleki ve teknik eğitim yetiştirdiği insan gücünün nitelikleri ile ülkenin endüstriyel ve ekonomik kalkınmasını büyük ölçüde etkileme gücüne sahiptir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerin eğitim sistemleri içerisinde orta ve yükseköğretim düzeyinde mesleki ve teknik eğitime özel bir önem verilmekte; gelişmekte olan ülkelerde de daha güçlü bir ekonomi ve daha hızlı bir toplumsal kalkınma için mesleki ve teknik eğitimin geliştirilmesine çaba gösterilmektedir (Adıgüzel, ve Berk, 2009).

Bir ülkenin kalkınmışlık düzeyini belirlemede kullanılan en önemli ölçütlerden biri, o ülkenin sahip olduğu insan kaynaklarının niteliğidir. Genel olarak bakıldığında, gelişmiş ülkeler, ulusal kalkınma çabalarının gerektirdiği insan kaynaklarını istenen nitelik ve nicelikte yetiştirmiş durumdadır. Buna karşılık, geri kalmış ülkelerin çoğu, ekonomilerinin gereksinim duyduğu insan kaynaklarını yetiştirme konusunda ciddi bir bunalım yaşamaktadırlar (TÜSİAD, 1999). Bu doğrultuda, değişen koşullara uyum sağlayabilen, sorun giderebilen, çevresi ile iyi iletişim kurabilen, takım çalışması yapabilen, mesleğinin gerektirdiği temel bilgi ve becerilere sahip, yetişmiş mesleki ve teknik insan gücü, kalkınmanın itici gücüdür (Yağcızeybek, 2006). Birey bu etkinliğin gerektirdiği bilgi, beceri ve uygulama yeterliklerini belirli bir eğitim sürecinden geçerek edinir. Bu eğitim sürecinin bir boyutunu genel eğitim, bir boyutunu da mesleki ve teknik eğitim oluşturur.

Gelişmekte olan ülkeler, üretimlerini sürekli olarak geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır. Üretimdeki bu gelişme hızlı ekonomik ve teknolojik değişimlerle rekabet edebilme gücüyle doğrudan ilişkilidir. Bir ülkenin üretimlerindeki hedefini başarabilmesi, yalnızca sermaye yatırımlarına değil değişen ekonomik yapının ve mesleklerin gerektirdiği becerilere sahip donanımlı insan gücüne bağlıdır. Ülkelerin kalkınması ve zenginleşmesi için önemli olan böyle bir işgücünü yetiştirme görevi de tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de eğitim sistemin temel sorumluluklarından biridir. Bu durum, Türk Milli Eğitim Bakanlığı'nın stratejik planında (2010-2014) ülkemizdeki mesleki eğitimin temel sorumluluk alanları; bilgi

ekonomisinin ihtiyaç duyduğu nitelikli ve hareketli işgücünü yetiştirmek, teknolojik alt yapı tarafından desteklenen mesleki ve teknik eğitimi sağlamak ve küresel rekabet gücüne sahip insan sermayesini yetiştirmek olarak tanımlanmıştır.

Özellikle mesleki ve teknik eğitim sistemleri, ekonomik krizlerin ve işsizliğin arttığı günümüzde önemini daha da artırarak araştırmacıların gündeminde öncelikli olarak yer almaktadır. Mesleki eğitimin yetiştirdiği insan gücünün nitelikleri ile ülkenin endüstriyel ve ekonomik kalkınması arasında büyük ölçüde bağlantı olduğu gerçektir. Bu nedenle, gelişmekte olan ülkeler arasında bulunan Türkiye’de de, mesleki ve teknik eğitimde nitelik artırmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar Okul Sanayi Ortaklaşa Eğitim Projesi (OSANOR) ile başlamış, Mesleki ve Teknik Eğitim Projesi (METEP), Mesleki ve Teknik Eğitimi Geliştirme Projesi (METGE) ile devam etmiştir.

Projelerin temel amacı, modüler esasa göre geliştirilen eğitim programlarına işletmelerin eğitim gereksinimleri yansıtılarak, okullarda kazandırılan beceriler ile, işletmelerin bekledikleri beceriler arasında uyum sağlamak olarak belirlenmiştir [Fer, 2000]. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP) ise, meslekî ve teknik öğretim programlarını geliştirme çalışmaları sonucunda ülkemizde mesleki eğitimde uygulamaya konulan çalışmaların en önemlilerinden birisidir. Projenin amacı; Türkiye’deki mesleki ve teknik eğitim sistemini sosyo-ekonomik gereksinimler ve yaşam boyu öğrenme ilkeleri doğrultusunda bütünlüklü olarak güçlendirmektir. (MEGEP) projesi kapsamında ulusal meslek yeterlilikleri belirlenmiş ve mesleki- teknik eğitim mesleki yeterliliklere dayalı modüler sistem doğrultusunda yeniden yapılandırılmıştır [Adıgüzel ve Berk 2009].

Bu çalışmalara ek olarak;18. Milli Eğitim Şurası kararları ve 2023 hedefleri kapsamında mesleki teknik eğitime ilişkin değerlendirmeler yapılmış, bu hedeflere ulaşabilmek amacıyla yapılması gerekenler ve alınması gereken tedbirler, iyileştirilmesi gereken hususlara vurgu yapılmıştır. Meslek Yüksek Okullarının içerisinde bulunduğu sorunlar incelenmiş, sorunlarının çözümüne ilişkin bir değerlendirme yapılmıştır (Kalkınma Bakanlığı, 2014). Öğretimin en önemli amacı, değişik koşullara uyum sağlayabilen, esnek düşünebilen, sorgulayabilen, problem çözebilen, insanlara saygılı, düşüncelere hoşgörülü bakabilen, çok yönlü düşünebilen becerilere sahip bireyler yetiştirmektir (Tümkiye ve Aybek, 2008). 2023 vizyonu bağlamında, Milli Eğitim Bakanlığının Mesleki ve teknik eğitim programları 21 yüzyıl becerileri olarak adlandırılan; öğrenme ve yenilenme becerilerini; (yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme, iletişim ve işbirliği); bilgi, medya ve teknoloji becerilerini (bilgi okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı); yaşam ve meslek becerilerini (girişimcilik ve öz-yönelim, sosyal ve kültürlerarası beceriler, üretkenlik, liderlik) (MEB,2007) her seviyedeki okullarda müfredata dahil etmesi atılan önemli bir gelişmedir. Yapılan önemli bir gelişmede yükseköğretimde Bologna sürecine geçmiştir. Temel amacı, yükseköğretim sistemlerinin kendi özgün yapılarını koruyarak, birbiriyle karşılaştırılabilir olması ve uyumlu hale getirilmesidir. Bu şekilde, bir ülkeden ya da yükseköğretim sisteminden diğerine geçişin kolaylaşması, öğrenciler ve öğretim elemanlarının hareketliliği ve istihdamın artırılması planlanmaktadır (YÖK,2013), Üniversiteler ve bağlı Meslek Yüksekokulları Bologna sürecine geçiş için gerekli çalışmaları tamamlamışlardır. Tarihsel süreç açısından üç tip eğitim modeli karşımıza çıkmaktadır. Bunlar; okul merkezli, işyeri merkezli ve karma modellerdir. Her ne kadar okullarda genel ve mesleki teorik bilgi veriliyor olsa da, edinilen bilgi ve becerilerin gerçek hayata taşınabilmesi, tecrübe edilebilmesi için iş yerlerine ihtiyaç vardır. Edinilen becerilerin işyerlerinde profesyonel bir şekilde geliştirilmesinin okuldan daha kolay olduğunu söylemek mümkündür. Bunun için, işverenlerin mesleki eğitim sistemine katılmaları oldukça önemlidir. Çünkü işverenler,

uygulanan programların ve kazandırılan yeterliklerin iş hayatının ihtiyaçlarını karşılayıp karşılayamadığı konusunda çok iyi bir gözlemcidirler. Bu yönüyle işverenler yaşanan değişimlere karşı adaptasyonun sağlanmasında katkı sağlayabilirler.

OECD (İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı) ülkelerinde Mesleki Teknik Eğitime (METE) ayrıca önem verilmesinin üç temel nedeni vardır. Bu nedenler; Mesleki Teknik Eğitimin işgücüne teknik ve profesyonel beceriler sağladığı için ekonomik işlevi olması, işgücünün eğitimi için meslek eğitimcilerinin yetersiz olduğu ve koşulların uygunsuz olduğuna dair bazı işaretlerin ortaya çıkması ve Mesleki teknik Eğitimin son yıllarda politikacılar, endüstriyel kuruluşlar ve aileler tarafından ihmal edilmiş olmasıdır [Çobanoğlu ve Tuncel, 2010].

Ülkemizde mesleki eğitim sisteminin, yönetim, program, fiziki koşullar, eğitimci, öğrenci, işveren (iş çevresi) boyutlarında ve bu boyutların birbiri ile ilişkisi de göz önüne alınarak incelenmesi ve sorunlarının tespit edilmesinin eğitimin kalitesini artırmada önemli bir adım olacağı söylenebilir. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yapılan, 21. Yüzyıl Öğrenci Profili anketine katılan 10912 öğretmenden %65’i “Türkiye Eğitim Sisteminin Küreselleşme Sürecinde Gerektiği Gibi Olmadığını” %86’sı “okulların uluslararası mesleki yeterlilikler kazandırmadığını, sorumluluk, saygı, girişkenlik, duyarlılık, ahlak, dayanışma, üretkenlik, karar verme, problem çözme gibi birçok değer açısından öğrencilerin genellikle yetersiz olduğunu belirtmişlerdir (MEB, 2011).

Mesleki Teknik Eğitimde ara eleman yetiştiren Meslek Yüksekokullarının temel amacı, sanayi sektöründe yer alacak elemanları temel eğitimden geçirerek onlara üretim bilinci kazandırmak, sektörün gelişimine katkı sağlayacak kalifiye eleman yetiştirmektir. Eşme ise, Mesleki eğitimin amacını, bireyleri sanayi, ticaret ve hizmet sektörlerinde istihdam için nitelikli iş gücü olarak eğitmek ve yetiştirmek, mesleklerinin devamı olan yükseköğretim kurumlarına geçiş için gerekli temel eğitimi almalarını sağlamak olarak tanımlamaktadır (Eşme, 2007). Türkiye’de Mesleki Eğitim, Meslek Liselerinde ve Meslek Yüksekokullarında verilmektedir. Meslek Yüksekokullarının temel misyonu ülkenin ihtiyaç duyduğu ara insan gücünü yetiştirmektir. Bu temel misyon bağlamında Mesleki ve Teknik Eğitim, sektörün ihtiyacı olan nitelikli ara eleman istihdamını oluşturmada önemli bir görevi yerine getirmektedir (Sarıbiyık,2013) Ekonomik, toplumsal ve siyasal yapının ulusal hedeflere göre düzenlenmesi olarak tanımlanan kalkınmada önemli yeri olan Meslek Yüksekokulları kuruldukları bölgede yaşam kalitesinin yükselmesi, kültürel etkinliklerin artması, eğitime katılma oranında artış olması gibi faydalar da sağlamaktadır (Yıldız ve Talih,2011) . Teknojik gelişmeler, alanda yetişmiş nitelikli insan unsurunu da vazgeçilmez kılmakla beraber; asıl önemli olan ve dikkat edilmesi gereken husus ihtiyaç duyulan elemanın sahip olması gereken özellikler ve bunu dağılayacak olan ders içeriklerinin güncel teknolojik gelişmelere uygun olması gerekir. Temel amacı sanayi sektörü için nitelikli ara eleman yetiştirmek olan Meslek Yüksekokullarının, bu amacı yerine getirebilmek için ders programlarını dolayısıyla ders içeriklerini sürekli güncellemeleri gerekmektedir. Bu çalışmada bölgelerden seçilen Meslek Yüksekokullarında “Otomotiv Teknolojileri Programı” ders içerikleri beklentilere göre analiz edilmiştir.

2.Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada ders içeriklerinin teknolojik gelişmelere uyumluluğunu analiz etmek için; Türkiye’de yedi coğrafik bölgedeki devlet üniversiteleri bünyesindeki (YÖK, 2019) Meslek Yüksekokulları Tablo.1 ve içerik analizi yapılmak için her bölgeden birer adet Otomotiv Teknolojileri Programı eğitimi veren Meslek Yüksekokulları Tablo.2 , belirlenmiş, bölgeler

numaralanmıştır. Daha sonra ders içerik analizi için belirlenen Meslek Yüksekokullarının Otomotiv Programı ders içeriklerine internet ortamından ulaşılarak okutulan meslek dersleri tesnif edilmiştir Tablo.3. Ders içerik analizi için; yeni teknolojileri içeren 13 adet, eski teknolojileri içeren 6 adet teknik kelimeler belirlenmiştir. Belirlenen kelimeler, örneklem için belirlenen Meslek Yüksekokulu otomotiv programının ders içeriğinde aratılarak veriler tablo haline getirilmiştir.

Bölgeler	Üniversiteler	Meslek Yüksekokulu
Akdeniz Bölgesi	Akdeniz Üniversitesi	TBMYO
	Çukurova Üniversitesi	Adana MYO
	Isparta Uyg.Bilimler Üniversitesi	Keçiborlu MYO
Doğu Anadolu	Atatürk Üniversitesi	TBMYO
	Fırat Üniversitesi	TBMYO
	Van Y.Y. Üniversitesi	Van MYO
Ege	Aydın Menderes Üniversitesi	Söke MYO
	Balıkesir Üniversitesi	Balıkesir MYO
	Ege Üniversitesi	Ege MYO
İç Anadolu	Aksaray Üniversitesi	TBMYO
	Hitit Üniversitesi	TBMYO
	Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	TBMYO
Güney Doğu Anadolu	Gaziantep Üniversitesi	TBMYO
	Harran Üniversitesi	TBMYO
Karadeniz	Karabük Üniversitesi.	TBMYO
	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Yeşilyurt MYO
Marmara	Kocaeli Üniversitesi	TBMYO
	Uludağ Üniversitesi	TBMYO

	Bölgeler ve Nr.	Üniversiteler	Meslek Y.O
1	Akdeniz	Isparta Uyg.Bilimler Üniv.	Keçiborlu MYO
2	Doğu Anadolu	Fırat Üniversitesi	TBMYO
3	Ege	Ege Üniversitesi	Ege MYO
4	İç Anadolu	Aksaray Üniversitesi	TBMYO
5	G. D. Anadolu	Harran Üniversitesi	TBMYO
6	Karadeniz	Karabük Üniversitesi	TBMYO
7	Marmara	Uludağ Üniversitesi	TBMYO

Programlardaki Meslek Dersleri	Örneklem MYO’lar						
	1	2	3	4	5	6	7
Alternatif Motorlar ve Yakıt Sistemleri	x	x	x	x	x	x	x
Buji ile Ateşlemeli Motorların Yakıt ve Ateşleme Sistemleri	x	x	x	x	x	x	x
Dizel Motorları Teknolojisi	x	-	x	x	-	x	x
Dizel Motorlar ve Yakıt Enjeksiyon Sistemleri	-	x	x	x	x	-	x
Emisyon Kontrol Sistemleri	x	x	x	x	x	x	x
Güç Aktarma Organları	x	x	x	x	x	x	x
Hareket Kontrol Sistemleri	x	x	x	x	x	x	x
Hasar Tespit ve Analiz Yöntemleri	-	x	x	-	x	x	x
Hidrolik, Pnomatik Sistemler	x	x	x	x	x	x	x
Isıtma ve Soğutma Sistemleri	x	x	x	x	x	x	x

Konfor (Güvenlik) Sistemleri	x	x	x	-	x	x	x
Motor Test (ve) Ayarları	x	x	x	x	x	x	x
Motor (Otomotiv) Teknolojisi	x	x	x	x	x	-	x
Motor Yenileştirme	x	-	x	x	-	x	-
Otomotiv Elektroniği	x	x	x	x	x	x	x
Otomotiv Elektriği	x	x	x	x	x	x	x
Otomotivde Yeni Teknolojiler	x	-	x	-	-	x	x
Ölçme Tekniği	x	x	x	x	x	x	x
Taşıtlar) Mekaniki	x	x	x	x	x	x	x

3. Bulgular

Tablo.4 İçerik Analizi Bulguları								
	Kelimeler	Meslek Yüksekokulları						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Bio (Yakıt)	3	2	2	1	2	5	4
2	Diagnos	5	1	3	3	3	4	3
3	ECU ekt. Knt.Ünt.	3	3	2	1	2	3	3
4	Emisyon	2	4	5	8	6	8	5
5	Elektronik	16	12	10	17	11	12	10
6	Enjeksiyon	15	6	4	4	4	8	9
7	Enjektör	4	4	3	1	2	1	2
8	Gösterge	3	3	2	1	2	1	3
9	Hidrolik	10	7	6	5	4	4	7
10	Otomatik	5	5	4	4	3	4	4
11	Sensör	14	11	8	3	4	3	10
12	Tasarım	2	2	5	8	4	4	5
13	Test (Etme)	2	3	3	4	3	6	5
14	Bobin	2	2	1	0	0	0	0
15	Karbüratör	0	0	0	0	0	0	0
16	Manuel Kontrol	0	0	0	0	0	0	0
17	Mekanik	7	5	3	4	4	5	4
18	Platin	2	1	1	1	1	0	1
19	Sente Ayarı	0	0	0	0	0	1	0

Tablo 4’deki verilere göre içerik analizleri yapıldığında;

- “ **Biyoyakıt**” teriminin en fazla Karabük Üniversitesi TBMYO’da, en az İç Anadolu bölgesinde bulunan Aksaray Üniversitesi TBMYO’da,
- “ **Diagnos**” teriminin en fazla Akdeniz Bölgesinde bulunan Keçiörlü MYO’da, en az Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Fırat Üniversitesi TBMYO’da,
- “ **ECU**” teriminin en fazla; Keçiörlü MYO da, Fırat Üniversitesi TBMYO’da, Karabük Üniversitesi TBMYO’da ve Uludağ Üniversitesi TBMYO’da, en az ise İç Anadolu bölgesinde bulunan Aksaray Üniversitesi TBMYO’da,
- “ **Emisyon**” teriminin en fazla Aksaray Üniversitesi TBMYO’da, en az Akdeniz Bölgesinde bulunan Keçiörlü MYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “ **Elektronik**” teriminin en fazla Aksaray Üniversitesi TBMYO’da, en az Uludağ Üniversitesi TBMYO’da olduğu,
- “ **Enjeksiyon**” teriminin en fazla; Keçiörlü MYO’da, en az İç Anadolu, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan üniversitelerdeki TBMYO’da olduğu,

- “**Enjektör**” teriminin en fazla Akdeniz Bölgesinde ve doğu Anadolu bölgesinde bulunan üniversitelerdeki TBMYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Gösterge**” teriminin en fazla Akdeniz, Doğu Anadolu ve Marmara bölgesinde bulunan üniversitelerdeki TBMYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Hidrolik**” teriminin en fazla Akdeniz bölgesinde bulunan Keçiöorlu MYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Otomatik**” teriminin en fazla Akdeniz bölgesinde bulunan Keçiöorlu MYO’da ve Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Fırat Üniversitesi TBMYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Sensör**” teriminin en fazla Akdeniz bölgesinde bulunan Keçiöorlu MYO’da olduğu,
- “**Tasarım**” terimi en fazla Aksaray Üniversitesi TBMYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Test**” terimi en fazla Karabük Üniversitesi TBMYO’da, en az Keçiöorlu MYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Bobin**” terimi en fazla Akdeniz bölgesinde bulunan Keçiöorlu MYO’da ve Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Fırat Üniversitesi TBMYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Karbüratör**” ve “**Manuel kontrol**” terimi ise hiçbir üniversitedeki TBMYO’da tespit edilememiştir!
- “**Mekanik**” ve “**Platin**” teriminin en fazla Akdeniz bölgesinde bulunan Keçiöorlu MYO’da olduğu tespit edilmiştir.
- “**Sente ayarı**” teriminin ise en fazla Karabük Üniversitesi TBMYO’da olduğu tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Meslek Yüksekokullarının açılış amaçlarından biri belki de en önemlisi ara eleman yetiştirmektir. Mezunlarının daha kolay istihdam edilmeleri için öğrendikleri bilgilerin güncel olmaları ve bu bilgileri uygulamaları gerekmektedir. Bunları da yapabilmeleri için donanımlı uygulama alanlarına ihtiyaç vardır. Üniversitelerde bulunan Meslek Yüksek Okulları, uygulama konusunda teknolojik gelişmeleri daha yakından takip eden özel sektörle daha sıkı işbirliği yaparak öğrencilerin yetişmelerine katkı sağlayabilirler.

Çalışmada seçilen üniversitelerin ders içerik analizleri değerlendirildiğinde; genel olarak “*otomotiv teknolojisindeki gelişmeleri yakından takip ettiği*” sonucu çıkarılabilir. Genellikle eski teknoloji olan ve günümüzde kullanılmayan; platin, sente ayarı, karbüratör terimleri gibi terimler üniversitelerin genelinde ders içeriklerinde yer almamaktadır. Bunların yerine elektronik, enjeksiyon gibi güncel teknolojilerin yer aldığı tespit edilmiştir.

Tablo 4 karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde ise; Akdeniz bölgesinde bulunan Keçiöorlu MYO’nun ders içeriklerinin diğer bölgelerdeki bölümlere göre daha güncel içeriklere sahip olduğu sonucu çıkarılabilir.

Teşekkürler

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü **33-AG-19** nolu Projeye teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Adıgüzel, O.C., Bek,Ş. (2009), Mesleki ve teknik eğitimde yeni arayışlar: yeterliliğe dayalı modüler sistemin değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi. Haziran 2009. Cilt:V1, Sayı:I, 220-236.

Adıgüzel, O.C. (2014), Türkiye'nin demografik özellikleri doğrultusunda informal öğrenmelerin sertifikasyonuna yönelik gereksinimin analizi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Eğitim Özel Sayısı.

Alkan, C., Doğan, H. ve Sezgin, İ. (1998), Mesleki ve Teknik Eğitimin Esasları. Ankara: Alkım Yayınları.

Çobanoğlu F. ,Tuncel Ş. (2010), Mesleki eğitimin sorunlarına ilişkin işverenlerin görüşleri International Conference on New Trends in Education and Their Implications,11-13 Kasım 2010. Antalya.

Fer, S. (2000), Modüler program yaklaşımı ve bir öneri. Milli Eğitim Dergisi, 147, 21-37.

Gelen, İ. (2017). P21-Program ve Öğretimde 21. Yüzyıl beceri çerçeveleri (ABD uygulamaları). Disiplinlerarası Eğitim Araştırmaları Dergisi Journal of Interdisciplinary Educational Research 2017; 1(2); 15-29

Kalkınma Bakanlığı, (2014), Mesleki eğitimin yeniden yapılandırılması çalışma grubu raporu. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018), 2014. Ankara <https://abdigm.meb.gov.tr/projeler/ois/egitim/022.pdf>.

MEB, (2007), “Yirmi birinci yüzyıl becerileri”. <http://meb12.meb.gov.tr/>. (Erişim Tarihi: 02.01.2017

Sarıbıyık, M. (2013), Meslek yüksekokullarında nitelikli işgücü yetiştirmek için 3+1 eğitim Modeli. *APJES-Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 1(1), 39-41.

Tümkaya, S., Aybek, B., (2008), Üniversite öğrencilerinin eleştirel düşünme eğilimlerinin sosyo-demografik özellikler açısından incelenmesi . Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 17,Sayı 2, s.387-402.

TÜSİAD,(1999), Türkiye’de mesleki ve teknik eğitimin yeniden yapılandırılması. Araştırma Raporu, Şubat 1999. Yayın No. TÜSİAD-T/9 9-2/252.

Yağcızeybek, S.(2008), Mesleki teknik eğitimin sorunları ve çözüm önerileri ”<http://zulfiyar.forumup.com/about1018-0.html> adresinden 8 Ocak 2017 tarihinde alınmıştır.

Yıldız,E., Talih, D. (2011), Üniversitelerin Kalkınmadaki Rolü: Babaeski Meslek Yüksekokulu Örneği. Girişimcilik ve kalkınma Dergisi (6) 2 : s.269-287.

YÖK,(2019),<https://www.yok.gov.tr/universiteler/universitelerimiz>

YÖK, (2013), <https://uluslararasi.yok.gov.tr/uluslararasilasma/bologna>

Increasing Mechanical and Chemical Resistance Performance of Gloves Used as Personel Protective Equipment

Ersin Çavuşlar^{1*}, Deniz Bozar²

Abstract: Work gloves are the most important and used personel protective equipment in all business areas. Therefore, most consumers want to buy high mechanical and chemical resistance performance gloves which has affordable prices. It is predicted to use recycled glass powder in the scope of the project. The size of the powder particles to be used in the study will be 15-30 micron. Soda lime powder, which is a different derivative of glass contains %70 SiO₂, % 12 Na₂O₂, % 8 CaO and other compounds. When the soda lime structure is examined, it is found that the material could indicated high resistance to atmospheric, chemical and asidic variables. Soda lime stuffs indicate that stable construction. By this structure property, one of the most important factors for work safety gloves is expected to be high abrasion resistance. Adding to these properties, high resistance to many chemicals (oils, acidic solutions etc.) without hydrofluoric acid and some alcali dispersion is one of the application reason. It has been determined that can be used in maximum % 15-20 of total mixture in order to maintains elastic structure in our previous studies. Especially nitrile coated gloves are preferred because they are cheap and easy to be applicable. Soda lime glass powder is inert chemical. Thus, that powder will not react to any negative reaction with nitrile mixture. And also since the solids in mixture will increase, the amount of total energy required to remove the water will decrease. The first step in the application proces is to make nitrile and glass powder dispersion coating. After drying in sufficent temperature and time, rinsing will be performed to remove unbond chemicals.

Keywords: soda lime glass powder, dip coating method, safety gloves

1. Introduction

The lower the glass powder, the higher the percentage of solids in the nitrile mixture. Structured item performance expectation increases. As the kettle will decrease energy saving is expected. Must be an inert material it will not react with a chemical. Silicon, sodium and calcium elements in powder mixture crystal structure to be formed, to ensure high performance values.

The quantity of treated waste glass has risen by about 25% within the last 10 years due to an improved waste glass collecting system in Latvia, notwithstanding the glass waste recycling infrastructure still suffers from the lack of an adequate network of local recycling companies (Kara, 2014).

Among the conventional glasses, soda lime silica (SLS) glasses have attracted much attention because of their good glass forming nature. (Zhou vd., 2004). When compared to several

other conventional glass systems, the SLS glasses offer fine optical and mechanical properties, such as good chemical stability, high UV transparency, low thermal expansion coefficient, leading to strong thermal resistance, low nonlinear refractive index, high surface damage threshold, large tensile fracture strength and good durability. (Yanbo vd., 2006)

2. Material and Method

The recycled glass powder that is planned to be used within the scope of the study should be brought to 15-30 micron particle size. Thanks to its shape geometry and its specific weight of 2.5 g / cm³, it has been determined in the laboratory experiments that nitrile mixture can be used without any precipitation: 5%, 10% and 20% glass powder additive can be used for cost advantage, reduction in cooking time and mechanical performance values were observed to increase. The method used in nitrile coated gloves is dipped coating. The first plunge and subsequent plunge can be made according to the desired weight and thickness. It is a great advantage that glass powder, an inert material, does not interfere with nitrile, paint and other mixtures. During the process, the polymerization process will continue and the desired fixation will be provided.

3. Results

As a result of the laboratory tests, the required wear value of EN 388 was increased by 20% in 5% usage and 45% in 10% usage. In case of use of 10% or more, precipitations occurred in the nitrile mixture. For this reason, the optimum ratio for use is determined to be 10%. It has been determined that the particles which are brought to 5-10 micron particle size by wet grinding method contribute to the curing rate and curing speed. Since the amount of liquid in the mixture is reduced by 10%, it is determined that 10% cost advantage can be provided in the amount of energy used in drying.

4. Discussion and Conclusions

The most important element in conventional safety gloves is to achieve high performance values with low cost. With this additive, it is seen that low budget and product resistant to mechanical effects can be obtained. It is envisaged that glass powder additive can be used in other textile coating processes and the competitiveness abroad can be increased.

Acknowledgements

I would like to thank Mrs. Deniz Bozar, R&D Manager, who provided us with all opportunities during the researches and trials.

Kaynaklar / References

Kara P 2014 Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering, **1(6)** 42 DOI: 10.5755/j01.sace.6.1.6127

Q. Zhou, L. Xu, L. Liu, W. Wang, C. Zhu and F. Gan, (2004). Opt. Mater., 25 313

Q. Yanbo, D. Ning, P. Mingying, (2006)., 24, 765.

Plant Biomimicry in Engineering

Havva Kaya^{1*}, Semra Kılıç²

Abstract: Biomimicry can be defined as the application of nature's unique solutions in any area of life. the term of “biomimcry” was firstly used in the 1960s though observation and imitation of nature dates back to the as much as the history of existent of man. Today, biomimicry is used in many fields ranging from architectural designs which airflow is controlled to space exploration. Biomimicry is the application of the structure, mechanism and design of living things to overcome the problem in another field. Plants offer solutions of all sizes, for example imitation of trees to umbrella-making the protection from the sun light, or the imitation of a molecule involved in photothesis for use as artificial catalyst. In this review, the studies carried out by inspired from plants are emphasized. Some biomimicry of plants are categorized and properties of materials produced and which engineering field is applied.

Keywords: biomimicry, botany, nano technology

Mühendislikte Bitki Biyomimiği

Özet: Biyobenzetim, doğanın eşsiz çözümlerinin yaşamın herhangi bir alanına uygulanması olarak tanımlanabilir. “Biyobenzetim ya da biyomimikri” terimi ilk olarak 1960'larda kullanılmış olsa da doğanın gözlemlenmesi ve taklidi, insanlğın varoluşu tarihine kadar uzanmaktadır. Günümüzde hava akımının kontrol edildiği mimari tasarımlardan uzay araştırmalarına kadar birçok alanda biyobenzetimden yararlanılmaktadır.

Biyomimikri herhangi bir problemin üstesinden gelmek için canlıların yapısının, mekanizmasının veya tasarımının uygulanması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bitkiler, güneş ışığından korunmak için ağaçların şemsiye şeklinde taklit edilmesi veya suni katalizör olarak kullanılmak üzere fotosentezde yer alan bir molekülün taklit edilmesi gibi her boyuttaki çözümleriyle yol gösterici olmuştur. Bu derlemede, bitkilerden ilham alınarak yapılan çalışmalar vurgulanmıştır. Bitkilerin bazı bezerlikleri kategorize edilmiş ve üretilen malzemelerin özellikleri ve hangi mühendislik alanının uygulandığı gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler: biyobenzetim, botanik, nano teknoloji

1. Giriş

Biyoloji biliminin hayatı ele alan tüm yönleriyle mühendislik alanlarında kullanılması olarak ortaya çıkan biyomühendislik, medikal teknolojiler ve genetik, tekstil mühendisliği ve yeni nesil üç boyutlu yazıcılar gibi her alana uygulanabilen yönleriyle disiplinler arası bir bilim dalıdır. Biyomühendisler, uygulama alanlarındaki çalışmaların büyük bir bölümünü de bitkiler aleminden ilham almaktadır.

¹ Süleyman Demirel University, Bioengineering, Isparta, Turkey

² Süleyman Demirel University, Biology, Isparta, Turkey

* Havva Kaya (İletişim yazarı): kaya_havva@yahoo.com.tr

Bilindiği gibi bitkiler biyokütle olarak canlı topluluğunun en büyük alemini oluşturmaktadır ayrıca hayatımızı her alanını kolaylaştırmak için bize çözüm önerileri göstermekte ve birçok ürünün çıkış noktasını oluşturmaktadır. Bitkiler ile özellikle mühendislik alanında oldukça ivme kazanan çalışmalar insan yaşamını büyük ölçüde kolaylaştıran biyobenzetim uygulamalarıdır. Biyobenzetim, canlıların sahip olduğu yapı, mekanizma ve tasarımın başka bir alandaki sorunun üstesinden gelmek için uygulanmasıdır. En basitinden ağaçların dallanması örnek alınarak güneş ışığından korunmak için şemsiyeler üretilmiştir.

Makine mühendisliğinden uzay bilimine, kimya mühendisliğinden biyomedikale kadar birçok alanda bitkilerin çeşitli yapı ve işlevleri örnek alınmaya devam edilmektedir. Örneğin bazı bitkilerin yapraklarının daima kuru kalması örnek alınarak tekstilde ıslanmayan kumaşlar, malzeme biliminde kir ve su tutmayan yüzeyler, kimya alanında yağmurda kendini yıkayan dış cephe boyaları gibi birçok uygulanma yapılmıştır (Marmur, 2004). Bitkiler farklı bakış açılarıyla tekrar tekrar incelenmiş ve çeşitli açılardan biyobenzetim ürünleri tasarlanmıştır.

1.1.Geometrik Olarak İlham Alınan Bitkiler

Bitkilerin genel biyolojik yapısı ve formunun yanı sıra organlarının yerleşim şekilleri dokuların sellüler sıralanması, oluşturduğu yapıların mikro ve nano geometrik yapılarının düzeninden ilham alınarak birçok probleme çözüm getirilmiştir. Bu çözümler çeşitli alanlarda başarıyla uygulanmıştır.

a- Tekstil alanındaki uygulamalar.

Günümüzde üretilen tekstil ürünleri birçok amaca hizmet etmektedir. Örneğin bebek ürünlerinde yumuşak nefes alan ve sıcak tutan kumaşlar tercih edilirken askeri kıyafetlerin oldukça dayanıklı ve hafif olması beklenir. Kıyafet ve ev tekstili dışında günümüze tekstil mühendisleri, yapay kas dokusundan, kurşun geçirmeyen kaplamalara kadar birçok alanda çalışmaktadırlar. Biyobenzetim ise çoğu zaman başvurdukları önemli bir alan olmaktadır. Örneğin süper hidrofobik kumaşlar kirlenmeyi ve ıslanmayı engelleyecek şekilde geliştirilmiştir. Bu teknolojiye Nilüfer (Lotus) bitkisinin yaprak yüzeyinin geometrik yapısı ilham alınmıştır. Lotus yapraklarında vaks ve çıkıntılarının intizamlı yerleşimi hava boşluğunun oluşmasını ve su moleküllerinin temasında sınırlandırma sağlayarak hidrofobik bir etki oluşturmaktadır (Singh vd., 2015). Nilüferden esinlenilmiş süper hidrofobik yüzeyler konusunda çok sayıda araştırma ve uygulama yapılması nedeniyle bu fenomene genel olarak “Lotus Etkisi” denilmiştir.

İki yüzeyi birbirine geçici ama kuvvetli şekilde yapışmasını sağlayan bir tekstil ürünü olan Velcro bantlar çalı bitkilerinin dikenli tohumlarından esinlenerek üretilmiştir (George de Mestral, 1941).

Tekstil mühendisleri, dokuma ve kaplama alanındaki kullandığı yöntemler ile birçok biyolojik olguyu taklit edebilir hale gelmişlerdir. Kullanılan yöntemlerden biri olan elektrospinnig tekstilin ana konularından olan lif üretimi için biyobenzetime özel bir katkı sunmaktadır. Bu yöntem ile bambu liflerinden örümcek ağına kadar etkinliği doğa tarafından kanıtlanmış birçok geometrik şekil, nano lif olarak üretilebilmektedir (Lin vd., 2012).

b- Nano Makineler

Teknolojinin geldiği noktada, ilacın hedefe yönlendirilmesi mikro-nano cerrahi ile hücre ve doku çıkarma gibi umut veren birçok biyomedikal yöntem geliştirilmiştir. Bu alanlardaki çalışmalarda sıvı ortamda yüzerek hareket eden ve istenilen doğrultuya yönlendirilebilen helikal şekilli manyetik nanorobotlar geliştirilmiştir (Tottori vd., 2012). Sıvı içinde flegella gibi dönerek ilerlemeyi sağlayacak spiralimsi formda geliştirilmiş olan bu malzemelerin, şekil almasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlere alternatif olarak doğal malzemelerle biyobenzer yaklaşıma başvuran Liu vd. (2017) su yüzeyinde askıda duran lotus bitkisinin köklerini temel alarak helikal mikroyüzücü nano robot geliştirmişlerdir.

c- Yaşamsal Kaynaklar - Su

Su ve hava gibi yaşamın temel ihtiyaçlarının kirlenmeye ve azalmaya yüz tuttuğu çağımızda kaynakların sürdürülebilir ve takviye edilebilir olması çok kritiktir. Mevcut su kaynaklarının bilinçli kullanılması amacıyla yapılan tasarruf çalışmaları ya da alternatif kaynak bulma çabaları sürmektedir. Araştırmacılar bu alanda birçok çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bunlardan bazıları da canlıların sistemlerinden örnek almaktadır. Brown ve Bhushan (2016) su kaynaklarını yönetimi için biyobenzetimden nasıl yararlandığına değinmişlerdir. Havadaki su buharının hasadını yapmak su sorunları için başvurulmuş çözümlerden biridir. Havada asılı bulunan su buharının toplanması için çeşitli böcekler, sürüngenler ve bitkiler gibi canlılar taklit edilmiştir. Örneğin su bulmanın zor olduğu çölde yaşayan bitkilerinden olan kaktüs türlerinden bazılarının kırçılı dikenleri sayesinde havadaki su buharının damlacık şeklinde yoğunlaşarak dikenleri üzerinde toplanmasını sağlayacak bir mekanizmaya sahiplerdir (Liu vd., 2015). Ju vd. (2013) bundan yola çıkarak benzer geometriye sahip bakır teller üretmişlerdir. Bu konik dikenler, bakır telin kademeli olarak korozyona uğratılmasıyla sağlanmış. Aynı tellerin yine kimyasallarla kademeli olarak kaplanması ile bir hidrofilik diyagram elde edilmiştir. Bu sayede havadaki su buharının toplanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı şekilde kaktüse ait su buharı toplama mekanizması konikal dallanmış dikenleri olan çinko teller ile taklit edilmiş ve havadaki su buharının toplanabildiği görülmüştür (Heng vd., 2014).

Alternatif su kaynaklarına ulaşmak için düşünülen ve ilk akla gelen sistem ise okyanus suyunun kullanılabilir hale getirilmesidir. Okyanus suyunun kirleticilerden ve tuzdan temizlenmesi için çeşitli biyobenzer mekanizmalara başvurulmuştur. Bunlardan son zamanların en kayda değer çalışmaları hücre zarında bulunan ve suya özgü seçicilik sağlayan kanallar olan *aquaporin* protein kompleksinin taklididir (Zhao vd., 2012). Bu yapılar membran şeklindeki polimer yapıların içine gömülü ampifilik moleküllerin taklidinden oluşmaktadır (Habel vd., 2015). Üretilmesine lazer yardımıyla porlandırma (Pszon vd., 2011), hidrojel ve selüloz veya silika gibi diğer malzemelerden üretilmiş membranların iki katmanlı şekilde iskelelerin oluşturulması ile gerçekleştirilen (Ibragimova vd., 2012) yöntemlere başvurulmaktadır. Bunların dışında aquaporinlerin taklit edilmesi için karbon nano-tüpler de kullanılmaktadır. Günümüzde suyun arıtılmasında *aquaporin* benzeri birçok yöntem ve cihaz geliştirilmiştir (Wang ve Fane, 2016; Tang vd., 2013; Vogel ve Perry 2011).

Ayrıca mevcut suyun kimyasal ve biyolojik kirlilikten arıtılması için birçok membran teknolojisine başvurulmaktadır. Bunlardan biri olarak suyun ve petrolün birbirinden ayrıştırılması için lotus yaprağının taklidi olarak bir yüzeyi hidrofobik diğer yüzeyi hidrofilik olarak kaplanmış filmler üretilmektedir (Brown ve Bhushan, 2016).

d- Diğer alanlar

Bitkilerin geometrik olarak gözlemlenmesi ile yukarıda bahsedilenden farklı olarak başka ürünler de geliştirilmiştir. *Marchantia polymorpha* bitkisinin pistilinin tozlaşma için kullandığı mekanizmaya benzer bir pipet geliştirmiştir. Pistilin baş kısmı genişleyip parçalı yarım küre (şemsiye şeklinde elsi yapı) bir yapı oluşturmuştur. Bu yapı sayesinde su damlacık olarak burada asılı kalır ve polenlerin pistile tutunarak çimlenme süreçlerinin başlamasını hızlandırır. Nakamura vd., (2018) ise bu bitkinin mekanizmasını örnek olarak geometrik yapısı tasarlanmış ve benzeri bir pipet geliştirmişlerdir.

Günümüzün en önemli konularından olan yüzey teknolojileri ise biyobenzetimden en çok nasibini alan alanlardan biridir. Hiyerarşik ve fraktal yapıya sahip birçok bitki yüzey teknolojileri için ilham kaynağı olmuştur. Antik bir bitki olan *Ginkgo biloba* L. dan *Salvina oblongifolia* ve

Nilüfer bitkisine kadar bir çok bitki yüzeyi, yüzey teknolojilerinde örnek olarak kullanılmaktadır (Barthlott vd., 2016). Bu bitkilerin süper hidrofobik yüzeyleri bitkinin yaşamını devam ettirebilmesi için kritik öneme sahipken insanlar için bir çok soruna çözüm getirecek mekanizmalar içermektedirler. Yüzey teknolojilerinin önemli sorunların olan yapışmayı, yumuşak yüzeyler için mümkün hale getiren bir diğer çalışma Carbone ve Pierro (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Mantar şeklinde tasarlanmış mikro dokulu yüzeyler geliştirmişler ve yapışma oranının oldukça yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir.

1.2.Kimyasal/Biyokimyasal Olarak İlham Alınan Bitkiler

Bitkiler güneş ışığını çeşitli fizikokimyasal ve biyokimyasal yöntemlerde kullanarak tüm canlılığın ihtiyacı olan temel besinlerin üretilmesini sağlarlar. Yapraklardan alınan güneş ışığının fotosentetik ürün elde edilmesinde kullanılabilir forma dönüştürülmesi için öncelikle yaprak yüzeyinden absoblandıktan sonra ışığın ilgili hücre grubuna iletilmesi gerekir. Işık iletimi yaprak dış yüzeyinden başlayarak hiyerarşik hücre sıralanması gerektirir. Zhou vd. (2010) *Anemone vitifolia* Buch.-Ham. yapraklarında ışığın iletim mekanizmasına rol alan hücre grupları ve bu hücrelerin düzenleniş biçimlerini örnek aldıkları çalışmada yapay bir inorganik yaprak (N katkılı TiO₂) modeli oluşturmuşlar ve güneş pillerinde kullanılmak üzere hazırlanmış bir hidrojen kaynağına ulaşıldığını tespit etmişlerdir. Fotosentez reaksiyonları örnek alınarak yapılmış bir diğer çalışmada Liu vd., (2013) bir su bitkisinin yapraklarını, fotokataliz ile oksijenlenmeyi sağlayarak kendisini toz ve pastan temizleyen yüzey kaplamalarının tasarlanmasında kullanmışlardır.

Bitkilerin ürettiği sekonder bir bileşik olan *nonacosan-10-ol* isimli alkol süper hidrofobik yüzeylerin oluşturulması için örnek alınmaktadır (Barthlott vd., 2016). Heredia- Guerrero vd. (2017) yaprak kutikulasının yapısında yer alan polihidroksilat yağ asidini (veya aleuritik asit) alternatif bir paketleme yöntemi için kullanmışlardır. Bitkisel bir wax ile aleuritik asit belli oranda karıştırılarak dispers hale getirilmiş, ticari selüloz malzemelerine spreyleme ve ardından yüksek sıcaklıkta basınç uygulanmıştır. Çalışma sayesinde besinler için koruma sağlayacak su ve nem geçirmeyen tek kullanımlık plastiksiz bir paketleme ürünü üretilmiştir. Günümüzün yeni değer teknolojilerinden olan *Clean Teknoloji* sürdürülebilir ve uzun ömürlü cihaz ve sistem tasarımı için yeni yöntemler sunmaktadır. Bu teknolojiye üretilmiş bir ürün olarak silika nano parçacıklı asetik asit solüsyonu ile dehidrasyon yapan bir membran geliştiren Jullok vd. (2016) silisin bitkiler tarafından suyun terlemeyle uzaklaştırılmasının kontrolü için etkili bir malzeme olarak kullanılmasından yola çıkmışlardır.

1.3.Mekanik ve Davranış Olarak İlham Alınan Bitkiler

a- Tekstil ürünlerinde kullanımı

Çeşitli sorunlarımıza çözüm getirmek için canlıların sistemlerinde yer alan bazı mekanizmalardan ilham almaya devam etmekteyiz. Bu anlamda tekstil ürünleri artık belli bir durum ortaya çıktığında tepki verecek şekilde özelleştirilmiş hale gelmiştir (Singh vd., 2015). Örneğin *Mimosa pudica* L. bitkisinin dokunmayla kapanan yaprakları hidrolik bir hareket mekanizması kullanmaktadır. Hareketin oluşması ince duvarlı motor hücrelerinin etrafında bulunan vasküler hücrelerde meydana gelen turgor basıncı etkilidir. Bu basınçtaki değişiklik ile hızlı bir şekilde damarlı yapılar şişip büzülerek hareketi meydana getirmektedir (Abe, 1980). Bu sistem giyilebilir kumaş teknolojisinde harekete duyarlı oluşturulacak sensör benzeri yapılarla dizayn edilmesinde kullanılmaktadır. Basınç duyarlı sensörlere sahip bu teknolojiye dokunma terapisi olarak adlandırılan yürürken masaj yapan kıyafetler üretilmiştir (Bonnani vd., 2006). Mimosanın dokunmaya duyarlı mekanizması, giyen insanların duygu durumunu

tespit ederek sağlık durumunun kontrol edilmesini sağlayan giyilebilir teknoloji ürünlerinde de kullanılmıştır (Bickmore ve Fernando, 2009; Singh vd., 2015).

Tekstilde bir diğer teknoloji olan terlemeye karşı üretilmiş akıllı kumaşlarda çam kozalaklarının havanın nem durumuna göre açılıp kapanması örnek alınmıştır (Singh vd., 2015). Higroskopik hareket olarak adlandırılan mekanizmada kozalakların her bir katmanı incelenmiştir. Kozalar katmanlarının alt yüzü hidrofilik ve su ile temas geçince şişen yapıdadır, üst yüzü hidrofobik olan kozalak katmanları ısladığında sadece alt yüzeyi şişer hidrofobik üst yüzey aynı boyutta kalır ve böylece katmanların arası kapanarak içerideki tohumlar korumaya alınır. Kuruduğunda ise tam tersi mekanizma ile kozalak katmaları açılır ve tohumlar saçılır (Reyssat, ve Mahadevan, 2009). Bu mekanizma yağmur yağdığında katmanları kapanarak hidrofobik olan ve su geçirmeyen, kuruyunca katmaları açılıp terletmeyen nefes alan kumaşlar üretilmesinde ilham olmuştur (Singh vd. 2015).

b- Malzeme mühendisliğindeki uygulamalar

Bitkilerin üreme hücresi olan polenin eksin yapılanması tozlaşmanın en önemli yapısal karakteri olarak tanımlanır. Polen ornemantasyonu olarak adlandırılan bu yapıların polen yüzeylerinde eşsiz desenler oluşturması ile biyobenzetim için mükemmel adaylardır. Zayıf bir basınçla güçlü bir yapışma sağlayan mekanizma yumuşak yüzeylere güçlü yapışmaların sağlanması için araştırmacılara ilham olmuştur. Ayçiçeğinin (*Helianthus annuus*) kendi polenin ve stigma yüzeyinin birleşmesini sağlayan mikro yapılı mekanizması taklit edilerek sentetik polimerik desenli yüzeyler üretilmiştir (Lin vd. 2016). Bu mekanizmanın ilaç kaplama dahil olmak üzere birçok yumuşak, seçici, yüzey-yüzey uygulamalarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

c- Makine mühendisliğindeki uygulamalar

Bitkilerin kökleri toprak içinde hareket halindedir. Buradaki hareketi ise besin ve su arayışı için kök uçlarından büyüme şeklinde meydana gelir. Kök ucunda bulunan koruyucu şapkadan (kaliptra) hemen sonra çok sayıda hücre bölünmesi için yeni kök dokusu oluşturularak ortadan eklemeli büyüme gerçekleşmektedir (Baluşka vd., 2010). Toprak, birçok madenin yanı sıra petrol gibi önemli kaynakları barındırdığı için yer kabuğu keşif çalışmalarında keşif robotları çok büyük öneme sahiptir. Toprak gibi katı ortamlarda araştırma yapmak için kullanılan makineler genellikle tek yönde ilerleyebilir. Ancak, toprak içinde ilerleyen keşif borusunun boyutu sınırlıdır. Sadeghi vd. (2014) geliştirdikleri bir robot modelinde bitkilerin kök ucundan büyüyerek toprak içinde hareket etmesini örnek almışlardır. Bu sayede keşif robotunun kameralı içi boş boru şeklindeki baş kısmı ucundan uzayarak ek bir baskı sağlarken cihazın enerji tüketiminde %30 kar sağlanmıştır. Mazzolai vd. (2010) toprak keşif araştırmalarında kullanılmak üzere tasarladıkları prototipte bitki köklerinde kendiliğinden meydana gelen geotropizma gibi yönelmeleri taklit edecek yazılıma sahip bir makine aksanı tasarlamışlardır. Jeoloji araştırmaları için ortaya çıkan problemlerin çözümlerinde de bitki kökleri ile biyobenzer şekilde geliştirilen makinelerin kullanılması çalışmaları devam etmektedir (DeJong vd., 2017).

d- Mekatronik çalışmaları

Sinek kapan bitkisindeki (*Dionaea muscipula* L.) kapanma hareketinden Mimosa bitkisindeki gibi motor hücreleri ve etrafındaki vasküler sistem hücrelerinin dokunmaya duyarlı turgor mekanizması sorumludur. Sinek kapan bitkisinin uyarıyı aldığında hızlıca kapanmasında iki sistem etkilidir. Biri turgor mekanizması ile hücrelerin aniden şişip büzüşme hareketi, diğerisi ise hücrelerin kendi şekillerinin şişip büzüşürken oluşturduğu geometrik hareket. Li ve Wang. (2015) bu mekanizmayı örnek alıp origami sanatıyla

birleştirerek akışkan origamisi (*Fluidic origami*) tanımlaması ile esnek ve basınç duyarlı hareket edebilen bir mekatronik üretmişleridir.

1.4.Fizyolojik Olarak İlham Alınan Bitkiler

a- Yaşamsal kaynaklar

Bir coğrafyada bulunan topraklarının tarım için elverişli olmasında etrafta suyun bulunmasının yanı sıra toprak elementlerinin kalitesi de çok önemlidir. Toprağın tuzlu olması birçok bitkinin yetişmesi için elverişsizdir. Bu nedenle milyonlarca hektar alanda tarım yapılamamaktadır (Munns ve Gilliam, 2015). Bu sorunun üstesinden gelebilmek için Swallow vd. (2018) vaskular yapılı bitkilerin kapiller taşıma mekanizmasından ilham alarak toprağın tuzsuzlaştırılmasını sağlayacak bir teknik geliştirmişlerdir. Bu teknik havadaki serbest su buharı basıncı ile topraktaki su basıncı farkı sayesinde bitkilerde meydana gelen evaporasyon mekanizmasının temeline bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Basit olarak suya (temiz yer altı suyunu temsil eden) temas edecek vaskular yapıya benzer bir tıpa ile bunun üzerinde yerleşmiş tuzlu toprak ve kapillere benzer bir por sistemi içeren tıpa yerleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Test ettikleri örneklerde büyük oranda toprağı tuzdan arındırmayı başarmışlardır.

Fazla tuzlu toprakta yetişemeyen tarım bitkilerinin aksine tuzlu su kenarında yaşayan bitkiler, tuz yoğunluğundan zarar görmeden yaşamlarını devam ettirebilmek için çeşitli fizyolojik mekanizmalar geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalardan birini barındıran *Rhizophora stylosa* Griff. bitkisinin köklerindeki fizyolojik mekanizmanın da deniz suyunun tuzsuzlaştırılması için kullanılabileceği gösterilmiş (Kim vd., 2016a), ve bundan yola çıkarak deniz suyundan belli oranda tuzu ayırıtıran bir membran geliştirilmiştir (Kim vd., 2016b).

b- Malzeme bilimi için moleküler biyolojinin biyobenzerimi

Bitkilerin fotosentezde kullandıkları mekanizmalardan olan fotosistem II üzerine araştırmalar yürütülmektedir. Burada temel molekül olan OEC (oxygen-evolving complex) biyosferdeki güneş enerjisinin kimyasal olarak dönüştürülmesini katalizlemektedir. Mn_4CaO_5 kompleks yapısındaki bileşik ise kilit rol oynamaktadır (Shen, 2015). Paul vd. (2017) çalışmalarında bu biyokimyasal fizyolojik mekanizmanın örnek alınması ile biyobenzer sentetik fotokatalitik bileşiklerin oluşturulma yollarını örneklendirmişlerdir.

2. Sonuç ve Öneriler

Bitkiler alemi canlılığın en ilham verici üyelerinden biridir. Bitki biyobenzerimi ise bitkilerin bu mükemmelliklerin hayatın diğer alanlarına aktarılabilmesi için kullanılan yöntemdir. Bitki biyobenzerimi mimariden modaya, biyomedikalden kimya mühendisliğine, makineden elektroniğe, yapay zeka araştırmalarından, uzay çalışmalarına kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Doğanın çözümleri her zaman, çıkmaza girildiğinde bir kurtuluş yolu göstermiştir. Bitkilerin üretken mekanizmalarının ve eşsiz çözümlerinin sadece bilimsel çalışmalarda değil sosyal davranışların şekillendirilmesinde bile rol model olabileceği bilinmektedir. Örneğin bitki mineral beslenmesinin konusu olan minimum mineral yasası yani büyümenin ve gelişmenin toprakta en az bulunan minerale göre yapılması bile insanoğluna ayağını yorganına göre uzatmasını öğütlemektedir.

Gelecekte biyobenzerim çalışmalarına artan bir ivme ile devam edileceği açıkça görülmektedir. Bitki hücre yapılarının ve moleküler mekanizmalarının da anlaşılması için bitki anatomisi ve fizyolojisindeki karanlıkta kalan noktaların aydınlatılması için botanik çalışmalarının hızlandırılarak sürdürülmesi gerekmektedir. Bunun dışında sadece temel bilim olarak biyolojik mekanizmaların araştırılması yetmeyeceği için özellikle mühendisler ve biyologların iş birliğini artıracak enstitülerin kurulması ve bu konudaki çalışmaların

artırılması gerekmektedir. Bu sayede insanlığın en büyük sorunlarından biri olan küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliği ile ilgili sorunların çözümlerine önemli alternatifler üretilebilecektir.

Kaynaklar

Abe T. The shortening and action potential of the Cortex in the main pulvinus of *Mimosa pudica*. *Bot Mag (Tokyo)* 1980;93:247–51

Baluška, F., Mancuso, S., Volkmann, D., & Barlow, P. W. (2010). Root apex transition zone: a signalling–response nexus in the root. *Trends in plant science*, 15(7), 402–408.

Barthlott, W., Mail, M., & Neinhuis, C. (2016). Superhydrophobic hierarchically structured surfaces in biology: evolution, structural principles and biomimetic applications. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2073), 20160191.

Bickmore, T., & Fernando, R. (2009). Towards empathic touch by relational agents. In *Proceedings Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS) Workshop on Empathic Agents*.

Bonnani L, Lieberman J, Vaucelle C, Zuckerman O. (2006). TapTap: a haptic wearable for asynchronous distributed touch therapy. In: CHI '06; 2006

Brown, P. S., & Bhushan, B. (2016). Bioinspired materials for water supply and management: water collection, water purification and separation of water from oil. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2073), 20160135.

Carbone, G., & Pierro, E. (2012). Sticky Bio-inspired Micropillars: Finding the Best Shape. *Small*, 8(9), 1449–1454.

DeJong, J. T., Burrall, M., Wilson, D. W., & Frost, J. D. (2017). A Bio-inspired perspective for geotechnical engineering innovation. In *Geotechnical Frontiers 2017* (pp. 862–870).

Eadie, L., & Ghosh, T. K. (2011). Biomimicry in textiles: past, present and potential. An overview. *Journal of the royal society interface*, 8(59), 761–775.

Habel *et al.*(2015). Aquaporin-based biomimetic polymeric membranes: approaches and challenges. *Membranes* 5, 307–351.

Heng X, Xiang M, Lu X, Luo C. (2014). Branched ZnO wire structures for water collection inspired by cacti. *ACS Appl. Mater. Interfaces* 6, 8032–8041

Heredia-Guerrero, J. A., Benítez, J. J., Cataldi, P., Paul, U. C., Contardi, M., Cingolani, R., ... & Athanassiou, A. (2017). All-Natural Sustainable Packaging Materials Inspired by Plant Cuticles. *Advanced Sustainable Systems*, 1(1-2), 1600024.

Ibragimova S, Stibius K, Szewczykowski P, Perry M, Bohr H, Hélix-Nielsen C.(2012). Hydrogels for in situ encapsulation of biomimetic membrane arrays. *Polym. Adv. Technol.* **23**, 182–189.

J.-R. Shen, *Annu. Rev. Plant Biol.*, (2015), 66, 23–48.

Ju J, Xiao K, Yao X, Bai H, Jiang L.(2013). Bioinspired conical copper wire with gradient wettability for continuous and efficient fog collection. *Adv. Mater.* **25**, 5937–5942

Jullook, N., Van Hooghten, R., Luis, P., Volodin, A., Van Haesendonck, C., Vermant, J., & Van der Bruggen, B. (2016). Effect of silica nanoparticles in mixed matrix membranes for pervaporation dehydration of acetic acid aqueous solution: plant-inspired dewatering systems. *Journal of cleaner production*, *112*, 4879-4889.

Kim, K., Kim, H., Lim, J. H., & Lee, S. J. (2016a). Development of a desalination membrane bioinspired by mangrove roots for spontaneous filtration of sodium ions. *ACS nano*, *10*(12), 11428-11433.²

Kim, K., Seo, E., Chang, S. K., Park, T. J., & Lee, S. J. (2016b). Novel water filtration of saline water in the outermost layer of mangrove roots. *Scientific reports*, *6*, 20426.¹

Li, S., & Wang, K. W. (2015). Fluidic origami with embedded pressure dependent multi-stability: a plant inspired innovation. *Journal of The Royal Society Interface*, *12*(111), 20150639.

Lin, H., Qu, Z., & Meredith, J. C. (2016). Pressure sensitive microparticle adhesion through biomimicry of the pollen–stigma interaction. *Soft matter*, *12*(11), 2965-2975.

Lin, J., Wang, X., Ding, B., Yu, J., Sun, G., & Wang, M. (2012). Biomimicry via electrospinning. *Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences*, *37*(2), 94-114.

Liu C, Xue Y, Chen Y, Zheng Y. (2015). Effective directional self-gathering of drops on spine of cactus with splayed capillary arrays. *Sci. Rep.* *5*, 17757.

Liu, J., Xu, T., Guan, Y., Yan, X., Ye, C., & Wu, X. (2017). Swimming characteristics of bioinspired helical microswimmers based on soft lotus-root fibers. *Micromachines*, *8*(12), 349.

Liu, J., Yang, Q., Yang, W., Li, M., & Song, Y. (2013). Aquatic plant inspired hierarchical artificial leaves for highly efficient photocatalysis. *Journal of Materials Chemistry A*, *1*(26), 7760-7766.

Marmur, A. (2004). The lotus effect: superhydrophobicity and metastability. *Langmuir*, *20*(9), 3517-3519.

Mazzolai, B., Mondini, A., Corradi, P., Laschi, C., Mattoli, V., Sinibaldi, E., & Dario, P. (2010). A miniaturized mechatronic system inspired by plant roots for soil exploration. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, *16*(2), 201-212.

Munns, R., Gilliam, M., (2015). Salinity tolerance of crops—what is the cost? *New Phytol.* *208* (3), 668–673.

Nakamura, K., Hisanaga, T., Fujimoto, K., Nakajima, K., & Wada, H. (2018). Plant-inspired pipettes. *Journal of The Royal Society Interface*, 15(140), 20170868.

Paul, S., Neese, F., & Pantazis, D. A. (2017). Structural models of the biological oxygen-evolving complex: achievements, insights, and challenges for biomimicry. *Green Chemistry*, 19(10), 2309-2325.

Pszon-Bartosz K, Hansen JS, Stibius KB, Groth JS, Emnéus J, Geschke O, Hélix-Nielsen C. (2011) Assessing the efficacy of vesicle fusion with planar membrane arrays using a mitochondrial porin as reporter. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **406**, 96–100

Reyssat, E., & Mahadevan, L. (2009). Hygromorphs: from pine cones to biomimetic bilayers. *Journal of the Royal Society Interface*, 6(39), 951-957.

Sadeghi, A., Tonazzini, A., Popova, L., & Mazzolai, B. (2014). A novel growing device inspired by plant root soil penetration behaviors. *PloS one*, 9(2), e90139.

Singh, A. V., Rahman, A., Kumar, N. S., Aditi, A. S., Galluzzi, M., Bovio, S., ... & Parazzoli, D. (2012). Bio-inspired approaches to design smart fabrics. *Materials & Design (1980-2015)*, 36, 829-839.

Singh, A. V., Rahman, A., Kumar, N. S., Aditi, A. S., Galluzzi, M., Bovio, S., ... & Parazzoli, D. (2012). Bio-inspired approaches to design smart fabrics. *Materials & Design (1980-2015)*, 36, 829-839.

Swallow, M. J., & O'Sullivan, G. (2019). Biomimicry of vascular plants as a means of saline soil remediation. *Science of The Total Environment*, 655, 84-91.

Tang, C. Y., Zhao, Y., Wang, R., Hélix-Nielsen, C., & Fane, A. G. (2013). Desalination by biomimetic aquaporin membranes: Review of status and prospects. *Desalination*, 308, 34-40.

Tottori, S.; Zhang, L.; Qiu, F.; Krawczyk, K.; Franco-Obregon, A.; Nelson, B. Magnetic. (2012). helical micromachines: Fabrication, controlled swimming, and cargo transport. *Adv. Mater.* **2012**, 24, 811–816.

Vogel, J., & Perrry, M. (2011). Kolofon.

Wang, R., & Fane, A. G. (2016). Aquaporins (AQP)-based biomimetic membranes for water reuse and desalination.

Zhao Yet. (2012) Synthesis of robust and high-performance aquaporin-based biomimetic membranes by interfacial polymerization-membrane preparation and RO performance characterization. *J. Membr. Sci.* **423–424**, 422–428.

Zhou, H., Li, X., Fan, T., Osterloh, F. E., Ding, J., Sabio, E. M., ... & Guo, Q. (2010). Artificial inorganic leafs for efficient photochemical hydrogen production inspired by natural photosynthesis. *Advanced Materials*, 22(9), 951-956.

Experimental Research on Header End - Plate Connections

Adem Karasu^{1*}, Cüneyt Vatansever¹, Haluk Emre Alçiçek¹

Abstract: This paper presents the results from experimental study on the actual behavior of header end-plate connections. To better understand the hysteretic behavior of these connections in terms of the stiffness and the strength, three specimens with different end plate thicknesses were considered and subjected to cyclic loads. Measurements were made to obtain the moment-rotation relations of the connections governed by three parameters such as, initial stiffness, moment capacity and rotation capacity. Details of the specimens and the experimental procedure are described in the paper. Results revealed that the moment capacity increases with the increase in end-plate thickness. For the thinner end-plates, the flexural behavior of the end-plate is the governing parameter in obtaining the moment capacity. As the end-plates become thicker, no significant change was realized in the initial stiffness of the connection and failure occurs by fracture of beam web adjacent to the weld. Although moment capacity of the connections with thicker end-plates are greater than those with thinner ones, they seem not to be feasible for use together with special moment frames because this requires that the rotation capacity of the connection be at least 0.04 rad. Experimental results have also shown that header end-plate connections have limited stiffness and flexural strength. However, they seem to be promising to provide the structural systems with additional stiffness, ductility and strength.

Keywords: Steel structures, semi-rigid connections, header end-plate, experimental study.

1. Introduction

The use of bolted end-plate connections has become popular due to ease of fabrication, erection and proper seismic behavior. Moreover, these connections exhibited more suitable results than rigid welded connections (Chen et al., 2011). Header end-plate connection is a kind of bolted end-plate connections whose length is less than the depth of the beam. Due to limited stiffness and strength this type of connections are also called a shear end-plate connection in the AISC-LRFD specifications (AISC, 1994) and fall in the category of flexible connections (Kishi et al., 2004). Therefore, the studies on header end-plate connections have concentrated on experimental tests and analytical studies for achieving the moment-rotation relations (Sommer, 1969; Aggarwal, 1990) under monotonic loading.

Most of the experimental studies were conducted on monotonic loading. Experimental work presented by Sherif H.M et al. (2014) and Bing et al. (2006) have studied cyclic behavior of flush end-plate and extended end-plate connections, respectively. Limited number of experimental research in the area of cyclic behavior of header end-plate connections have been carried out. That's why, the hysteretic response of this type of connection must be

¹Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, 34469, İstanbul, TURKEY
^{*}Corresponding author: karasuad@itu.edu.tr

investigated to better understand the behavior of structural system under seismic loads when these connections are used as a beam-to-column connection. In this study, therefore, we experimentally investigated non-linear behavior of four-bolted header end-plate connections under cyclic loading. Also, we attempted to examine the applicability of these connections for special and intermediate steel moment frames according to AISC provisions (AISC341-16, 2016) by presenting moment-rotation hysteretic response of the connections.

2. Experimental Program

2.1. Test specimens

The connection type considered in this study was four-bolted header end-plate connection. A total of three full scale tests were performed. The main test parameter for header end-plate connections was end-plate thickness. The geometric properties of the end-plate is given in Figure 1. Each specimen consisted of a cantilever beam connected to a column at its mid-height. The length of the column was 3020 mm and the length of the beams were 1760 mm, 1755 mm and 1750 mm, respectively for the end-plate thicknesses; 10 mm, 15 mm and 20 mm. M20 high strength bolts of grade 10.9 (yield strength, F_{yb} is 900 N/mm², tensile strength, F_{ub} is 1000 N/mm²) were employed for the connections. All bolts were fully tightened to the pretension force of 172 kN using a torque wrench previously calibrated for each specimen. The bolts had the same dimensions and arrangements for each specimen, as illustrated in Figure 1. The beam web was attached to the end-plate with double-sided fillet welds. Stiffener plates with a thickness of 10 mm were also placed between the column flanges on both sides of the column at the level of beam flanges to limit the bending deformation of the column flange.

To obtain the material characteristics of steel for each individual members involved in the connections, tensile tests were conducted considering three coupons for each member. In total, 21 coupons were used and average values for yield stress and elastic modulus are listed in Table 1.

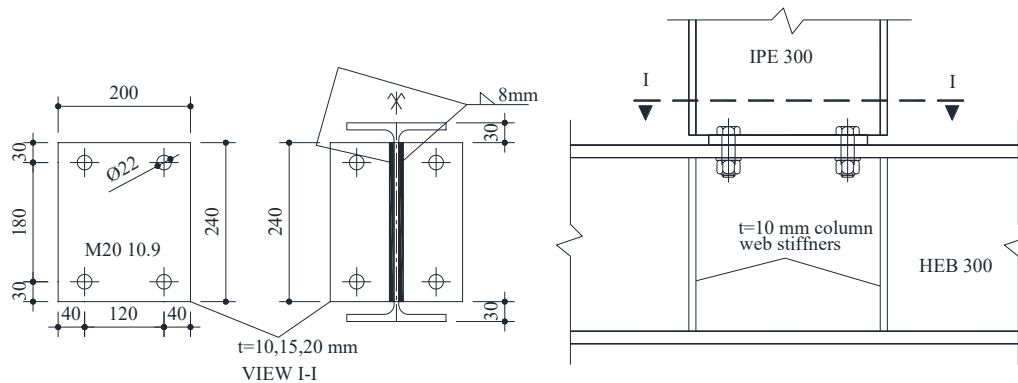


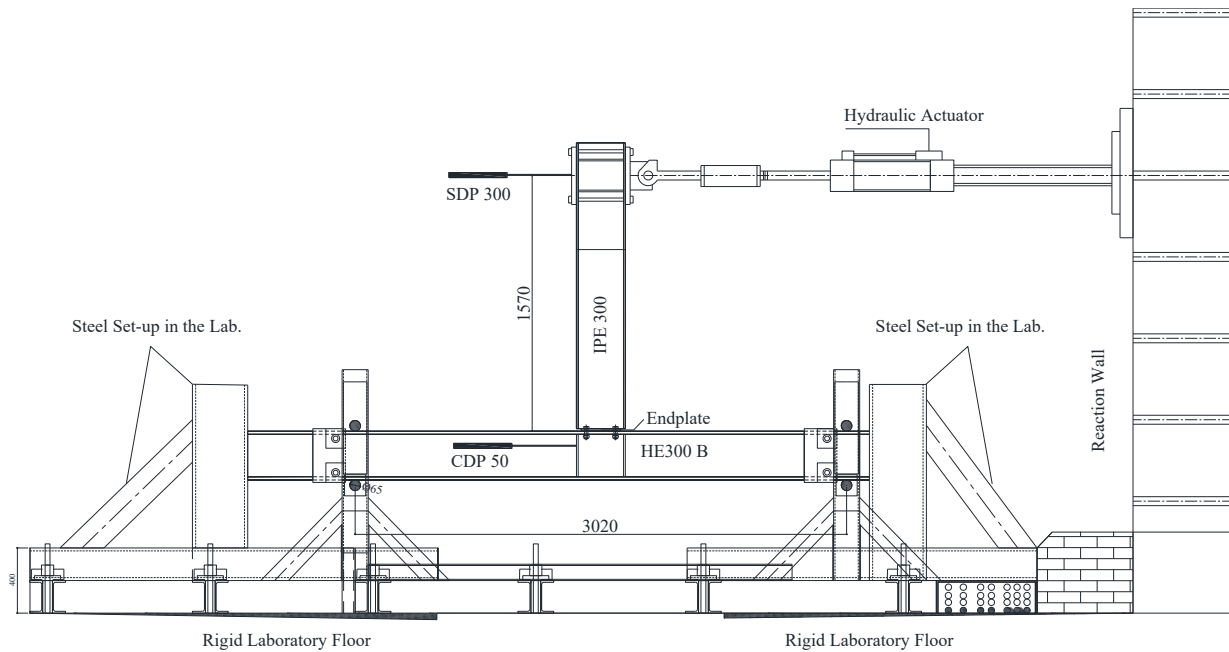
Figure 1. Details of header end-plate connections

Table 1. Coupon test results

Specimen		F_y (N/mm ²)	E (N/mm ²)
T10	Endplate $t=10$ mm	287.086	203316.66
	Beam / IPE300	325.036	205392.00
	Column / HEB300	346.886	205568.00
T15	Endplate $t=15$ mm	280.352	194955.00
	Beam / IPE300	300.539	214514.00
	Column / HEB300	346.886	205568.00
T20	Endplate $t=20$ mm	278.286	198171.66
	Beam / IPE300	332.947	208492.00
	Column / HEB300	346.886	205568.00

2.2. Test setup and instrumentations

Test setup and instrumentation used in the present study are shown in Figure 2. The test setup consists of a servo controlled MTS hydraulic actuator with the loading capacity of ± 250 kN, stroke capacity of ± 300 mm and steel posts mounted on the strong floor. Besides, out of plane movement of the beam was prevented by using additional frame, as seen in Figure 3.



¹Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, 34469, İstanbul, TURKEY
 *Corresponding author: karasuad@itu.edu.tr

Figure 2. The experimental setup



Figure 3. Photographic view of the test setup

Linear variable differential transformers (LVDTs) were employed to measure lateral displacements of the beam and deformations of the connection during the tests. Strain gauges were placed on the end-plate and beam web at the connection, as shown in Figure 4, to determine the stress distribution and to monitor the progress of plasticity of the connection. One LVDT (SDP 300) was placed to measure the top displacement at 1570 mm above the column flange surface. The other LVDT (CDP 50) was used to measure possible slippage of the specimen. The relative displacement of the beam top was calculated by deducting the horizontal displacement of the column from the total displacement of the beam top.

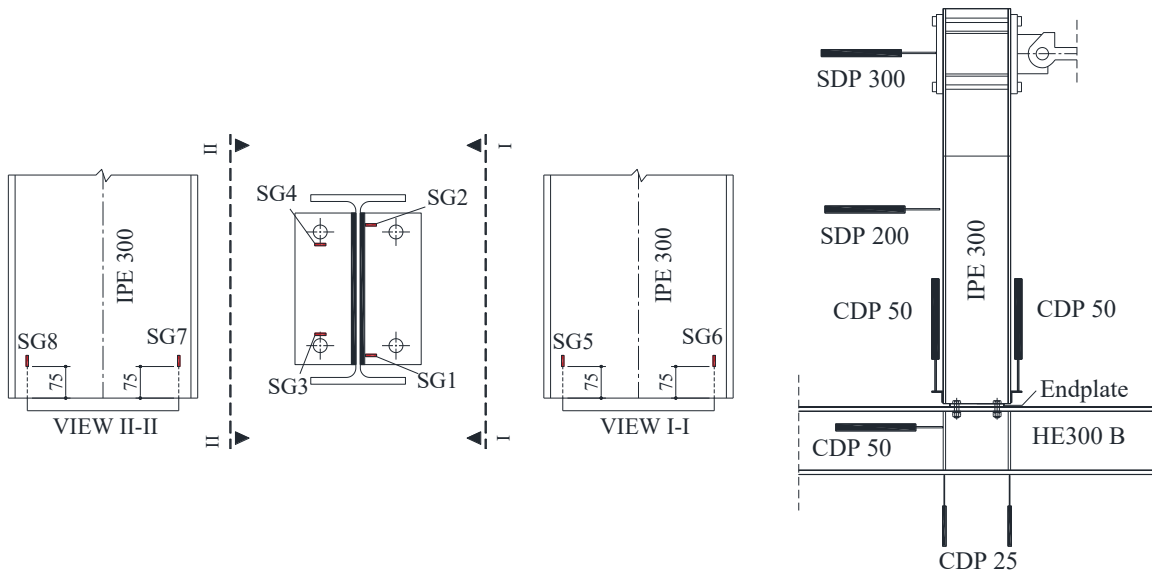


Figure 4. Strain gauges and LVDT layout

2.3. Test procedure

As previously described, to ensure a sufficient initial stiffness, full pretension was applied to each bolt. After bolt pretension process, the cyclic load was applied by the hydraulic jack at the beam top using a displacement control procedure. The loading protocol recommended by AISC (AISC341-16, 2016) was followed (Figure 5). This protocol uses drift angle, θ (relative displacement of beam divided by arm length (1570 mm)) as the main parameter, and the sequence of loading drifts are: 0.00375 (six cycles), 0.005 (six cycles), 0.0075 (six cycles), 0.01 (four cycles), 0.015 (two cycles), 0.02 (two cycles), 0.03 (two cycles), 0.04 (two cycles) and subsequent loadings at increments of $\theta=0.01$ rad, with two cycles of loading at each step.

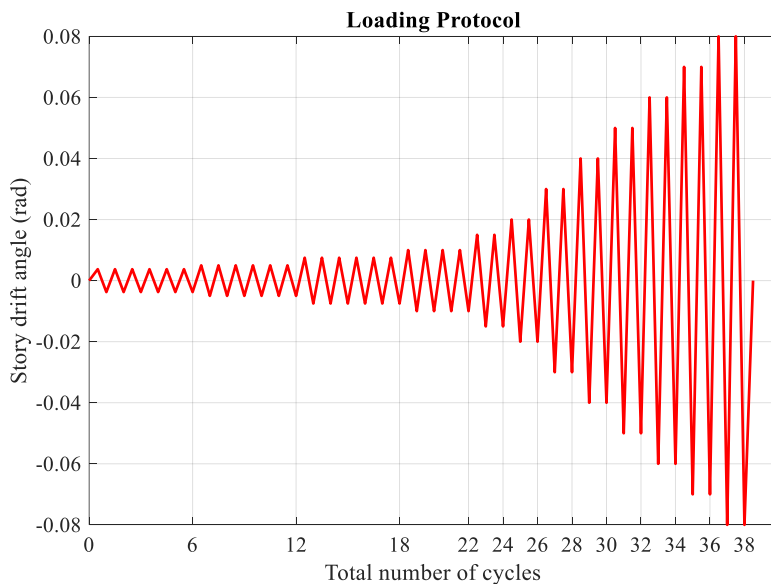


Figure 5. Loading protocol

¹Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, 34469, İstanbul, TURKEY
 *Corresponding author: karasuad@itu.edu.tr

3. Results

It was observed that the slippage of the beam, throughout the tests, was found so small that it can be neglected. The bending moments at the connection are calculated by multiplying the load at the actuator with the distance to the column upper flange face. For the purpose of the discussion of the test results, the connection moment versus rotation hysteretic loops are shown in Figure 6.

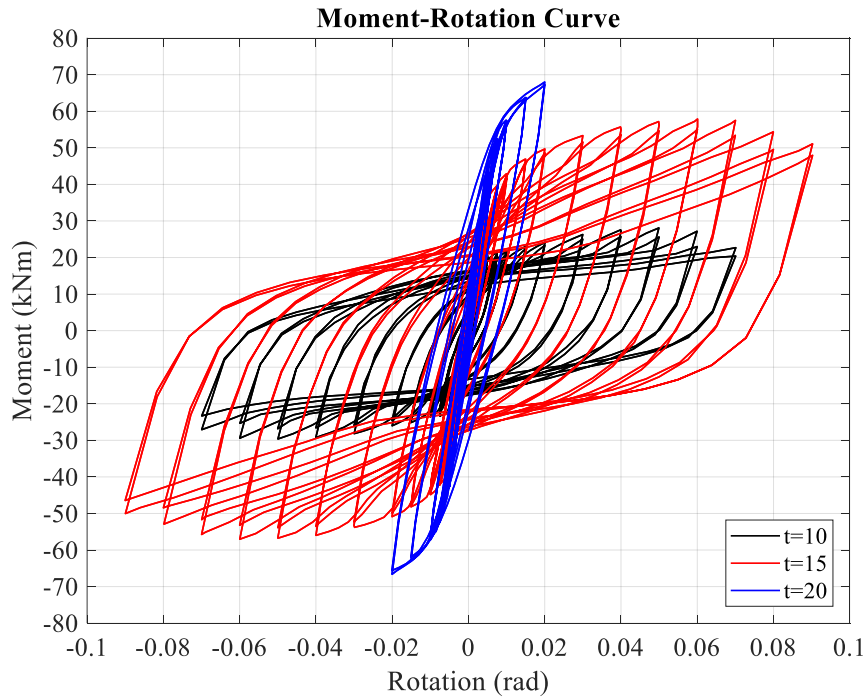


Figure 6. Moment-rotation hysteretic loops

As seen from Figure 6, the hysteretic loops are stable and the connections behave in a stiff linear manner at the beginning of the loading till reaching yield strength of either end-plate or beam. After yielding, the behavior changes to non-linear due to plastic deformations in the beam web and in the end-plates. It is apparent that end-plate thickness affects the behavior of the header end-plate connections significantly. When compared the results, specimens with end-plates of $t=15$ mm and $t=10$ mm show a higher ductility level while the specimen with end-plate of $t=20$ mm develops the largest moment capacity.

According to the experimental results (Figure 7), the connection with 10mm thick end-plate (relatively thin end-plate) reached the flexural capacity with the plastification of end-plate, the other with 15mm thick end-plate (intermediate end-plate) reached the flexural capacity with the plastification of end-plate and the beam web while the yielding of the beam web governed the flexural capacity of the connection having 20mm thick plate (relatively thick end-plate). Spalling of white wash, as seen in Fig.7 for the connection with 20mm thick end-plate, indicates that the beam web yields. However, neither strain gauge readings (S5, S6, S7 and S8) nor observations during the test showed beam web yielding for the 10mm thick header end-plate connection. Failure of the connection having end-plate of 20mm thick occurred by rupture of beam web adjacent to the fillet welds before sufficient flexural deformation of the end-plate to ensure ductility and rotational capacity. Therefore, the connection had relatively limited ductility and exhibited limited rotation capacity.

¹Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, 34469, İstanbul, TURKEY

*Corresponding author: karasuad@itu.edu.tr

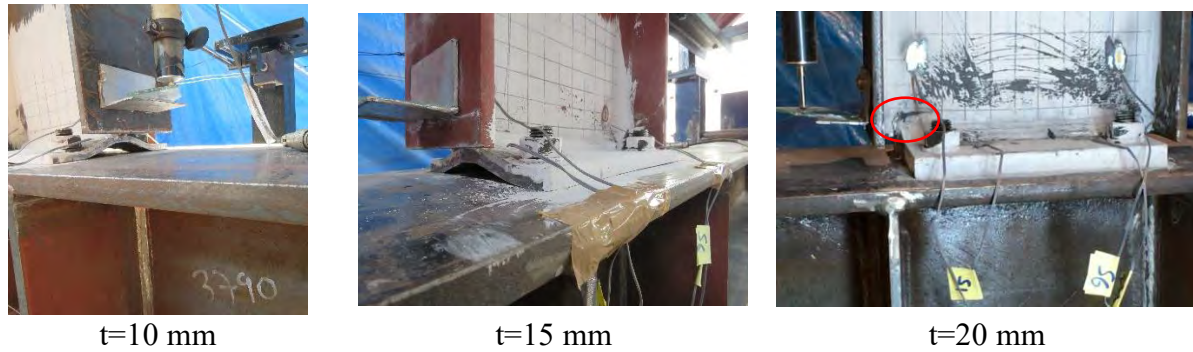


Figure 7. Failure modes of the samples

At the end of tests, bolt deformations were checked and it was observed that effect of the prying forces were more remarkable on the bolts in the connection with the end-plate of $t=15\text{mm}$ than that with the end-plate of $t=20\text{mm}$ due to larger flexural deformation of the end-plate occurred transversely. As seen in Figure 8, it is clear that the thicker the end-plate becomes the little the effect of the prying action is.

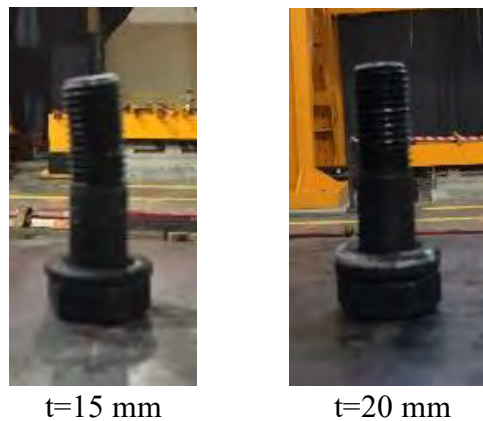


Figure 8. Deformed shape of the bolts

Initial stiffness of the connection, R_i , the maximum moment, M_{\max} , and the maximum rotation attained just before failure in the tests are comparatively tabulated in Table 2. Initial stiffnesses of the connections were determined by regression analysis considering a few data points in elastic region. Moreover, the ratio of the M_{\max} to the plastic moment capacity of the beam is also given in the Table 2.

Table 2: Comparison of moment capacities and initial stiffnesses of the specimens.

	R_i (kNm/rad)/($E_b I_b/L_b$)	M_{\max} (kNm)/ M_{pl} Ipe300	Rot. capacity
t=10 mm	9667.1/10931.7=0.88	29.62/204.1=0.145	0.07
t=15 mm	9792.9/11417=0.86	57.89/188.4=0.307	0.08
t=20 mm	9755.6/10883.67=0.90	67.98/209.1=0.325	0.02

According to Eurocode 3 (EN 1993-1-8:2005), the connections having end-plates of $t=15\text{ mm}$ and $t=20\text{ mm}$ transfer more than 25% of the beam plastic moment capacity so they are called partial-strength connection while the connection with end-plate of $t=10\text{ mm}$ is classified as nominally pinned. Furthermore, the results indicate that all of the specimens are categorized

¹Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, 34469, İstanbul, TURKEY
^{*}Corresponding author: karasuad@itu.edu.tr

as semi-rigid connections because the ratio of $R_i/(E_b I_b/L_b)$ is between 0.5 and 25. Finally, for a sufficient rotation capacity, end-plate thickness should be limited. In this study, end-plate thickness of 15 mm was found to be critical thickness. Therefore, the thicker one, end-plate of 20 mm thick, exhibited insufficient behavior in terms of ductility and rotation capacity.

4. Discussion and Conclusions

This study showed that end-plate thickness has remarkable influence on the hysteretic behavior of joints. The relatively thick end-plate connections (in this study, $t=20\text{mm}$) have higher flexural capacity. However, the energy dissipation capacities are limited due to premature rupture of the beam web. Therefore, the increase in the end-plate thickness did not result in an increase in the connection ductility. The specimen having $t=15$ mm thick end-plate has stable hysteretic loops and energy was dissipated by flexural behavior of the end-plate and beam web. If the end-plate thickness is relatively thin the connection can be called nominally pinned. As long as the thinner and intermediate end-plates were employed, prying forces which increase the tensile stresses in the bolts became more pronounced.

Tests on the header end-plate connections revealed that the behavior of the specimens with the end-plate of $t=15$ mm and $t=20$ mm has satisfied requirements set by Eurocode for partial strength and semi-rigid connections. The maximum moment resistance of the connections was more than 25% of the flexural moment capacity of the connected beam. However, the rotation capacity of the connection having end-plate of $t=20$ mm was not more than 40 mrad. Therefore, the behavior of the connection was significantly improved with 15 mm thickness.

Finally, although header end-plate connections have a limited flexural stiffness and strength, they seem to be promising to provide additional energy dissipation which is essential for better performance of seismic force resisting systems.

Acknowledgements

This work was supported by Research Fund of the Istanbul Technical University. Project Number: 41573

References

- AISC, Load and Resistance Factor Design Specifications for Structural Steel Buildings, 2nd edition, American Institute of Steel Construction, Chicago, 1994.
- Aggarwal, A.K. (1990). Behaviour of Flexible End Plate Beam-to-Column Joints. *Journal of Constructional Steel Research*, 16, 111–134.
- AISC 341-16, Seismic provisions for structural steel buildings. Chicago, IL, USA: American Institute of Steel Construction; 2016
- Bing, G., Qiang, G., Feng, L. (2006). Experimental Behavior of Stiffened and Unstiffened End-Plate Connections under Cyclic Loading. *Journal of Structural Engineering*, ASCE. Vol. 132, No. 9, 1352-1357, September 1, 2006.
- Chen, W., Kishi, N., Komuro, M. (2011). *Semi-Rigid Connections Handbook*. J. Ross Publishing, U.S.A.

¹Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, 34469, İstanbul, TURKEY

*Corresponding author: karasuad@itu.edu.tr

EN 1993-1-8:2005, Eurocode 3: design of steel structures—part 1-8: design of joints. Brussels, Belgium: European Committee for Standardization; 2005.

Kishi, N., Komuro, M., Chen, W. (2004). Four-parameter power model for Moment-rotation curves of end-plate connections. ECCS/AISC Workshop Connections in Steel Structures V, (c), 99–110, Amsterdam, The Netherlands.

Sherif, H.M.H., Hazem, M. R., M. Nabil, A., Sherif, A. M. (2014). Experimental study of prequalified status of flush end plate connections. Journal of Housing and Building National Research Center, HBRC. No. 12, 25-32, June 30, 2014.

Sommer, W.H. (1969). Behaviour of Welded Header Plate Connections. Master's thesis, University of Toronto, Toronto, Canada.

An Empirical Comparison of Machine Learning Algorithms for Predicting Breast Cancer

Hamit Taner Ünal¹, Fatih Başçiftçi^{2*}

Abstract: According to recent statistics, breast cancer is one of the most prevalent cancers among women in the world. It represents the majority of new cancer cases and cancer-related deaths. Early diagnosis is very important, as it becomes fatal unless detected and treated in early stages. With the latest advances in artificial intelligence and machine learning (ML), there is a great potential to diagnose breast cancer by using structured data. In this paper, we conduct an empirical comparison of 10 popular machine learning models for the prediction of breast cancer. We used well known Wisconsin Breast Cancer Dataset (WBCD) to train the models and employed advanced accuracy metrics for comparison. Experimental results show that all models demonstrate superior accuracy, while Support Vector Machines (SVM) had slightly better performance than other methods. Logistic Regression, K-Nearest Neighbors and Neural Networks also proved to be strong classifiers for predicting breast cancer.

Keywords: Breast cancer; artificial intelligence; machine learning; medical decision support systems

1. Introduction

Breast cancer is the second largest cause of cancer deaths among women (American Cancer Society, 2018). According to studies (Siegel & Jemal, 2015), there is an increase in the occurrence rate recently. Fortunately, breast cancer is also among the most curable cancer types if it is diagnosed in early stages (Akay, 2009). Early diagnosis followed by appropriate cancer treatment helps eliminate the deadly risk significantly. Furthermore, accurate classification of benign tumors can prevent patients undergoing unnecessary treatments.

Diagnosis of breast cancer and classification of patients into malignant or benign groups is the subject of recent research. Artificial Intelligence and Machine learning plays a vital role in a wide range of critical applications, such as image recognition, natural language processing, time series forecasting, regression and prediction. The use of an accurate machine learning algorithm for early detection could definitely save precious lives. Because of its unique advantages in critical features detection from complex breast cancer datasets, machine learning (ML) is widely recognized as the methodology of choice in breast cancer pattern classification and forecast modeling (Yue, Wang, Chen, Payne, & Liu, 2018). Previous studies had significant results for the classification of breast cancer by employing various Machine learning models (Agarap, 2018).

¹ Selçuk University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Information Technologies Engineering (PhD Student), Konya, Turkey

² Selçuk University, Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, Konya, Turkey

* Corresponding author: basciftci@selcuk.edu.tr

In this paper, we compare popular and trending machine learning methods effectively used in real-world classification problems. We utilized breast Cancer data available from the Wisconsin dataset from University of California at Irvine (UCI) machine learning repository with the aim of developing an accurate comparison.

The remainder of this paper is organized as follows. Firstly, a brief literature review has been conducted in Section 2. Then, basic information about ML models is documented in Section 3. Next, the experimental setup and results with a thorough discussion is provided in Section 4 and Section 5 respectively. Finally, conclusions and future works are outlined in Section 6.

2. Literature Review

Numerous studies have been published and various classification techniques were developed for predicting breast cancer through Machine Learning. Most of the works evaluated their proposed models using the dataset taken from the UCI machine-learning repository.

Polat and Güneş (2007) conducted breast cancer diagnosis by using Least Square Support Vector Machines (LS-SVM). They evaluated the robustness of their model via k-fold cross validation with accuracy, sensitivity and specificity metrics. They obtained classification accuracy of 98.53%. Akay (2009) employed an SVM-based method combined with feature selection. He obtained an accuracy of 99.52% with his proposed model containing five features. Sadhukan (2020) and Upadhyay compared KNN and SVM to predict breast cancer and analyzed digital image of a fine needle aspirate (FNA) of breast tissue with image processing to extract features of kernel of the cells. Sri et al (2019) proposed SVM and Neural Network models for tumor prognosis. By using WEKA tool, they applied 10-fold and 5-fold cross validation for high precision results. Kadam et al (2019) proposed feature ensemble learning based on Sparse Autoencoders and Softmax Regression for classification of Breast Cancer into benign or malignant. They obtained 98.60% true accuracy with their proposed model. Sethi (2018) compared evolutionary algorithms and machine learning predicting breast cancer in three different datasets. Jain et al (2018) presented a hybrid machine learning framework for the diagnosis of breast cancer and diabetes using feature selection and classification techniques. Their model identified significant risk factors related to both chronic disease datasets by applying different feature selection techniques and hybridization of Relief Feature Ranking with Principal Component Analysis (PCA) method. Rustam and Hartini (2019) proposed a new ML method based on kernel, which is a modification of KC-Means combining K-Means and Fuzzy C-Means algorithms together with kernel function. They applied C-Means algorithm on the centers of a fixed number of groups founded by K-Means, in order to improve the accuracy of classification. Rashed et al (2019) developed a novel network architecture with an inspiration from U-net structure to predict breast cancer in early stages. Omondiagbe (2019) investigated classification performance of Support Vector Machine (using radial basis kernel), Artificial Neural Networks and Naïve Bayes for breast cancer prediction, focusing on integrating machine learning techniques with feature selection and extraction methods. They proposed a hybrid approach by reducing the number of features with linear discriminant analysis (LDA).

3. Methodology

Literature on the subject of breast cancer prediction is mostly based on traditional methods. As a fairly new discipline, data science takes advantage of vast amounts of data at our disposal today and availability of advanced computational power. These factors make it

possible the improvement of existing prediction methods and contribute to the development of new and better algorithms. In this section, we introduce several popular machine learning algorithms for prediction of breast cancer.

3.1. Dataset

The dataset used in this study is publicly available and was created by Dr. William H. Wolberg, physician at the University of Wisconsin Hospital at Madison, Wisconsin, USA. To create the dataset Dr. Wolberg used fluid samples, taken from patients with solid breast masses and a user-friendly graphical software called Xcyt, which is capable of performing the analysis of cytological features based on a digitized image of a fine needle aspiration (FNA) procedure of a breast mass.

The program describes the characteristics of the cell nuclei present in the image and uses a curve-fitting algorithm, to compute ten features from each one of the cells in the sample, then it calculates the mean value, extreme value and standard error of each feature for the image, returning a 30 real-valued vector. Dataset consists of 569 instances of which 357 instances are benign and 212 are malignant cases. A Digitized Image of FNA is depicted in Figure 1.

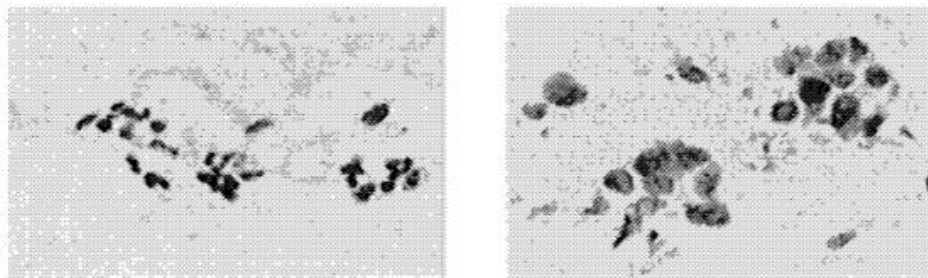


Figure 1. Digitized Image of FNA. Benign (left) and Malignant (right).

3.2. Feature selection and preprocessing

Feature Selection is the process of automatically or manually selecting features which contribute most to model prediction. Having irrelevant features in data can decrease the accuracy of the models and make the model learn based on irrelevant features. Feature selection is often confused with dimensionality reduction. The purpose of both methods is to simplify the data that feeds the algorithm. However, while the feature selection inputs the data to the model without altering it, the dimensionality reduction can process the data to obtain data of different structures and sizes.

An important feature of decision tree based classifiers is that they can analyze the attributes in the dataset well and prioritize the data columns that yield the best results. Using this feature in the Extreme Gradient Boosting algorithm, we extracted the 10 most important features in the Wisconsin Breast Cancer Dataset (shown on Fig.2). This allowed us to simplify the model make better predictions in a reasonable amount of time.

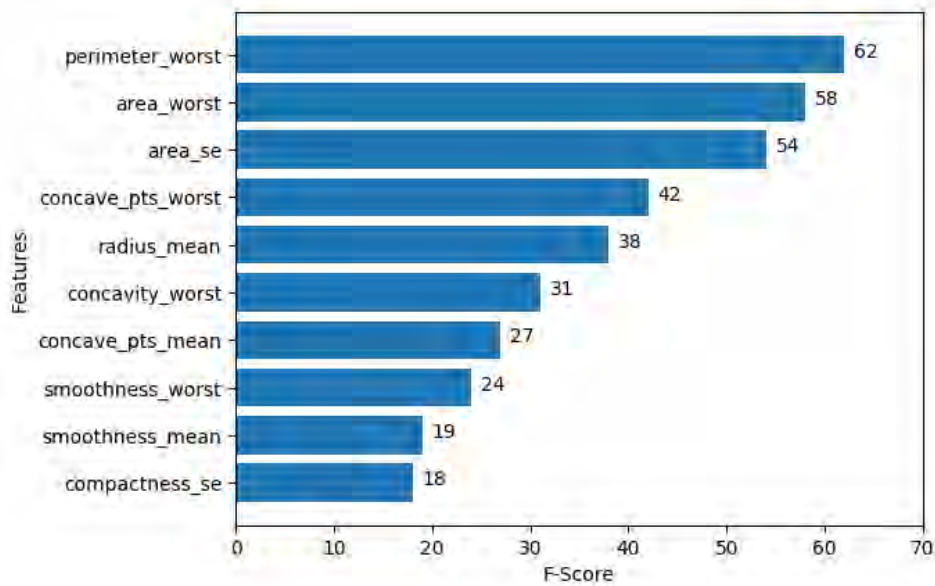


Figure 2. Feature Importance Table for Wisconsin Breast Cancer Dataset

3.3. ML Algorithms

Machine learning models have been employed in the last decade as serious competitors to classical statistical algorithms for prediction. In machine learning, the ability of a model to predict categorical values based on a training dataset is called classification. In this paper, we used **Logistic Regression** (Hosmer Jr, Lemeshow, & Sturdivant, 2013; Kleinbaum, Dietz, Gail, Klein, & Klein, 2002; Wright, 1995), **K-Nearest Neighbors** (Cover & Hart, 1967; Han, Kamber, & Pei, 2011; Ho, 1998), **Support Vector Machines** (Boser, Guyon, & Vapnik, 1992; Cortes & Vapnik, 1995; Vapnik, 1998), **Classification and Regression Trees** (Breiman, Friedman, Olshen, & Stone, 1984; Morgan & Sonquist, 1963; Timofeev, 2004), **Naïve Bayes** (Clark & Niblett, 1989; Frank, Hall, & Pfahringer, 2002; Zheng & Webb, 2000), **Support Vector Machines** (Boser, Guyon, & Vapnik, 1992; Cortes & Vapnik, 1995; Vapnik, 1998), ensemble techniques like **Adaboost Classifier** (Freund & Schapire, 1997; Li, Wang, & Sung, 2008), **Gradient Boosting Classifier** (Friedman, 2001, 2002), **Random Forest** (Breiman, 2001; Liaw & Wiener, 2002), **Extreme Gradient Boosting** (Chen & Guestrin, 2016; Chen, He, Benesty, Khotilovich, & Tang, 2015; Friedman, 2001) and finally **Artificial Neural Networks** with Multilayer Perceptron (Hecht-Nielsen, 1992; Mitchell, 1997; Rosenblatt, 1958)

4. Experimental Setup

In order to evaluate the performance of given models, a series of experiments have been conducted. The models have been implemented with Python 3.7 programming language, using Keras framework and Tensorflow as a backend, running on Google Colaboratory Notebook. It is powered by single Tesla K80 GPU on free cloud service.

Initially, we load the dataset and make an exploratory data analysis to extract best features for determining major reasons of malignant tumors. Later, we modify data structure to prepare training on machine learning models. Finally, we apply selected algorithms and record results of their performance for prediction.

We used various advanced performance metrics to evaluate our model. The main score is based on the accuracy of the model, which basically shows the number of successful predictions. Precision (sensitivity) gives the percentage of the positive predictions that were correctly identified. Recall (specificity) which is another performance metric is the percentage of correctly predicted positive cases. F-measure metric is the harmonic average of the precision and recall. Calculation of those metrics is given in equation 1-4.

$$Accuracy = \frac{TN + FP}{FN + FP + TN + FP} \quad (1)$$

$$F - Measure = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{TP}{FP + TP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{FN + TP} \quad (4)$$

- True Positive (TP) : Benign samples classified as benign.
- True Negative (TN) : Malignant samples classified as malignant.
- False Positive (FP) : Benign samples classified as malignant.
- False Negative (FN) : Malignant samples classified as benign.

Confusion Matrix: The confusion matrix provides statistics about correct and incorrect predictions. It makes a comparison of expected values within the test set with the predicted values in the training set. The columns represent the predictions, while the rows indicates actual labels. The chart gives an idea about the performance of the classifier algorithm. Elements of a typical Confusion Matrix are given in Table 1.

Table 1. Elements of Confusion Matrix

Predicted Class	Actual Class		
		Positive (P)	Negative (N)
	True (T)	True Positive (TP)	True Negative (TN)
False (F)	False Positive (FP)	False Negative (FN)	

Cross-Validation (CV): Cross-validation is a technique used for making sure that our model is well trained, without using the test set. It consists in partition data into k portions of equal length. For each portion, we train the model on the remaining $k-1$ parameters and evaluate it on partition i . The overall score is the mean of the K scores calculated.

There are two types of cross validation splits:

- Leave one out cross validation
- K-fold cross validation

Leave one out CV cycles over the dataset and removes one test group per iteration that will not be included in the training set but instead will be used to test the model's performance.

K-fold CV takes a K variable as an input, partition the dataset into K parts, cycles over the parts and for each cycle leaves the single portion out of training and use it as a test set. By using k-fold validation we make sure that the model uses all the training data available for tuning the model, it can be computationally expensive but allows to train models even if little data is available. The main purpose of k-fold validation is to get an unbiased estimate of model generalization on new data.

Stratified k-Fold: In stratified k-fold, the aim is to include the same proportion of data labels for each test portion. For example, if the data has %75 Benign and %25 malignant samples, every fold contains the same percentage of benign and malignant samples.

Repeated k-fold: In repeated cross-validation, the cross-validation procedure is repeated n times, giving n random partitions of the original sample. Mean values of results for each n partition produce a single prediction.

5. Results and Discussion

The results were achieved using 10 fold cross-validation for each model, and are based on the average results obtained. Table 2 shows the complete set of results in a tabular format.

Table 2. Experiment Results

Algorithms	Cross Validation Accuracy (Mean)	Std. (+/- %)
Logistic Regression (LR)	0.9772	0.0207
K-Nearest Neighbors (KNN)	0.9701	0.0236
Decision Trees (CART)	0.9349	0.0197
Naïve Bayes (NB)	0.9332	0.0376
Support Vector Machines (SVM)	0.9789	0.0131
Adaboost Classifier (ADB)	0.9649	0.0157
Gradient Boosting Classifier (GRAD)	0.9612	0.0307
Random Forests (RF)	0.9613	0.0324
Extreme Gradient Boosting (XGB)	0.9630	0.0269
Neural Networks (MLP)	0.9772	0.0175

Cross-validation results were auspicious. The results indicate that Support Vector Machines gained top performance when compared to other nine models. Neural Networks, KNN and Logistic Regression Models have also demonstrated significant success when predicting breast cancer. Naïve Bayes and CART showed relatively poor performance but the prediction rates are at an acceptable level for our problem.

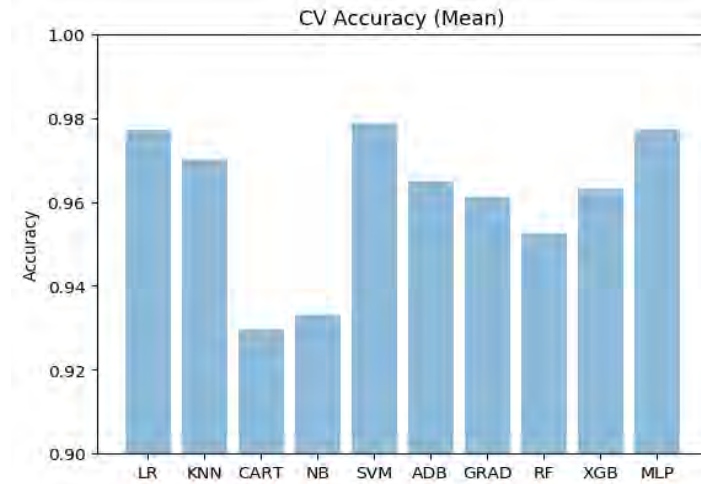


Figure 3. ML Comparison Chart

Comparison of ML Algorithms has been depicted in Figure 3. Detailed cross validation results for all algorithms have been tabulated at Table 3.

Table 3. Cross Validation Results for All Algorithms

CV Fold	LOGISTIC REGRESSION (LR)						K-NEAREST NEIGHBOR (KNN)							
	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.
1	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9483	35	1	B	0.9211	0.9722	0.9459	0.9310
	2	20	M	0.9523	0.9090	0.9302		3	19	M	0.9500	0.8636	0.9048	
2	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9828
	0	22	M	1.0000	1.0000	1.0000		1	21	M	1.0000	0.9545	0.9767	
3	36	0	B	0.9473	1.0000	0.9730	0.9649	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649
	2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		1	20	M	0.9524	0.9524	0.9524	
4	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825
	0	22	M	1.0000	1.0000	1.0000		1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756	
5	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825
	1	10	M	0.9524	0.9524	0.9524		1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756	
6	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	0	22	M	1.0000	1.0000	1.0000		0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000	
7	34	2	B	0.9714	0.9444	0.9577	0.9474	36	0	B	0.9474	1.0000	0.9730	0.9649
	1	20	M	0.9091	0.9524	0.9302		2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500	
8	34	1	B	1.0000	0.9714	0.9855	0.9821	35	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000	
9	35	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	35	0	B	0.9459	1.0000	0.9722	0.9643
	0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500	
10	35	0	B	0.9459	1.0000	0.9722	0.9643	34	1	B	0.9189	0.9714	0.9444	0.9286
	2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		3	18	M	0.9474	0.8571	0.9000	
Mean Accuracy :							0.9772	Mean Accuracy :						0.9701
Std (+/-) % :							0.0207	Std (+/-) % :						0.0236

CV Fold	DECISION TREES (CART)						NAIVE BAYES CLASSIFIER (NB)							
	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.
1	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9483	34	2	B	0.9444	0.9444	0.9444	0.9310
	2	20	M	0.9524	0.9091	0.9302		2	20	M	0.9091	0.9091	0.9091	
2	34	2	B	0.9444	0.9444	0.9444	0.9310	34	2	B	0.9444	0.9444	0.9444	0.9310
	2	20	M	0.9091	0.9091	0.9091		2	20	M	0.9091	0.9091	0.9091	

3	33	3	B	0.9429	0.9167	0.9296	0.9123	33	3	B	0.9429	0.9167	0.9296	0.9123	
	2	19	M	0.8636	0.9048	0.8837		2	19	M	0.8636	0.9048	0.8837		
0	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9474	34	2	B	0.9714	0.9444	0.9577	0.9474	
	2	19	M	0.9500	0.9048	0.9268		1	20	M	0.9091	0.9524	0.9302		
5	33	3	B	0.9706	0.9167	0.9429	0.9298	33	3	B	0.8684	0.9167	0.8919	0.8596	
	1	20	M	0.8696	0.9524	0.9091		5	16	M	0.8421	0.7619	0.8000		
6	33	3	B	1.0000	0.9167	0.9565	0.9474	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
	0	21	M	0.8750	1.0000	0.9333		0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		
7	36	0	B	0.9474	1.0000	0.9730	0.9649	36	0	B	0.9474	1.0000	0.9730	0.9649	
	2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		
8	32	3	B	1.0000	0.9143	0.9552	0.9464	33	2	B	1.0000	0.9429	0.9706	0.9643	
	0	21	M	0.8750	1.0000	0.9333		0	21	M	0.9130	1.0000	0.9545		
9	32	3	B	0.9697	0.9143	0.9412	0.9286	34	1	B	0.9189	0.9714	0.9444	0.9286	
	1	20	M	0.8696	0.9524	0.9091		3	18	M	0.9474	0.8571	0.9000		
10	33	2	B	0.8919	0.9429	0.9167	0.8929	33	2	B	0.8919	0.9429	0.9167	0.8929	
	4	17	M	0.8947	0.8095	0.8500		4	17	M	0.8947	0.8095	0.8500		
Mean Accuracy :							0.9349	Mean Accuracy :							0.9332
Std (+/-) % :							0.0197	Std (+/-) % :							0.0376

CV Fold	SUPPORT VECTOR MACHINES (SVM)						ADABOOST CLASSIFIER (ADB)								
	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.	
1	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9655	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9483	
	1	21	M	0.9545	0.9545	0.9545		2	20	M	0.9524	0.9091	0.9302		
2	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9655	
	0	22	M	1.0000	1.0000	1.0000		1	21	M	0.9545	0.9545	0.9545		
3	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9474	
	1	20	M	0.9524	0.9524	0.9524		2	19	M	0.9500	0.9048	0.9268		
4	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	
	1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		
5	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9474	
	1	20	M	0.9524	0.9524	0.9524		2	19	M	0.9500	0.9048	0.9268		
6	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	35	1	B	1.0000	0.9722	0.9859	0.9825	
	0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		
7	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	35	1	B	1.0000	0.9722	0.9859	0.9825	
	1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		
8	34	1	B	1.0000	0.9714	0.9855	0.9821	34	1	B	1.0000	0.9714	0.9855	0.9821	
	0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		
9	35	0	B	0.9722	1.0000	0.9859	0.9821	35	0	B	0.9459	1.0000	0.9722	0.9643	
	1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		
10	35	0	B	0.9459	1.0000	0.9722	0.9643	34	1	B	0.9444	0.9714	0.9577	0.9464	
	2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		2	19	M	0.9500	0.9048	0.9268		
Mean Accuracy :							0.9789	Mean Accuracy :							0.9649
Std (+/-) % :							0.0131	Std (+/-) % :							0.0157

CV Fold	GRADIENT BOOSTING CLASSIFIER (GRAD)						RANDOM FOREST (RF)							
	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.
1	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9655	35	1	B	0.9211	0.9722	0.9459	0.9310
	1	21	M	0.9545	0.9545	0.9545		3	19	M	0.9500	0.8636	0.9048	
2	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9655	36	0	B	0.9474	1.0000	0.9730	0.9655
	1	21	M	0.9545	0.9545	0.9545		2	20	M	1.0000	0.9091	0.9524	
3	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825
	1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756	
4	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	1	20	M	0.9524	0.9524	0.9524		0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000	

5	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9474	35	1	B	0.9211	0.9722	0.9459	0.9298	
	2	19	M	0.9500	0.9048	0.9268		3	18	M	0.9474	0.8571	0.9000		
6	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
	0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		
7	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	
	1	20	M	0.9524	0.9524	0.9524		1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		
8	35	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	33	2	B	1.0000	0.9429	0.9706	0.9643	
	0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		0	21	M	0.9130	1.0000	0.9545		
9	35	0	B	0.8974	1.0000	0.9459	0.9286	35	0	B	0.9459	1.0000	0.9722	0.9643	
	4	17	M	1.0000	0.8095	0.8947		2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		
10	33	2	B	0.8919	0.9429	0.9167	0.8929	33	2	B	0.8919	0.9429	0.9167	0.8929	
	4	17	M	0.8947	0.8095	0.8500		4	17	M	0.8947	0.8095	0.8500		
Mean Accuracy :							0.9612	Mean Accuracy :							0.9613
Std (+/-) % :							0.0307	Std (+/-) % :							0.0324

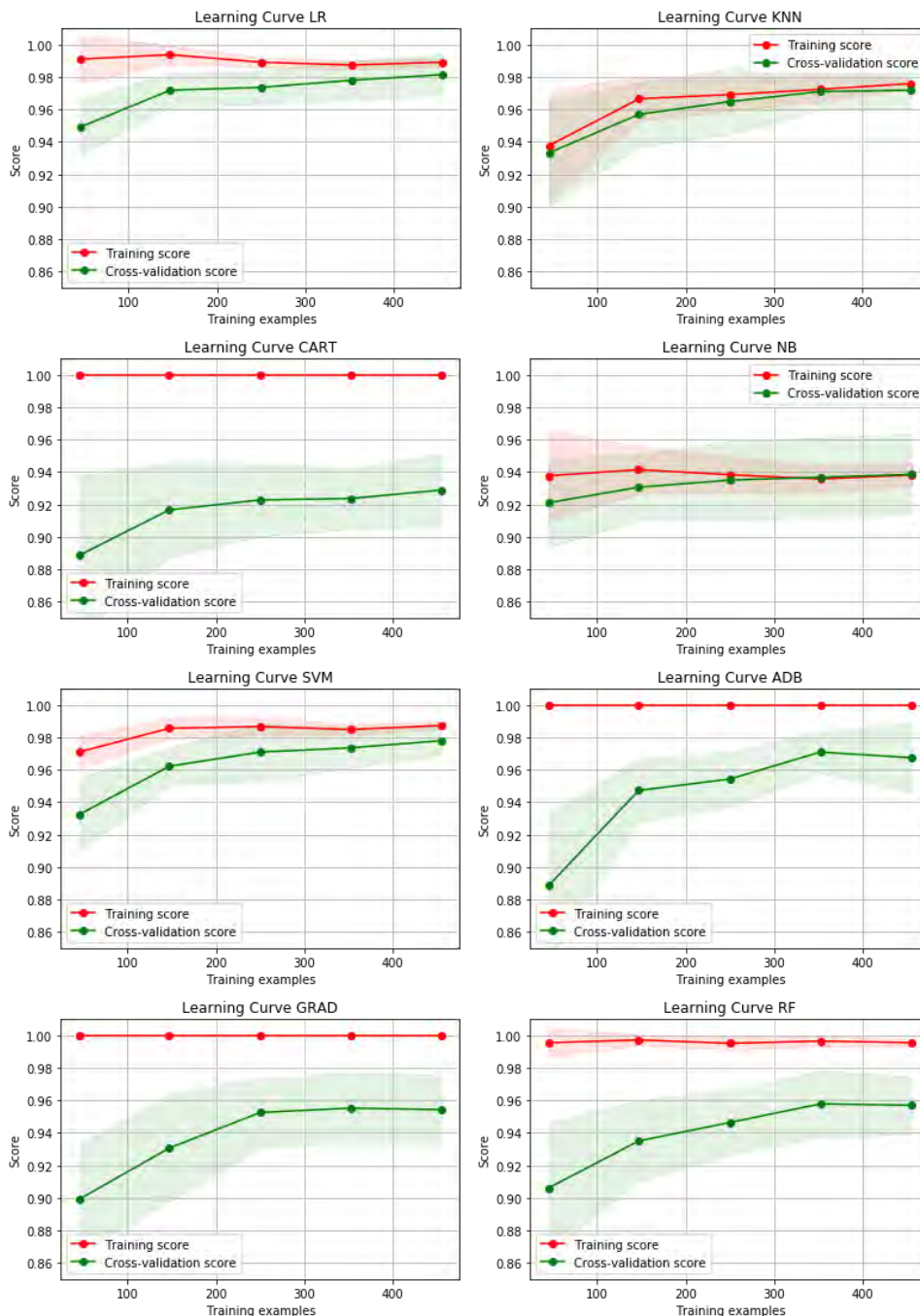
CV Fold	EXTREME GRADIENT BOOSTING (XGB)						NEURAL NETWORK (MLP)								
	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.	Confusion Matrix			Precision	Recall	F1 Score	Acc.	
1	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9655	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9483	
	1	21	M	0.9545	0.9545	0.9545		2	20	M	0.9524	0.9091	0.9302		
2	34	2	B	0.9714	0.9444	0.9577	0.9483	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
	1	21	M	0.9130	0.9545	0.9333		0	22	M	1.0000	1.0000	1.0000		
3	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	36	0	B	0.9474	1.0000	0.9730	0.9649	
	1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		
4	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
	1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		
5	35	1	B	0.9459	0.9722	0.9589	0.9474	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649	
	2	19	M	0.9500	0.9048	0.9268		1	20	M	0.9524	0.9524	0.9524		
6	36	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	35	1	B	1.0000	0.9722	0.9859	0.9825	
	0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		
7	36	0	B	0.9730	1.0000	0.9863	0.9825	35	1	B	0.9722	0.9722	0.9722	0.9649	
	1	20	M	1.0000	0.9524	0.9756		1	20	M	0.9524	0.9524	0.9524		
8	34	1	B	1.0000	0.9714	0.9855	0.9821	34	1	B	1.0000	0.9714	0.9855	0.9821	
	0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		0	21	M	0.9545	1.0000	0.9767		
9	35	0	B	0.8974	1.0000	0.9459	0.9286	35	0	B	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
	4	17	M	1.0000	0.8095	0.8947		0	21	M	1.0000	1.0000	1.0000		
10	34	1	B	0.8947	0.9714	0.9315	0.9107	35	0	B	0.9459	1.0000	0.9722	0.9643	
	4	17	M	0.9444	0.8095	0.8718		2	19	M	1.0000	0.9048	0.9500		
Mean Accuracy :							0.9630	Mean Accuracy :							0.9772
Std (+/-) % :							0.0269	Std (+/-) % :							0.0175

In order to evaluate overall performance of an algorithm, learning curves can be utilized to measure how many training sample is required to reach optimum performance. Learning curves depict the test and training score of a classifier for various lengths of training samples. It is a visual indicator of how the performance is increased by adding new training samples and whether the classifier is adversely affected from a variance error or a bias error. Learning curves for the algorithms are depicted on Figure 4.

Gap between the two curves shown above, determines the interpretation of the models in the bias-variance landscape. A narrow distance shows low variance. On the contrary, a wide gap indicates that validation error will generally be higher. If we change the training set sizes, the pattern will likely to continue, and the value between training and validation errors will draw

that distance between the two learning curves. If a model performs better on the training set and poor on the test set, overfitting will occur.

Learning curves of above models clearly demonstrate that KNN and Logistic Regression show significant performance with less training examples. Although, performing best among the other models, SVM needs more samples to reach best accuracy.



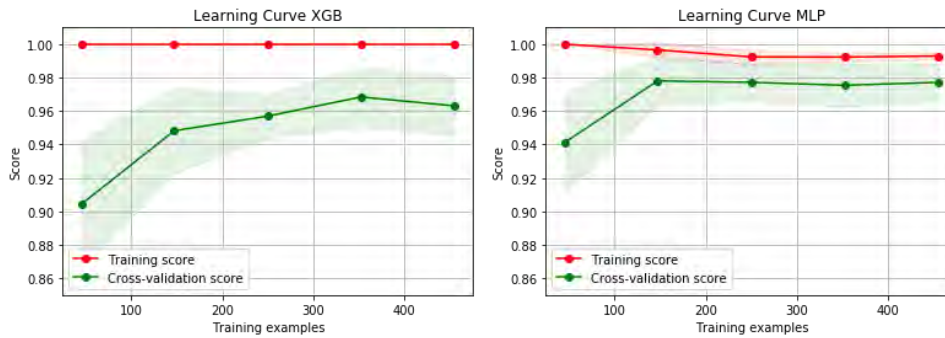


Figure 4. Learning Curves for ML Algorithms

6. Conclusions and Future Work

This paper presented a comparison between several classification techniques in machine learning (Logistic Regression, K-Nearest Neighbors (KNN), Decision Trees (CART), Naïve Bayes, Support Vector Machines (SVM), Adaboost Classifier, Gradient Boosting Classifier, Random Forests, Extreme Gradient Boosting and Neural Networks), for the prediction of breast cancer. The selected techniques were applied to the well-known ‘Wisconsin Breast Cancer dataset’ as a part of UCI data repository. The results showed that all methods performed remarkable performance, while LR, SVM and MLP gained the best metrics.

We also have identified which features contribute to predict breast cancer by using tree based classifiers. Application of data visualization and data analytics techniques, together with the application of data science tools, allowed the understanding of feature's predictive relevance.

Our ongoing research efforts are geared toward applying advanced Machine Learning techniques to recent real world problems on various domains and increasing the prediction performance with fine-tuning of hyper parameters.

Code for the models can be found on Github repository:

https://github.com/htanerunal/breast_cancer/blob/master/breast_cancer_ML_comparison.ipynb

Acknowledgment

We would like to express gratitude to our families for their patience and continuous support.

References

Agarap, A. F. M. (2018). On breast cancer detection: an application of machine learning algorithms on the wisconsin diagnostic dataset. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Machine Learning and Soft Computing.

Akay, M. F. (2009). Support vector machines combined with feature selection for breast cancer diagnosis. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 3240-3247.

American Cancer Society. (2018). *Cancer Facts & Figures 2018*. Atlanta, American Cancer Society.

Boser, B. E., Guyon, I. M., Vapnik, V. N. (1992). A training algorithm for optimal margin classifiers. Paper presented at the Proceedings of the fifth annual workshop on Computational learning theory.

- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine learning*, 45(1), 5-32.
- Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R., Stone, C. (1984). Classification and regression trees. *Wadsworth Int. Group*, 37(15), 237-251.
- Chen, T., Guestrin, C. (2016). Xgboost: A scalable tree boosting system. Paper presented at the Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD.
- Chen, T., He, T., Benesty, M., Khotilovich, V., Tang, Y. (2015). Xgboost: extreme gradient boosting. R package version 0.4-2, 1-4.
- Clark, P., Niblett, T. (1989). The CN2 induction algorithm. *Machine learning*, 3(4), 261-283.
- Cortes, C., Vapnik, V. (1995). Soft margin classifiers. *Machine learning*, 20, 273-297.
- Cover, T. M., Hart, P. (1967). Nearest neighbor pattern classification. *IEEE transactions on information theory*, 13(1), 21-27.
- Frank, E., Hall, M., Pfahringer, B. (2002). Locally weighted naive bayes. Paper presented at the Proceedings of the Nineteenth conference on Uncertainty in Artificial Intelligence.
- Freund, Y., Schapire, R. E. (1997). A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting. *Journal of computer and system sciences*, 55(1), 119-139.
- Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of statistics*, 1189-1232.
- Friedman, J. H. (2002). Stochastic gradient boosting. *Computational statistics & data analysis*, 38(4), 367-378.
- Han, J., Kamber, M., Pei, J. (2011). Data mining concepts and techniques third edition. The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, 83-124.
- Hecht-Nielsen, R. (1992). Theory of the backpropagation neural network *Neural networks for perception* (pp. 65-93): Elsevier.
- Ho, T. K. (1998). Nearest neighbors in random subspaces. Paper presented at the Joint IAPR International Workshops on Statistical Techniques in Pattern Recognition (SPR) and Structural and Syntactic Pattern Recognition (SSPR).
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S., Sturdivant, R. X. (2013). Applied logistic regression (Vol. 398): John Wiley & Sons.
- Jain, D., Singh, V. (2018). Diagnosis of Breast Cancer and Diabetes using Hybrid Feature Selection Method. Paper presented at the 2018 Fifth International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC).
- Kadam, V. J., Jadhav, S. M., Vijayakumar, K. (2019). Breast Cancer Diagnosis Using Feature Ensemble Learning Based on Stacked Sparse Autoencoders and Softmax Regression. *Journal of medical systems*, 43(8), 263.
- Kleinbaum, D. G., Dietz, K., Gail, M., Klein, M., Klein, M. (2002). Logistic regression: Springer.

- Li, X., Wang, L., Sung, E. (2008). AdaBoost with SVM-based component classifiers. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21(5), 785-795.
- Liaw, A., Wiener, M. (2002). Classification and regression by randomForest. *R news*, 2(3), 18-22.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. 1997. Burr Ridge, IL: McGraw Hill, 45(37), 870-877.
- Morgan, J. N., Sonquist, J. A. (1963). Problems in the analysis of survey data, and a proposal. *Journal of the American statistical association*, 58(302), 415-434.
- Omondiagbe, D. A., Veeramani, S., Sidhu, A. S. (2019). Machine Learning Classification Techniques for Breast Cancer Diagnosis. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Polat, K., Güneş, S. (2007). Breast cancer diagnosis using least square support vector machine. *Digital signal processing*, 17(4), 694-701.
- Rashed, E., El Seoud, M. (2019). Deep learning approach for breast cancer diagnosis. Paper presented at the Proceedings of the 2019 8th International Conference on Software and Information Engineering.
- Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological review*, 65(6), 386.
- Rustam, Z., Hartini, S. (2019). Classification of Breast Cancer using Fast Fuzzy Clustering based on Kernel. Paper presented at the IOP Conf. Series: Materials Sci. and Engineering.
- Sadhukhan, S., Upadhyay, N., Chakraborty, P. (2020). Breast Cancer Diagnosis Using Image Processing and Machine Learning Emerging Technology in Modelling and Graphics (pp. 113-127): Springer.
- Sethi, A. (2018). Analogizing of Evolutionary and Machine Learning Algorithms for Prognosis of Breast Cancer. Paper presented at the 2018 7th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions)(ICRITO).
- Siegel, R., Jemal, A. (2015). *Cancer facts & figures 2015*. American Cancer Society Cancer Facts & Figures.
- Sri, M. N., Sailaja, D., Priyanka, J. H., Chittineni, S., RamaKrishnaMurthy, M. (2019). Performance Evaluation of SVM and Neural Network Classification Methods for Diagnosis of Breast Cancer. Paper presented at the International Conference on E-Business and Telecommunications.
- Timofeev, R. (2004). *Classification and regression trees (CART) theory and applications*. Humboldt University, Berlin.
- Vapnik, V. (1998). *Statistical Learning Theory* Wiley-Interscience. New York.
- Wright, R. E. (1995). *Logistic regression*.

Yue, W., Wang, Z., Chen, H., Payne, A., Liu, X. (2018). Machine learning with applications in breast cancer diagnosis and prognosis. *Designs*, 2(2), 13.

Zheng, Z., Webb, G. I. (2000). Lazy learning of Bayesian rules. *Machine learning*, 41(1), 53-84.

What Kind of Development for the coastal towns of Montenegro

Enrico Pietrogrande^{1*}, Andreina Milan²

Abstract: The paper is centred on the coast of Montenegro, where several invasive hotel complexes are arising, built with disregard for the landscape richness and the historical, artistic, architectural treasures. Montenegrin coastal areas will not benefit in the future from the construction of large building complexes that offer immediate but short-lived benefits. Look at the disfigurement of the coastal landscape along the beach to the north of the old town of Budva, where new hotel blocks dominate the ancient houses of the town and seem unable to give satisfaction to future tourism with its demand for culture as well as fun.

Montenegro lends itself favourably to a type of non-invasive tourism based on the enjoyment of cultural as well as natural sites, highly compatible with the *Albergo Diffuso* model. Ancient villages, cathedrals, forts and palaces inserted in a context that is still largely preserved, offer the opportunity to enhance this unique environment, which is very rich in potential. This model of tourism development is perhaps less immediate but offers long-term guarantees. In this way, environmental resources are in fact preserved both actively and passively: on the one hand, it injects new life into the small towns spread throughout the coast and the country behind, and, on the other, avoids the construction of hotel complexes that disfigure a landscape of natural beauty. In this regard, it is worth recalling the short novel by Italian writer Italo Calvino which was published for the first time in 1957 under the title *A Plunge in Real Estate* concerning Liguria, the Italian coastal region that suffered the most damage following the war because of rapid and unregulated construction.

The attention will be particularly paid to three ancient and delicate towns which are in this period involved in a potentially very dangerous and apparently irresistible growth of interest on behalf of foreigner investors, Budva, Kotor, Ulcinj. Here especially cultural development must not be abandoned in exchange for economic progress.

Keywords: Environmental Values, Economic Development, Territorial Valorization

1. Introduction. Notes about Montenegro: historical heritage and environmental quality

The coast of Montenegro has its own characteristics. It is more linear than the Croatian one and, deprived of the numerous great and small islands of the country nearby, it is beaten from a sea more moved, and subject to great erosion. Consequently the waterfront is sandier with long, ample, flat and not very jagged beaches. Bluffs are of dark color as the stones and the pebbles of the beaches, not white as in Croatia. Also the color of the sea is therefore different, more close to the green bottle. Many travellers in past centuries brought to West news concerning this country and the near ones, the natural context, the customs, the art and the

¹ University of Padua, Department of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Padua, Italy

² University of Bologna, Department of Architecture, Bologna, Italy

* Corresponding author

cities. Merchants, military, religious, literates and scientists divulged the knowledge of this area through written descriptions and graphic representations (Masiello, 2006).



Figure 1. Ancient representations of the towns of Ulcinj, Budva and Kotor.

Among the others, the abbot from Padua Alberto Fortis (1774) and the Frenchman Charles Yriarte (1878) were particularly important. In Montenegro the inhabited centres which overlook the sea, similar to the Croatian ones in the northern part of the country, progressively change moving towards south. The minarets progressively appear and the charm of the east in the small centres of Venetian origin becomes more evident. The shore, for the quality of the historical testimonies and the environmental beauties, is one of the richest in the Mediterranean. Here the influences of the three most important cultures developed around this sea, the Western Catholic, the Orthodox Byzantine, the Oriental Ottoman, are mixed. Here Catholics churches, monasteries and Orthodox churches, mosques and minarets are present, and it is possible to recognize traces of the Mitteleuropean culture related to the Austro-Hungarian dominion. The cities and the villages have preserved in many cases their medieval aspect.

In this text, three towns of very ancient origin, significant with regard to the considered theme, are focused. These are Ulcinj, a town close to the southern border with Albania, Budva, which is being rapidly developed in front of the sea, Kotor, a more discreet presence (Figure 1). The town of Ulcinj, Dulcigno according to the ancient Venetian language, is known to be a multi-ethnic centre and to have a rich heritage of history and art. Ulcinj has been characterized, after the 1979 devastating earthquake, by restoration interventions that have concerned the majority of buildings. Budva, previously Budua, was founded on a small island that over time joined to the mainland. The old city is still surrounded by the original boundary walls, dating back to the fifteenth century. Kotor, Cattaro during the long period of Venetian domination, rises close the border with Croatia, squeezed between the sea and the mountains.

2. Building for tourism in Montenegro, today

Tourism is one of the most important economic sectors of the Montenegro. To date, however, the development of a local private accommodation system has tended to be smothered by foreign initiatives which have enabled the country to benefit from strong direct foreign investment and rapid development of the sector, with significant implications for employment, according to a model which is focused on high-spending tourism. Large hotel complexes have been constructed all along the coast, built with disregard for the hinterland

which could instead become a destination of great interest. Even coastal areas do not benefit from the construction of large building complexes that offer immediate but short-lived benefits.



Figure 2. Ulcinj, views of the current state.

It is to notice that the same local tourism agencies, when advertising the coastal towns as holiday destinations, carefully avoid publishing the photographic views of the large hotels assembled behind the beaches, and propose instead more attractive imagines of the old urban centres.

Against the uncontrolled development of large tourism structures and infrastructure, the traces of tradition and memory need to be rediscovered using architectural and landscape projects founded on respect for the particular or unique characteristics of the place. The proposal of a new model of tourism development is now necessary, as an alternative to new high-density tourist settlements.

In Ulcinj the quality of the architecture spread between the beach and the hills behind (Figure 2) is not considered an important subject. The summer tourism mainly consists of the Albanians that attend the town as a holiday destination. Buildings are crowded the one on the other, completely covering in disarranged way the slopes descending toward the sea. No plan adopted to organize the urban fabric with basic principles is recognizable. The architecture in Ulcinj is fundamentally based on the horizontality conferred by the systems of terraces stretched out toward the sea.

Budva is now well known more for the out of scale new buildings than for the ancient city. Reconstructed after the 1979 earthquake, the old town is pressed by the new large volumes that don't present any ability of relationship with the precious and delicate historical and natural context. The new buildings (Figures 3 and 4) are missed opportunities for expressing architectural quality. They don't correspond to any architectural tendency. They don't deep more or less recent architectural poetics. According to Joseph Montaner (1996), main tendencies in architecture today are three and based on the following principles: abstraction and deconstruction of the form; high technological contents; minimalism (elementary geometry, natural light, the wall as a generator of space).



Figure 3. Budva, buildings under construction, 2017.



Figure 4. Budva, buildings just finished, 2017.

According to some, a fourth principle can be added, respect of the relationship between urban morphology and building typology. Nothing of that we can find in new buildings of Budva, whose language is improvised, extemporary and self-referred. These buildings could arise everywhere indifferently. They surely do not constitute a development of local values and culture. Tourists are courted with general testimonies of Mediterraneanity, but the Mediterranean atmosphere is based on music and cuisine in truth coming from other countries, on the songs *Volare* or *O sole mio*, on the proposal of pizza and spaghetti.

Furthermore, it must be noted that tourism agencies, when advertising the coastal context as holiday destination, carefully avoid inserting photographic images of large hotels arising close to historic towns and beaches, and instead propose more attractive and romantic views of the ancient architecture.

Visits to Kotor take generally only a day. Tourists arrive by means of large cruise ships. There is in Kotor, unlike that in Budva, an example of contemporary architecture characterized by high quality, built during the fifties of the last century. The building was born as headquarter of the Jugooceanija shipping company and demonstrates that large buildings can be inserted in delicate environment if they possess quality and rigour. Close to this architecture, there is a vast abandoned architectural complex, the former Hotel Fjord. Because of the financial crisis there is the problem in the area consisting in the presence of many of these abandoned structures (Figure 5).



Figure 5. Kotor, the former headquarter of the Jugooceanija shipping company and the abandoned Hotel Fjord.

3. The *Albergo Diffuso* model

Cultural tourism, which has spread since the 1970s, has changed considerably during the last twenty years. The tourism demand is differentiated by and noted for a requirement for authenticity and more and more engaging in unique and valuable experiences, able to intimately connect the tourist with the cultural heritage of the *genius loci* (Richards, 1996). In addition, these changes largely arise out of cultural concepts, and out of territory in terms of its landscape and environment.

The *Albergo Diffuso* model is particularly suitable for the coastal area of Montenegro. In summary, the *Albergo Diffuso* is a recent model for local tourism development that allows guests to experience an historic setting. Accommodation is provided in houses and rooms located a short distance away from the core of the hotel itself, the building in which reception, the bar/restaurant area, and the common spaces and services are located (Figure 6). The increasing spread of this model is mainly due to the responsiveness of part of the tourism market to ideas of sustainability and environmental friendliness.

An example of *Albergo Diffuso* is the use for hospitality of the most ancient part of the Sassi di Matera, almost exclusively characterised by caves, with very few important buildings or monuments (Figure 7). The Sassi di Matera constitute the historic centre of the city of Matera (Laureano, 1993), in the Basilicata region, South Italy. They represent an extraordinary urban ecosystem, capable of perpetuating the ways of living in caves since more distant prehistoric past until modernity. This *Albergo Diffuso* consists in 18 rooms, inside the caves. The largest cave (which once was the church) is used for all common events (Figures 8, 9 and 10).



Figure 6. Ordinary Hotel and Albergo Diffuso.



Figure 7. Caves of Sassi di Matera, Basilicata region, Italy. General view.



Figure 8. Sassi di Matera Albergo Diffuso, the deconsacrated church used as a restaurant.



Figure 9. Sassi di Matera Albergo Diffuso, view of a room.

4. Conclusions

As already considered, the kind of hospitality defined by the words *Albergo Diffuso* appears particularly appropriate for the Montenegrin context. In fact the territory has been favourable for the growth of dispersed villages and towns and the preservation of outstanding natural surroundings, creating a unique overall environmental landscape. Because of the sensitive way an *Albergo Diffuso* engages with its surroundings, it seems particularly suited for preserving the high standard of the coast, territory and residential areas, as well as for promoting socio-economic development.

Finally, it is worth recalling the recent experience of the TUR-MONT project for the development of cultural tourism in Montenegro that falls within this context. It was the initial phase of an initiative that aimed to transfer skills gained by the Italian region of Friuli Venezia Giulia in organising tourism services, particularly in *Albergo Diffuso* structures. The project aimed to replicate in Montenegro the *Albergo Diffuso* model (2013), which has been tried and tested in Friuli with over 2,500 registered beds in private homes.

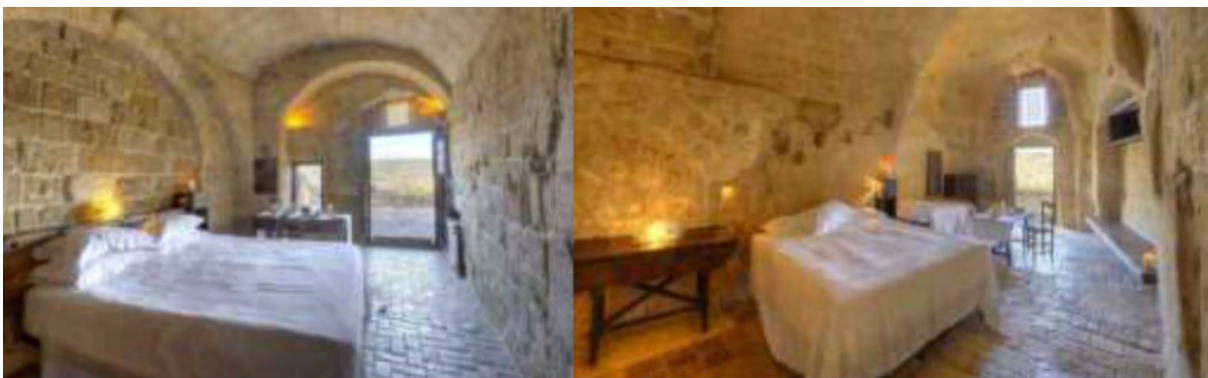


Figure 10. Sassi di Matera Albergo Diffuso.

In practice, the project has involved the following experiences. From 22 to 24 March 2013, Italian tour operators visited Montenegro in order to strengthen economic ties between Friuli

Venezia Giulia and Montenegro and create new tourist flows. From 12 to 15 June 2013, a delegation from Montenegro visited Friuli Venezia Giulia, including the founding members of Kotor's Association of Owners of Apartments for Tourists (AIPS Asociacija Izdavaoca Privatnog Smještaja), representatives from the Ministry of Tourism and Kotor's Tourism Board. The delegation visited some examples in Friuli Venezia Giulia (Grado, Lauco and Sutrio) and there was a seminar-type talk about how the *Albergo Diffuso* model works.

References

Fortis, A. (1774). *Viaggio in Dalmazia*. Venice: Alvise Milocco.

Laureano, P. (1993). *Giardini di pietra. I Sassi di Matera e la civiltà mediterranea*, Turin: Bollati Boringhieri.

Masiello, V. (Ed.). (2006). *Viaggiatori dell'Adriatico. Percorsi di viaggio e scrittura*. Bari: Palomar.

Montaner, J. M. (1996). *Dopo il movimento moderno. L'architettura della seconda metà del Novecento*. Bari: Laterza.

Richards, G. (1996) *Tourism trends: The convergence of culture and tourism*. Wallingford: CAB International.

Yriarte, C. (1878). *Les bordes de l'Adriatique et le Monténégro*. Paris: Hachette.

Report by Confcooperative Fvg and Irecoop Fvg (2013). *Potenzialità per il turismo culturale nel Montenegro (Potential of cultural tourism in Montenegro)*.

Determination Age and Gender with Edge Detection Algorithms Using Dental X-Ray Images

Fatih Başçiftçi^{1*}, Emre Avuçlu²

Abstract: Age determination in forensic medicine is a very important issue in terms of criminal and law. In case of any disaster or unlawfulness, identification may be required. In such cases, the competent authorities ask the forensic medicine institution for determining the age. Forensic medicines must make the most accurate process of determining the age. In this study, a database was created manually with a total of 1313 teeth images to determine age and gender. Images in this database are pre-processed with image processing techniques. Numerical data were obtained according to the tanimoto similarity rates of images. This numerical data is saved in the XML file. Comparing is done with the data on this XML file. In addition to the age determination process, gender determination process was also carried out. Age determination was performed with + - 0 error. The application was developed in C # programming language.

Keywords: Age and gender determination, Image processing techniques, panoramic dental x-ray images.

1. Introduction

Forensic medicine is one of the most important factors in the identification of the age determination process for the person. The age determination process is done according to the individual physical characteristics of the person. Some of these are sex, height, body weight, hair, skin, eye color, fingerprints, bones and teeth (Baransel et al. 2007). Identity identification may be required in our lives for different reasons (earthquake, flood, fire etc.) (Çöloğlu, 1999). Nowadays, the identification process for people has gained international status (Büken et al. 2003). Therefore, identification should be done with the least error (Stimson, 1997, Afşin, 2004).

Some events (disaster, suicide, murder, etc.) after the person's physical features may not provide any information to that person. In such cases, the most robust structure for identification is the teeth of the human. Because physical effects do not change the structure of the teeth too much. For the purpose of age estimation, atlases are used in dentistry and forensic sciences, where the developmental stages of the teeth are shown. This method is used in X-ray images taken from the teeth in living and dead bodies (Gök, 1991, Knight, 1995). Different studies were done in the literature for age estimation. Some of these are as follows; in their study, they performed various segmentation and identification procedures on dental x-ray images (Birdal et al. 2016, Dinçer, 2015). In another study, they performed an age prediction using different methods via dental X-ray images (Al-sherif, 2013, Yun et al. 2007).

¹ Selçuk University, Department of Computer Engineering, Konya, Turkey

² Aksaray University, Department of Computer Technology, Aksaray, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): basçiftci@selcuk.edu.tr

Age estimation was performed by measuring different areas of the teeth (Cameriere et al. 2008), they performed an age prediction procedure in young and children (Cameriere et al. 2015, Nystrom et al. 2000), age estimation was made depending on the size of the skeleton (Schmidt et al. 2008, Schmidt et al. 2008), different studies were performed in different fields and age estimation was performed (Garvin et al. 2012). Avuçlu et al. used image processing and artificial intelligence techniques to determine age and gender from dental images (Avuçlu et al. 2019, Avuçlu et al. 2018, Avuçlu et al. 2018, Avuçlu 2019).

In this study, a dental database was created by removing the boundaries of panoramic dental x-ray images. Image processing techniques were applied to this database. These images were compared to the tanimoto similarity rates and the age determination process was performed. In addition to the age estimation process, gender estimation was also performed.

2. Material and Method

In this study, databases were first created. Used dental panoramic X-ray images were obtained from different cities in Turkey. The Universal Numbering System is used to enumerate the teeth and this system is shown in Figure 1.



Figure 1. Universal Numbering System

The images obtained by removing the boundary lines from the panoramic dental X-ray images are recorded in the database with the information of AGE_GENDER_TOOTHNUMBER_COUNT. Pre-process operations are performed on the teeth for better results. As in the general methodology shown in Figure 2 below, pre-process methods are applied first. Then apply the Otsu thresholding algorithm to the tooth image.

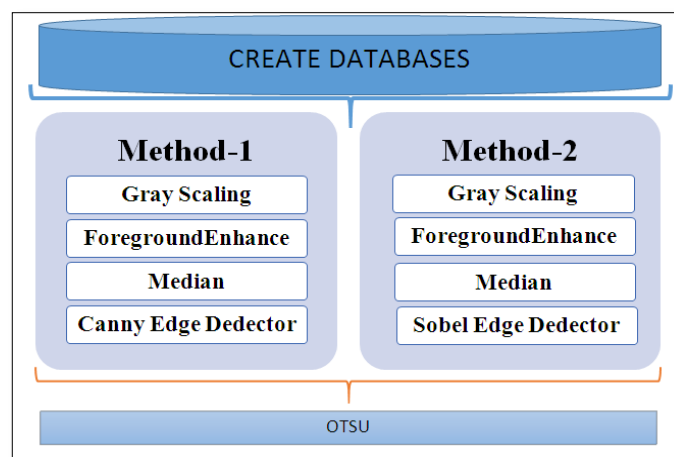


Figure 2. General Methodology

The images obtained as a result of these operations are kept in folders M1 and M2. For example, the second tooth number 19 of a 25-year-old male is recorded as: 25_M_19_2. A dental name of someone who is a female gender is kept as F instead of M.

3. Application

In this study, dental x-ray images were pre-process to determine age and gender. Then, edge detection algorithms were applied to these images.

3.1. Pre-Process Operations

The input image is first applied to the GrayScaling process. Then, ForegroundEnhance method was developed with the foreground strengthening method in order to achieve higher success rate and the teeth with low image density were optimized. In this method, the procedure is as follows;

- a) According to the image histogram (H_i) is obtained an average color (avg) of 0-255.

$$avg = \frac{\sum_{i=0}^{255} H_i i}{\sum_{i=0}^{255} H_i} \quad (1)$$

- b) According to the image histogram (H_i) is obtained an average color (T) of avg -255.

$$T = \frac{\sum_{i=avg}^{255} H_i i}{\sum_{i=avg}^{255} H_i} \quad (2)$$

- c) For each pixel in the image, a comparison is made according to the T threshold. Thus, the dental images are made clearer.

$$F[x, y] = \begin{cases} 0 & \text{if } E[x, y] > T \\ F[x, y] & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

However, as a result of the color reduction process, some undesirable noise may occur on the new image. To eliminate this, the formula of the median filter in equation 4 is used;

$$F[x, y] = \text{median} \{g[p, q]\} \quad (4)$$

Where $g[p, q]$ refers to convolution kernel.

After these operations, the canny edge detection algorithm is applied to the images. Then, the database image is displayed as shown in Figure 3 (a part is shown).

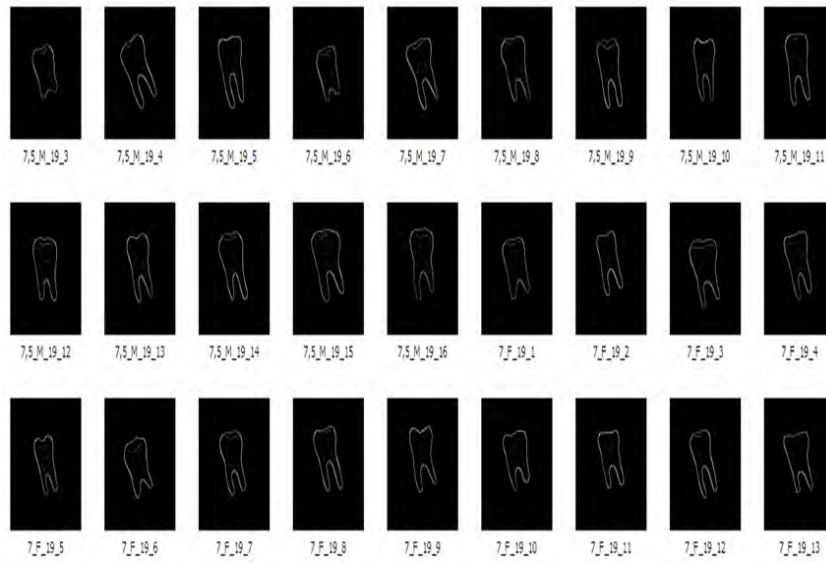


Figure 3. Result of Canny algorithm

Similarly, sobel edge detection algorithm is applied to images. Then, the database view is shown as shown in Figure 4. (A part is shown).

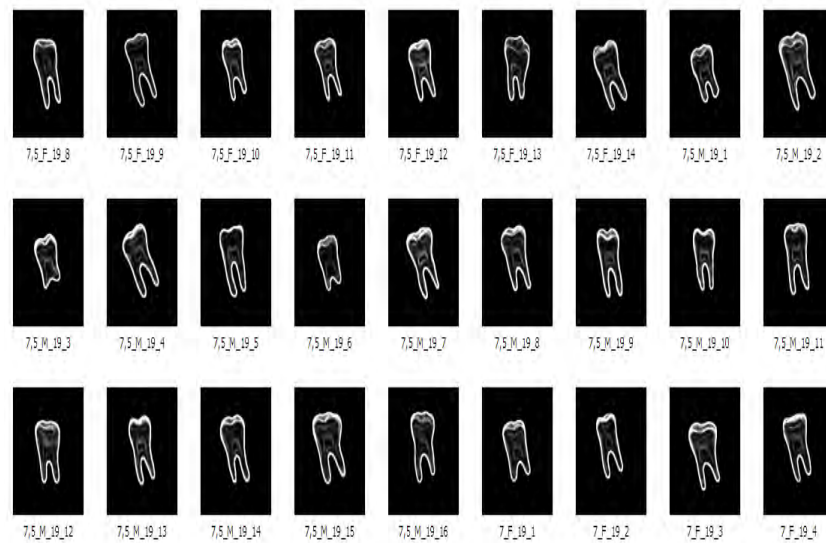


Figure 4. Result of Sobel algorithm

3.2. Comparison Method

The comparison process continues with special operations applied to the binary image obtained from the M1, M2, folders.

The Tanimoto similarity function (T_s) is applied in the calculation process according to the similarity ratio. For two images, bits in the same coordinate are compared with logical “AND” and “OR” bit operators. In the two pictures A and B , A_i, B_i shows the i^{th} bit of both images. Accordingly, the similarity of Tanimoto can be written as the equation in the following equation 5-a or 5-b:

$$T_s(A, B) = \text{cmpANDsum}_i(A_i = B_i \text{ and } A_i = 255),$$

$$\text{cmpORsum}_i(A_i = 255 \text{ or } B_i = 255),$$

Then $T_s(A, B) = \text{cmpAND} / \text{cmpOR}$ (5-a)

$$T_s(A, B) = \sum_i A_i \wedge B_i / \sum_i A_i \vee B_i$$
 (5-b)

4. Conclusion

Figure 5 shows the graph of the distance to the test tooth at the similarity ratio of the teeth. Black zigzag lines indicate the distance of each tooth to the test tooth. Blue straight line is the result of measurement made for test tooth. The tooth closest to this line is determined by the red round region and is shown on the chart with the label name.

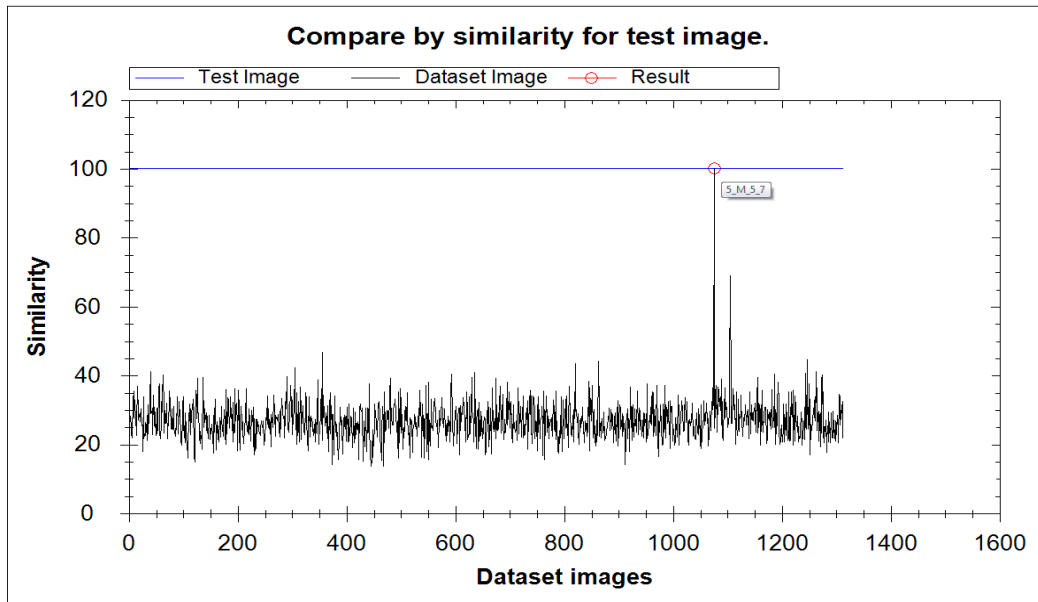


Figure 5. Result according to similarity

As can be seen from Figure 5, the exact result is obtained by comparison with similarity ratio. It is seen that only the teeth of their age group are close to the blue line. The other 1308 teeth are too far for the sought tooth.

In this study, computer environment was used instead of dental atlases used in forensic medicine to estimation age. A multi-disciplinary study was conducted to determine age and gender from dental X-ray images. The data base of 1313 dental images obtained from panoramic images were created manually. First of all, image enhancement was performed by applying 2 methods. The image of the teeth to be tested from outside, the results of the images obtained from these 2 methods (M1, M2) were compared according to similarity rates and both age and gender were estimated. Comparisons were made with samples from different ages. The results are compared with those of other age estimation studies in the literature and are shown in Table 1.

Table 1. Comparison with other methods

Method	Error	Number of tooth used										
Kvaal Method (Kvaal et al. 1995)	± 9.8 Standard Error, $\pm 0.5-2.5$ years	100										
Cameriere Method (Cameriere et al. 2004)	± 5 Standard Error	100										
Yang et al. Method (Yang et al. 2006)	± 8.3 Standard Error	28										
Star et al. Method (Star et al. 2011)	± 8.44 Standard Error	111										
Proposed Method Results (RG: Real Gender EG: Estimation Gender, Y:Year, E:Error)												
	4-9 years	9.5-22 years	22.5-63 years									
	M1	M2	M1	M2	M1	M2						
Comparing by	RG	EG	RG	EG	RG	EG	RG	EG	RG	EG	RG	EG
Similarity Ratio	F	F	F	M	F	F	F	F	M	F	M	M
	+0 Y E		+0.5 Y E		+0.5Y E		+0.5Y E		+1. E		1.5 Y E	

In our study, test procedures were performed on some dental images. According to the data obtained from these tests, better results are obtained from the studies in the literature. Looking at Table 1 above, the best results were obtained according to M1. Since the morphological characteristics of the teeth do not change as the age progresses, it is seen that the correct prediction success decreases.

References

- Afşin H. (2004), Adli Diş Hekimliği, Adli Tıp Kurumu Yayınları, Toprak Ofset, İstanbul.
- Al-sherif, N. (2013), Novel Techniques for Automated Dental Identification, Doktora Tezi, West Virginia University, ABD.
- Avuçlu E., Başçiftçi F. (2018), New Approaches to determine Age and Gender in Image Processing Techniques using Multilayer Perceptron Neural Network, Applied Soft Computing, 70, 157–168.
- Avuçlu E., Başçiftçi F. (2018), Determination age and gender with developed a novel algorithm in image processing techniques by implementing to dental X-ray images, Romanian Journal of Legal Medicine, 26(4), 412-418.
- Avuçlu E. (2019), Chronological age determination from dental X-Ray images by using artificial intelligence and image processing techniques, Ph.D. Thesis, The Graduate School of Natural And Applied Science of Selçuk University Computer Engineering.
- Avuçlu E., Başçiftçi F. (2019), Novel approaches to determine age and gender from dental X-Ray images by using multiplayer perceptron neural networks and image processing techniques, Chaos Solitons Fractals, 120, 127-138.
- Baransel, I.A., Dülger, H.E. (2007), 1998-2005 yılları arasında Gaziantep Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalında raporlandırılan yaş tayini olgularının irdelenmesi, Türkiye Klinikleri Adli Tıp Dergisi, 4(1), 1-6.
- Birdal R.G., Gumus, E., Sertbas, A., Birdal, İ.S. (2016), Automated lesion detection in panoramic dental radiographs, Oral Radiol, 32, 111–118.

- Büken B., Demir F., Büken E. (2003), 2001-2003 yılları arasında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı'na gönderilen yaş tayini olgularının analizi ve adli tıp pratiğinde karşılaşılan güçlükler, Düzce Tıp Fakültesi Dergisi, 5(2), 18-23.
- Cameriere, R., Ferrante, L., Cingolan, M. (2004), Variations in pulp /tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. *J. Forensic Sci.* 49, 317-319.
- Cameriere, R., Ferrante, L. (2008), Age estimation in children by measurement of carpals and epiphyses of radius and ulna and open apices in teeth: a pilot study, *Fore. Sci. Int.* 174, 60-63.
- Cameriere R., Giuliadori A., Zampi M., Galic I., Cingolani M., Pagliara F., et al. (2015), Age estimation in children and young adolescents for forensic purposes using fourth cervical vertebra (C4), *Int. J. Legal Med.* 129, 347–355.
- Çöloğlu A.S. (1999), Adli Olaylarda Kimlik Belirlemesi, In: Soysal Z, Çakalır C; eds. Adli Tıp Cilt 1. 1. baskı, İstanbul: İ.Ü., Tıp Fakültesi, 73-92.
- Dinçer İ. 2015, adli tıpta yaş tayininde dişlerin muayenesi ile elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi, bitirme tezi, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı, İzmir.
- Garvin, H.M., Passalacqua, N.V., Uhl, N.M., Gipson, D.R., Overbury, R.S., Cabo, L.L. (2012), Developments in forensic anthropology: age-at-death estimation, *A Companion to Forensic Anthropology*, John Wiley Sons, Ltd, 202–223.
- Gök Ş. (1991), Adli Tıp Kitabı, Filiz Kitapevi, İstanbul.
- Knight B. (1995), Simpson Adli Tıp Kitabı, Bilimsel ve Teknik Yayınları, Çeviri V. İstanbul.
- Kvaal, S.I., Kolltveit, K.M., Thomsen, I.O., Solheim, T. (1995), Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int*, 74(3), 175-85.
- Nystrom M., Peck L., Kleemola-Kujala E., Evalahti M., Kataja M. (2000), Age estimation in small children: reference values based on counts of deciduous teeth in Finns, *Forensic Sci. Int.* 110, 179–188.
- Schmidt, S., Baumann, U., Schulz, R., Reisinger, W., Schmeling, A. (2008), Study of age dependence of epiphyseal ossification of the hand skeleton, *Int. J. Legal Med.* 122, 51–54.
- Schmidt, S., Nitz, I., Schulz, R., Schmeling, A. (2008), Applicability of the skeletal age determination method of Tanner and Whitehouse for forensic age diagnostics, *Int. J. Legal Med.* 122, 309–314.
- Star, H., Thevissen, P., Jacobs, R., Fieuws, S., Solheim, T., Willems, G. (2011), Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *J. Fore. Sci.* 56(1), 77-82.
- Stimson P.C., Mertz C.A. (1997), *Forensic Dentistry*, CRC Press.
- Yang, F., Jacobs, R., Willems, G. (2006), Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT. *Forensic Sci Int.* 159(1), 78-83.
- Yun, J.I., Lee, J.Y., Chung, J.W., Kho, H.S., Kim, Y.K. (2007), Age estimation of Korean adults by occlusal tooth wear. *J. Forensic Sci.*, 52(3), 678-83.

Optimization Of Shell and Tube Heat Exchangers With Wolf Colony Algorithm

Fatih Kürşad Gündüz¹, Önder Kızılkın², Ecir Uğur Küçüksille^{3*}

Abstract: Shell and tube heat exchangers; the large pipe structures consisting of multiple parallel tubes which widely used in engineering. Shell and tube heat exchanger consisting %60 of heat exchanger used in the industry. That's why the optimization of shell and tube heat exchangers propounds great importance to the industry. During the design of this type of heat exchangers for the required heat transfer, it must be chosen optimal of value shell and tube diameter, the number of tube passes, placement of tubes, baffle cut, like many other parameters. At the same time, while the designing of shell and tube heat exchangers, economic criteria also have great importance. In this study, the wolf colony algorithm is used for optimizing the design of shell and tube heat exchangers in specific conditions. The optimization procedure is carried out using seven different design parameters of a heat exchanger. After the optimization procedure, optimum heat exchanger size and design parameters are determined. The results obtained in this study are also compared in terms of cost and area.

Keywords: Optimization, Wolf colony algorithm, Shell and tube heat exchanger, Heat transfer

1. Giriş

Mühendislik uygulamalarında en önemli ve en çok karşılaşılan temel işlemlerden bir tanesi, farklı sıcaklıklardaki iki veya birden fazla sıvının direkt veya endirekt temasıyla meydana gelen ısı değişimidir. Kazanlar, su ısıtıcıları, otomobil radyatörleri gibi düzenekler, bir sıcak ve bir soğuk akışkan arasında ısı alış verişinin olduğu süreçlere örnek olarak verilebilir. Isı değiştiricileri, kimyasal ve proses endüstrilerinde buharlaştırma, yoğunlaştırma, sterilize etme, damıtma, pastörize etme, kısımlara ayırma, kristalize etme, veya sıvı akışını ve kimyasal reaksiyon oranlarını kontrol etme gibi birçok işlemlerde kullanılmaktadır (Selbaş vd, 2006).

Isı değiştiricilerinin temel işlevi, farklı sıcaklıkta ve birbirinden katı cidar ile ayrılan iki akışkan arasındaki ısı geçişinin sağlanmasıdır. Bu tür ısı geçişini gerçekleştirmek için kullanılan cihazlar, ısı değiştiricisi olarak adlandırılır (Aydın vd, 2015). Çok sayıda ısı değiştiricisi tipleri olmasına rağmen, bunlardan gövde borulu ısı değiştiricisi, işletme sıcaklığının ve basıncının geniş aralıkta olması nedeniyle diğerlerine nazaran daha fazla uygulama alanına sahiptir (Genceli, 1999). Bu tip ısı değiştiricilerinde gövde tarafından bir akışkan ile borulardan diğer bir akışkan geçerek ısı değişimi işlemi sağlanır. Gövde borulu ısı değiştiricilerinin yaygın olarak kullanılmasının birçok sebebi vardır. Hacmine ve ağırlığına kıyasla oldukça büyük değerlerde ısı transferine olanak sağlarlar. Birçok özel uygulama için

¹ Bartın Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, 74100 Bartın

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

³ Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta

* İletişim yazarı: ecirkucuksille@sdu.edu.tr

çok fazla değişik tipte çeşitleri mevcuttur. Ayrıca contaları ve boruları çıkarılarak kolayca temizlenebilirler.

Gövde borulu ısı değiştiricileri, endüstriyel sistemlerde sıkça kullanılan bir sistemdir. Bu tip ısı değiştiricilerin dizaynı yapılırken, ihtiyaç duyulan ısı transferinin gerçekleşmesi için en uygun boru ve gövde çapları, boruların geçiş sayısı, yerleşim türü, şaşırtma levhası kesmesi gibi birçok parametrelerin seçilmesi gerekmektedir. En uygun ısı değiştiricisi dizaynı yapılırken aynı zamanda ekonomik kriterlerin de göz önüne alınması gerekmektedir. Bu parametrelerin birbirleriyle olan kombinasyonlarının verimli bir ısı geçişi için doğru bir şekilde tespiti gereklidir. En ekonomik olan en uygun tasarıma bu şekilde ulaşılır. Ulaşılan tasarımda verimin, ısı değiştirici kullanım ömrüne bağlı olarak azaldığı ve bunun en büyük etkeninin kirlilik direnci olduğu bilinmektedir.

Bu durum, yapılan optimizasyon işlemlerinin yanında, ısı değiştiricilerde akışın gövde tarafındaki ısı geçişi verimini artırmak için kullanılan saptırıcıların tasarımını da önemli bir parametre olarak ortaya çıkarmıştır. Bakım ve işletme maliyetleri düşünülerek yeni geliştirilen perde desenli saptırıcıların optimizasyona adapte edilmesiyle beraber optimizasyon, tam olarak amacına ulaşmaktadır (Aydın vd, 2015).

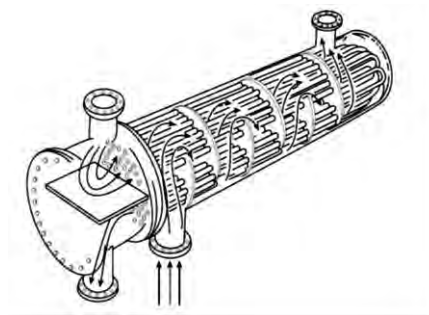
Bu çalışmada, gövde borulu ısı değiştiricisinin en uygun dizayn parametrelerinin belirlenmesi için kurt sürüsü algoritması kullanılmıştır. Optimizasyon sonucu, en uygun ısı değiştiricisi alanı ve maliyeti tespit edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Gövde Borulu Isı Değiştiricisi

Birden fazla akışkan arasındaki ısı değişimini sağlamak için kullanılan gövde borulu ısı değiştiricisi endüstrideki en fazla kullanılan ısı değiştiricisi modelidir. Bu yüzden en uygun maliyetle tasarlanması endüstride çok büyük önem arz etmektedir. Gövde borulu ısı değiştiricisi büyük bir gövde boru içindeki boru demetlerinden oluşur. Sıcak akışkan gövde tarafından, soğuk akışkan ise boru tarafından geçirilir ve bu sayede akışkanlar arası ısı değişimi sağlanır. U-tipi gövde borulu bir ısı değiştiricisi ve gövde tarafındaki akış Şekil 1’de gösterilmektedir.

Gövde borulu ısı değiştiricilerinin tasarımı karmaşık bir olaydır. Akışkanların giriş çıkış sıcaklıkları, kütle debisi gibi değerler bilindiği takdirde aşağıda verildiği gibi adım adım hesaplamalar yapılır. Gövde Borulu ısı değiştiricisinin ısı transferinin hesabı için Denklem (1)’deki formül kullanılır (Parmaksızoğlu ve Çeteci, 1999).



Şekil 1. Gövde borulu ısı değiştiricisi (Nellis ve Klein, 2009)

$$\dot{Q} = A \cdot K \cdot F \cdot \text{LMTD} \quad (1)$$

Yukarıdaki formülde \dot{Q} ısı yükü, A ısı transfer yüzeyi, LMTD, logaritmik ortalama sıcaklık farkı, K , ısı transfer katsayısı ve F ise düzeltme faktörüdür. Isı transferi Denklem (2)'deki formülden ayrıca hesaplanabilir.

$$\dot{Q} = \dot{m}_2 C_{P2} (T_{2g} - T_{2ç}) = \dot{m}_1 C_{P1} (T_{1ç} - T_{2g}) \quad (2)$$

Burada \dot{m} , debi, C_P özgül ısı, T sıcaklık, g alt indisi giriş, $ç$ alt indisi çıkış ve 1 ile 2 alt indisleri sırasıyla boru tarafını ve gövde tarafını ifade etmektedir. Boru tarafı için akış hızı aşağıdaki Denklem (3)'den bulunur.

$$V = \left(\frac{\dot{m}_1}{A_1 \rho_1} \right) / \frac{N_B}{s} \quad (3)$$

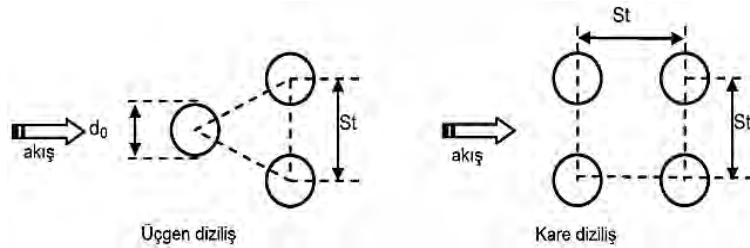
Burada ρ , yoğunluğu ve N_B , boru sayısını ve s ise geçiş sayısını belirtmektedir. Gövde içerisinde geçen boru sayısı aşağıdaki Denklem (4)'den hesaplanır.

$$N_B = C \left(\frac{D_G - 0.02}{d_0} \right)^n \quad (4)$$

Burada C ve n boru diziliş türü ve geçiş sayısına bağlı olarak değişen katsayılarıdır ve Tablo 1'de üçgen ve kare diziliş için verilmiştir. Ayrıca, gövde borulu ısı değiştiricisinde, üçgen ve kare olarak düzenlenebilen boru diziliş şematik olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Üçgen ve kare diziliş için C ve n değerleri

		Geçiş sayısı				
		1	2	4	6	8
Üçgen diziliş	C	0.319	0.249	0.175	0.0743	0.0365
	n	2.142	2.207	2.285	2.499	2.675
Kare diziliş	C	0.215	0.156	0.158	0.0402	0.0331
	n	2.207	2.291	2.263	2.617	2.643



Şekil 2. Gövde borulu ısı değiştiricisi boru dizilimleri (Genceli, 1999; Selbaş, vd., 2006).

Şekil 2'de d_0 , boru dış çapını ve St ise borular arası mesafeyi temsil etmektedir. Boru içinde ve dışında akan akışkanın Reynolds sayısı Denklem (5)'den belirlenir:

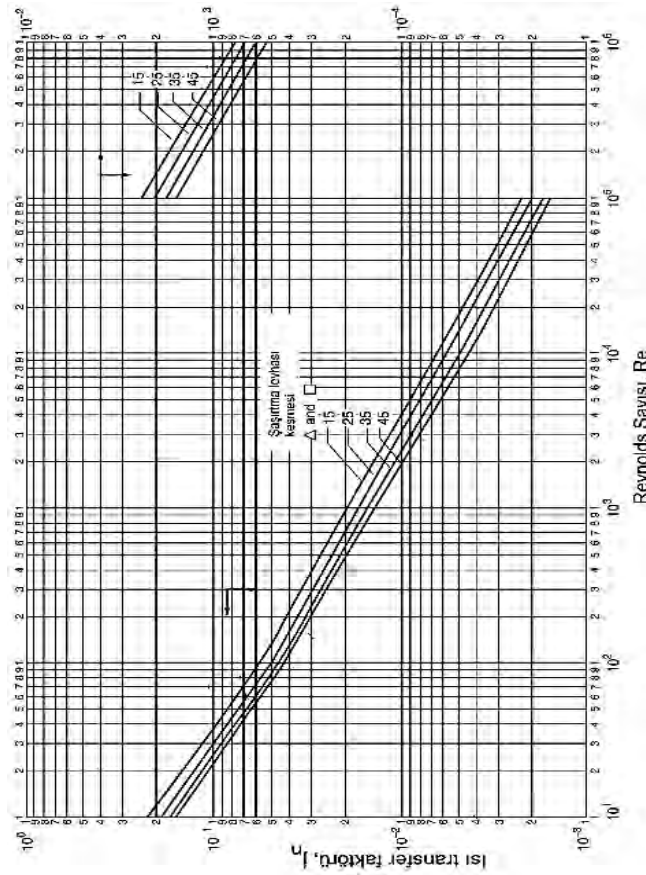
$$Re = \frac{V d \rho}{\mu} \quad (5)$$

Burada Re, Reynolds sayısı, d, boru iç çapı veya boru dışı akış için eşdeğer çap, V, boru içerisinde veya dışarısındaki akışkan hızı, ve μ ise akışkan dinamik vizkozitesidir. Boru tarafı ve gövde tarafı ısı taşınım katsayıları h_1 ve h_2 , Nusselt sayısına bağlı olarak denklem (6) ve (7)'den belirlenir:

$$Nu_1 = \frac{h_1 d_i}{k_1} = 0.023 Re_1^{0.8} Pr_1^{0.4} \quad (6)$$

$$Nu_2 = \frac{h_2 d_e}{k_2} = j Re_2 Pr_2^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_0} \right)^{0.14} \quad (7)$$

Yukarıdaki denklemde 1 ve 2 alt indisleri sırasıyla, boru tarafı ve gövde tarafını, d_e gövde tarafı eşdeğer çapı, μ_0 , cidar sıcaklığında akışkanın dinamik vizkozitesi, k, boru ve gövde malzemesi ısı iletim katsayısı ve Pr, Prandtl sayısıdır. Ayrıca Denklem (7)'deki j değeri ise Kern yöntemine göre boyutsuz ısı transfer faktörü olup Reynolds sayısı ve şarttırma levhası kesmesine göre belirlenir (Şekil 3).



Şekil 3. Gövde J_n katsayısının Reynolds sayısı ile değişimi

Denklem (1)'de verilen toplam ısı transfer katsayısı değeri K, aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\frac{1}{K} = \frac{d_o}{h_1 d_i} + R_{f,i} \frac{d_o}{d_i} + \frac{x_1}{k_1} + R_{f,o} + \frac{1}{h_2} \quad (8)$$

Yukarıdaki denklemde, x, boru et kalınlığı, $R_{f,i}$ ve $R_{f,o}$ ise sırasıyla boru içi ve dışı kirlilik direncidir. Ortalama logaritmik sıcaklık farkı LMTD değeri, gövde borulu ısı

değiştiricisindeki akış türlerine göre hesaplanır. Paralel akışlı, karşıt akışlı ve çapraz akışlı ısı değiştiricisi durumları için LMTD aşağıdaki denklemlerden hesaplanabilir (Genceli, 1999):

Paralel akış:

$$LMTD = \frac{(T_{2g}-T_{1g})-(T_{2ç}-T_{1ç})}{\ln\left(\frac{T_{2g}-T_{1g}}{T_{2ç}-T_{1ç}}\right)} \quad (9)$$

Karşıt akış:

$$LMTD = \frac{(T_{2g}-T_{1ç})-(T_{2ç}-T_{1g})}{\ln\left(\frac{T_{2g}-T_{1ç}}{T_{2ç}-T_{1g}}\right)} \quad (10)$$

Çapraz akış:

$$LMTD = \frac{[(T_{2g}-T_{2ç})^2-(T_{1ç}-T_{1g})^2]^{0.5}}{\ln\left(\frac{(T_{2g}-T_{2ç})-(T_{1g}-T_{1ç})+[(T_{2g}-T_{2ç})^2-(T_{1ç}-T_{1g})^2]^{0.5}}{(T_{2g}+T_{2ç})-(T_{1g}-T_{1ç})-[(T_{2g}-T_{2ç})^2-(T_{1ç}-T_{1g})^2]^{0.5}}\right)} \quad (11)$$

Denklem (1) ile verilen ısı transferinin hesaplanması için son olarak düzeltme katsayısı F değerinin hesaplanması gerekmektedir. F düzeltme katsayısı, paralel ve karşıt akış için 1 olup çapraz akış için aşağıdaki denklemden hesaplanır (Genceli, 1999):

$$F = \frac{\sqrt{R^2+1}}{R-1} \frac{\ln\left(\frac{1-P}{1-PR}\right)}{\ln\left(\frac{2-P(R+1-\sqrt{R^2+1})}{2-P(R+1+\sqrt{R^2+1})}\right)} \quad (12)$$

Denklem (12)'de R, düzeltme katsayısı ve P ise etkinlik olup Denklem (13) ve Denklem (14)'ten hesaplanır (Genceli, 1999):

$$R = \frac{(T_{2g} - T_{2ç})}{(T_{1ç} - T_{1g})} \quad (13)$$

$$P = \frac{(T_{1ç} - T_{1g})}{(T_{2g} - T_{1g})} \quad (14)$$

Isı değiştirici tasarımlarında, hem ilk yatırım maliyeti ve hem de işletme maliyetlerini etkileyen en önemli unsurlardan biride basınç düşümedür. Gövde borulu ısı değiştiricilerinde gövde içindeki pürüzlülüğün de basınç düşümüne küçük bir etkisi vardır. Basınç düşümü hesaplamaları için Gündüz (2016)'dan faydalanılmıştır.

Isı değiştiricisi optimizasyonunda kullanılan diğer ifadeler ise sermaye iyileştirme katsayısı (C_1) ve sermaye yatırım faktörüdür (C_2) ve aşağıdaki eşitliklerle verilmiştir.

$$C_1 = \frac{i(1+i)^{tp}}{(1+i)^{tp} - 1} \quad (15)$$

$$C_2 = \frac{\left(\frac{1+ec}{1+i}\right)^{tp} - 1}{1 - \left(\frac{1+ec}{1+i}\right)} \quad (16)$$

Yukarıdaki denklemlerde; tp , ise yıllık işletme periyodu, i , faiz oranı ve ec ise enerji maliyeti artış oranıdır. Gövde borulu ısı değiştiricisinin ilk yatırım maliyeti aşağıdaki denklemden bulunur (Genceli, 1999):

$$C_{iym} = A_1 C_{ID} C_1 \quad (17)$$

Denklem (17)'de C_{ID} , metrekare başına ısı değiştiricisi birim maliyetidir. İşletme maliyeti ise aşağıdaki Denklem (18)'den belirlenebilir:

$$C_{i\text{şlt}} = \frac{(\dot{W}_{p1} + \dot{W}_{p2}) t_{\text{yıl}} C_{\text{elek}} C_1 C_2}{3600 \times 1000} \quad (18)$$

Yukarıdaki ifadede $t_{\text{yıl}}$, yıllık çalışma periyodu ve C_{elek} elektrik maliyeti ve \dot{W}_p ise pompa gücüdür.

2.2. Kurt Sürüsü Algoritması

Bu algoritma Mirjalili vd. Tarafından önerilmiştir (Mirjalili vd., 2014). Gri kurtların avlanma davranışlarını ve sosyal liderliklerini taklit eder. Gri Kurtlar çok kayı bir sosyal hiyerarşiye sahiptirler. Bu hiyerarşi bir piramit gibi düşünülebilir.

Piramitin en tepesinde; lider olan, bir erkek ve bir dişiden oluşan ve alfa olarak adlandırılan grup vardır. Bu grup çoğunlukla; avlanma, uyuma alanı, uyanma zamanı vb. gibi onlarda karar vermektten sorumludur. İkinci seviyede, beta olarak adlandırılan grup vardır. Bu grup, karar verme sürecinde ve diğer faaliyetlerde alfa grubuna yardımcı olan alt gruptur. Beta kurt erkek veya dişi olabilir, aynı zamanda alfa kurtlardan birinin ölmesi durumunda alfa olmak için en iyi adaydır. En düşük seviyeli gri kurt omegadır. Bu kurtlar yemelerine en son izin verilen kurtlardır. Bir kurt alfa, beta veya omega değilse delta olarak adlandırılır. Delta kurtları alfalara vve betalara boyun eğmek zorundadırlar fakat omegaya hükmedebilirler (Mirjalili vd., 2014).

Bu algoritma üç adımdan oluşur. Bunlar sırasıyla; Avı Kuşatma, Arama ve Saldırma adımlarıdır. Avı Kuşatma adımında, av kurtlar tarafından kuşatılmaktadır. Arama adımında, kurtlar genellikle alfa tarafından yönlendirilmektedir. En iyi çözüm alfa olarak adlandırılır. İkinci ve üçüncü en iyi çözümler, beta ve delta olarak adlandırılır. Geri kalan aday çözümler omega olarak adlandırılır. Saldırma adımında, artık avın yeri belirlenmiştir ve saldırı işlemi gerçekleştirilir (Mirjalili vd., 2014).

3. Bulgular

Gövde borulu ısı değiştiricisi dizaynının, belirli şartlar için optimum dizayn parametrelerini belirlemek için kurt sürüsü algoritması kullanılmıştır. Bir önceki bölümde verilen dizayn eşitlikleri doğrultusunda hesaplamalar yapılmıştır. Problem çözümünde akışın türbülanslı olabilmesi için Reynold sayısı Re , hız ve basınç kaybı değerlerinin belli değerler sınırında olması gerekmektedir. Bu sınırlandırmalar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Değer kısıtlamaları

Değer	Kısıtlama Aralığı
Gövde tarafı Akışkanın Hızı	$V_1 < 1.5$
Boru tarafı Akışkanın Hızı	$V_2 > 0.1$
Gövde tarafı akışkanı için Reynold Değeri	$Re_1 > 2300$
Boru tarafı akışkanı için Reynold Değeri	$Re_2 > 2300$
Gövde tarafı akışkanı için Basınç Düşümü	$\Delta P_1 < 105$
Gövde tarafı akışkanı için Basınç Düşümü	$\Delta P_2 < 105$

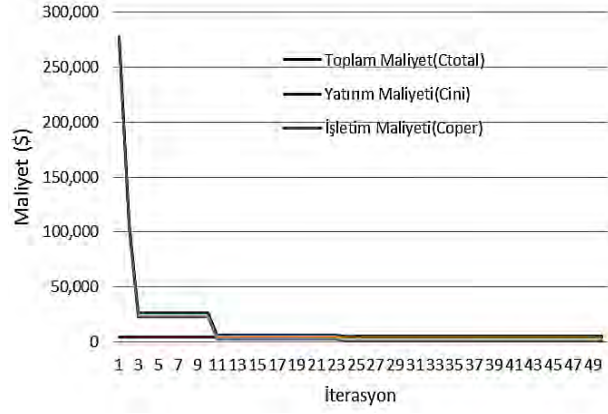
Optimizasyonda kullanılan gövde borulu ısı değiştiricisi dizayn parametreleri ise Tablo 3'te verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere, belirlenen parametrelere göre $11 \times 5 \times 14 \times 6 \times 4 \times 2 \times 3 = 110880$ adet tasarım konfigürasyonu denenmiştir.

Tablo 3. Gövde borulu ısı değiştiricisi parametre çizelgesi

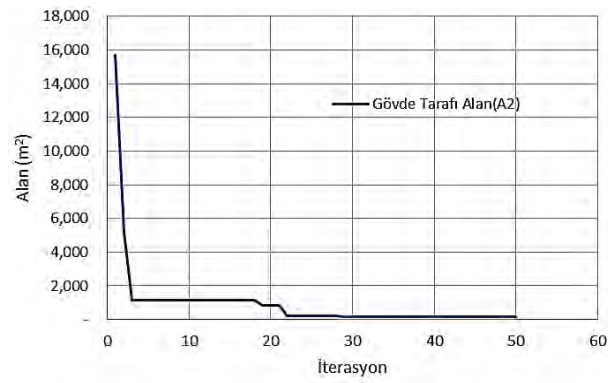
Parametre	Değer
Boru çapı	12 ile 32 mm arasında değişen bir değerdir. {12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32}
Boru geçiş sayısı	Gövde içinden geçecek olan akışkanın kaç defa kıvrılıp geçeceğini belirten bir değerdir. 1 ile 8 arasında değişen bir değerdir. {1, 2, 4, 6, 8}
Gövde çapı	Gövde borusunun dış çapıdır. 150 ile 1200 mm arasında değişen bir değerdir. {150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200}
Şaşırtma levhaları arası boşluk	Gövde borunun içindeki Kesmeler arasındaki boşluğun değeridir. Gövde çapının katı 0.2 ile 0.45 arasında bir değerdir. {2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5}
Şaşırtma levhası yüksekliği	Gövde boru içindeki kesmelerin yüzdelik yüksekliği olarak ifade edilir. %15 ile %45 arasında değişen bir değerdir. {15, 25, 35, 45}
Boru dizilimi	Gövde içindeki boru demetinin dizilimini ifade eden sayıdır. 1 için üçgen dizilim, 2 için kare dizilim. {1, 2}
Akış türü	Akışkanın akış yönünü ifade rakamlardır. 1 için paralel akın 2 için karşıt akım ve 3 için çapraz akım geçerlidir. {1, 2, 3}

Optimizasyon işlemi için gövde borulu ısı değiştiricisi dizayn şartları; boru demetinin içindeki akışkanın giriş sıcaklığı $20\text{ }^\circ\text{C}$, çıkış sıcaklığı $35\text{ }^\circ\text{C}$ ve gövdenin içinden geçecek olan akışkan için giriş sıcaklığı $75\text{ }^\circ\text{C}$, çıkış sıcaklığı $50\text{ }^\circ\text{C}$ olarak ele alınmıştır. Sıcak olan su gövde borunun içinden soğuk olan ise boru demetlerinin içinden verilmiştir.

Kurt sürüsü algoritması kullanılarak yapılan optimizasyon sonuçlarına göre algoritmanın maliyet-iterasyon değişimi Şekil 4'te, ısı değiştiricisi-iterasyon değişimi Şekil 5'de gösterilmiştir. Şekil 4 ve 5'ten görüleceği üzere, kurt sürüsü algoritması ile yapılan iterasyon ilerledikçe ısı değiştiricisi alanı ve maliyeti optimum noktaya gelmektedir. Bir diğer ifadeyle, iterasyon sayısı ilerledikçe toplam maliyet daha uygun hale gelmektedir. Kurt sürüsü algoritması ile yapılan denemelerde en uygun maliyet $5.336\text{ \$}$ olarak bulunmuştur.

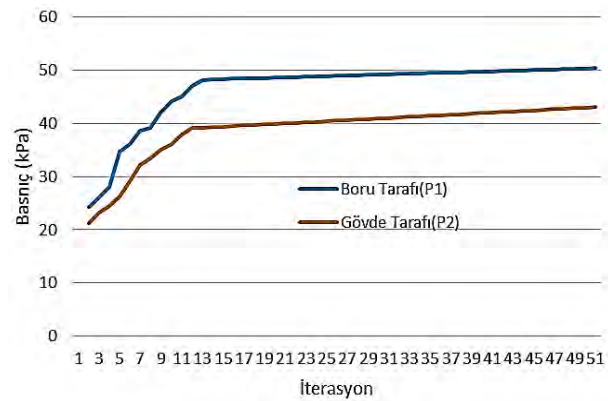


Şekil 4. Kurt sürüsü algoritmasında iterasyon ile maliyetin değişimi



Şekil 5. Kurt sürüsü algoritmasında iterasyon ile ısı değiştiricisi alanı değişimi

Optimizasyon prosedüründe kullanılan kısıtlamalardan birisi de basınç düşümünün 100 kPa'dan daha düşük olması gerekliliğidir. Bunun nedeni, basınç düşümünün artmasıyla beraber akışkan hareketini sağlayan pompa gücünün de artmasıdır. Yani basınç düşümünün belirli değerler altında kalması gerekmektedir. Kurt sürüsü algoritması ile yapılan optimizasyon işleminde basınç düşümü, hem gövde tarafı ve hem de boru içinde 50 kPa mertebelerinde kalmıştır. Bu durum, Şekil 6'da da görülmektedir.

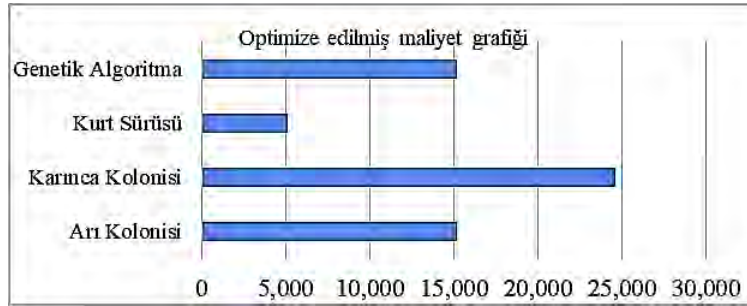


Şekil 6. Kurt sürüsü algoritmasında iterasyon ile basınç düşümü değişimi

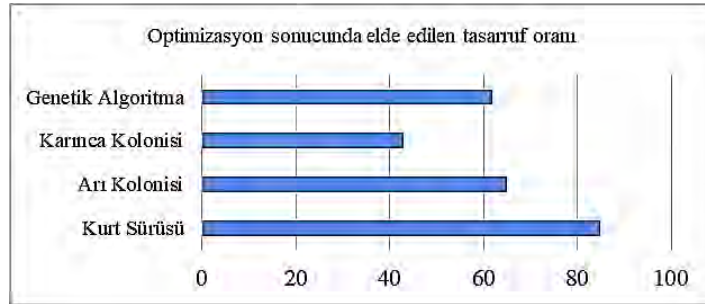
Kurt sürüsü algoritmasının, gövde borulu ısı değiştiricisi optimizasyonunda etkinliğinin test edilmesi için, farklı algoritmalarla da karşılaştırma yapılmıştır. Karşılaştırma için ısı

değiştiricisi Genetik algoritma, Karınca kolonisi ve Arı kolonisi algoritmalarıyla aynı parametreler için optimizasyona tabii tutulmuştur. Farklı algoritmalar ile yapılan optimizasyon sonuçlarına göre en iyi sonuç, Kurt sürüsü algoritması ile alınmıştır.. Şekil 7’de farklı algoritmalar için yapılan optimizasyon işleminde hesaplanan maliyet karşılaştırması görülmektedir. Şekilden de görüleceği üzere, en düşük maliyet Kurt sürüsü ile elde edilmiş, bunu Arı kolonisi ve Genetik algoritma takip etmiştir. Belirli tasarım parametrelerinde Kurt sürüsü algoritmasının sonucu maliyet 5.369 \$ olarak belirlenmiştir.

Şekil 8’de ise temel dizayn parametreleri ve optimizasyon sonucu elde edilen en uygun dizayn parametreleri ışığında elde edilen sonuçlara göre yapılan iyileştirme oranları görülmektedir. Kurt sürüsü algoritması ile yapılan analizlerde tasarruf oranı %87 olarak bulunmuştur.



Şekil 7. Elde edilen maliyet sonuçlarının karşılaştırılması tüm algoritmalar için karşılaştırılması



Şekil 8. Optimizasyon sonuçlarına göre farklı algoritmaların tasarruf açısından karşılaştırılması

4. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada en uygun gövde borulu ısı değiştiricisi dizayn şartlarını belirlemek için Kurt sürüsü algoritması kullanılarak analizler yapılmıştır. Belirlenen tasarım parametreleriyle; gövde çapı, geçiş sayısı, şaşırtma levhaları, levhalar arası boşluk, şaşırtma levhası yüksekliği, boru dizilimi ve akış türü gibi farklı dizayn değişkenleri için ayrı ayrı değerler kombinasyona tabi tutulup en uygun çalışma parametreleri tespit edilmiştir.

Ayrıca Kurt Sürüsü algoritmasının performansının karşılaştırılması için 3 farklı algoritma ile optimizasyon işlemi tekrarlanmıştır. Sonuçlara göre en uygun ısı değiştiricisi alanı ve maliyeti, Kurt Sürüsü algoritması ile elde edilmiştir. Bu çalışmaların endüstride geniş bir kullanım alanı olan gövde borulu ısı değiştiricisinin uygun maliyetle tasarlanmasına yeni bir bakış açısı kazandırılması amaçlanmıştır. Böylelikle güncel sürü zekâsı algoritmalarının

mühendislik alanında kullanımlarının verimli olduğu gösterilmiştir. Yapılan bu çalışmayla endüstride gövde borulu ısı değiştirici maliyeti en uygun düzeyde seçilebilecek ve işletmelere verimlilikler artacaktır.

Kaynaklar

Akay, B. (2009). Nümerik optimizasyon problemlerinde yapay arı kolonisi (Artificial Bee Colony) algoritmasının performans analizi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 301s, Kayseri.

Aydın A., Engin T., Yurduseven S., Özel G. (2015). Perde desenli gövde borulu tip ısı değiştiricilerinin optimizasyonu, CFD Analizi Ve Deneysel İncelenmesi, Mühendis ve Makina, 56(667), 32-40.

Genceli, O. F. (1999). Isı değiştiricileri, Birsen Yayınevi, 424s.

Gündüz, F.K. (2016). Gövde borulu bir ısı değiştiricisinin sezgisel algoritmalar ile optimizasyonu, Yüksek Lisans Tesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Hongdan, L., Sheng, L., Zhuo, Y. (2015). Application of adaptive wolf colony search algorithm in ship collision avoidance, International Journal of Simulation Systems, Science & Technology, 16(2A), 14.1-14.7

Hu-Sheng, W. U., Zhang, F. M., Lu-Shan, W. U. (2013). New swarm intelligence algorithm-wolf pack algorithm, Systems Engineering and Electronics, 35(11), 2430–2438

Jang J. S.R. (1997). Neuro-Fuzzy and Soft Computing: a computational approach to learning and machine intelligence, Chapter 7: Derivative-Free Optimization, Prentice-Hall, USA, s. 173-196.

Liu, C. Y., Yan, X. H., Wu, H. (2011). The wolf colony algorithm and its application, Chinese Journal of Electronics, 20(2), 212–216.

Mirjalili S., Mirjalili S.M., Lewis A. (2014). Grey wolf optimizer, Advances in Engineering Software, 69, 46-61.

Nellis G., Klein S. (2009). Heat transfer, Cambridge University Press, 1107s, New York, USA.

Parmaksızoğlu, C., Çeteci, Ö. (1999). Isı değiştiricisi tasarımı, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, 4-7 Kasım 1999, İzmir, 135-147.

Selbaş, R., Kızıllıkan, Ö., Reppich, M. (2006). A new design approach for shell-and-tube heat exchangers using genetic algorithms from economic point of view, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 45(4), 268–275.

Modeling of the Adsorption Process of Industrial Laundry Wastewaters with the Sunflower Seeds-Pyrrole-FeCl₃ Composite

Sevil Veli¹, Melike Isgoren^{2*}, Ayla Arslan¹, Eylem Topkaya¹,
Çisil Gülümser¹, Hatice Kurtkulak¹, Begüm Belat¹,
Şehriban Zeybek¹, Sibel Zor³, Anatoli Dimoglo⁴

Abstract: Developing chemical industry makes it possible to produce adsorbents that are easy to synthesize and cost-effective. Of these adsorbent groups, the adsorbents that are prepared from agricultural product wastes have recently attracted much attention with their unique properties. The adsorbent used in this study was prepared from waste sunflower seeds by using Pyrrole and FeCl₃ (SS-PPy+(FeCl₃)) after a carbonization process. Adsorption of industrial laundry wastewater following the primary treatment step (electrochemical treatment) was tried with the use of SS-PPy+(FeCl₃). By using Response Surface Methodology (RSM), adsorption efficiency and effect of reaction conditions on adsorption process were evaluated. pH, amount of adsorbent, reaction time and stirring rate were chosen as variables of the experimental design. The change intervals of the variables used in the model were determined by preliminary experiments. Treatment performance was followed by observing detergent treatment ranges. The suitability of the obtained model was evaluated statistically and checked with control experiments.

Keywords: Adsorption, Laundry wastewater, Response Surface Methodology, Waste shell adsorbents.

1.Introduction

Laundries produce waste gray water in proportion to the size of the service they provide by using detergents, washing aids and bleaches suitable for high-tech washing machines. These waters also have the potential to provide heat, detergent, time and clean water recovery through various treatment processes. Gray water treatment to reach the desired standards depending on the characteristics of the water physical, chemical or biological treatment technologies are used. For the aim of chemical treatment electrocoagulation, photocatalytic oxidation, ion exchangers and granular

¹University of Kocaeli, Department of Environmental Engineering, 41380 Kocaeli, Turkey.

² University of Kocaeli, Department of Environmental Protection, 41080 Kocaeli, Turkey.

³ University of Kocaeli, Department of Chemistry, 41080 Kocaeli, Turkey.

⁴University of Düzce, Department of Environmental Engineering, 81620 Düzce, Turkey.

* Corresponding author : melikeisgoren@hotmail.com

activated carbon is applied (Ustun G. E. and Tirpancı A., 2015). Activated carbon can be produced from shells and fruit seeds. Although there is not limitation for raw material for activated carbon production, materials that has low inorganic content but high carbonaceous content are preferred. Activated carbon production is performed in two stages; carbonization and activation. Activation process is done in two way; physical and chemical activation. With physical activation, cheap activated carbon with low surface area is produced for big scale industrial applications. On the other hand by chemical activation method higher surface area activated carbon is obtained for more specific application areas (Sayın E. Z., Kumas C. and Ergul B., 2016). Conductive polymers include polyaniline (PANI) and polypyrrole (PPy) have attracted great interest worldwide due to their environmental, thermal, chemical stability and high conductivity specialities. In addition, electrochemical properties of PANI and PPy provide advantages in terms of easy synthesis and resistance to thermal, environmental and chemical effects (Kim et al., 2004).

The statistical method of response surface methodology (RSM) has been proposed to include the influences of individual factors as well as their interactive influences. RSM which is a technique for designing experiment helps researchers to build models, evaluate the effects of several factors and achieve the optimum conditions for desirable responses in addition to reducing the number of experiments. Analysis of variance (ANOVA) provides the statistical results and diagnostic checking tests which enables researchers to evaluate adequacy of the models (Ghafari S at all.,2009).

In this study, the effect of pH, duration, amount of adsorbent and mixing speed on the adsorption process using conductive polymer obtained from sunflower seeds was determined by using Box- Bhenken experimental design model.

2. Material and Method

2.1 Characterization of Wastewater

Wastewater used in this investigation was supplied from a commercial laundry. All analysis that aimed the characterization of wastewater were set according to standart methods. The characterization of laundry wastewater was given in Table 1.

Table 1. Characterization of wastewater

Parameters	Results of Analysis	Parameters	Results of Analysis	Parameters	Results of Analysis
pH	11.39	TOC (mg/L)	270	Turbidity (NTU)	169
Conductivity (mS/cm)	1.72	Surfactant-MBAS (mg/L)	94	COD (mg/L)	1251
Temperature (°C)	20.5	Alkalinity (mg CaCO ₃ /L)	680	TKN (mg/L)	11
Absorbance (abs-228 nm)	1.829	Total Phosphate (mg/L PO ₄)	6.86	Color (Pt-Co)	121

2.2 Synthesis of Composites

Sunflower seeds were chemically activated with 100 mL aqueous solution of H₃PO₄ (50%) at 80 °C in water bath for 4 hours, and then activated shells were dried at 105 °C for 12 hours. Subsequently, they were carbonized to obtain activated carbon. After acquiring the activated carbons, 1 g of activated carbon was added into the 100 mL of continuously stirred FeCl₃ (5g) solutions. While stirring was on, 1 mL of pyrrol monomer was slowly added into this solution. After the homogenized mixtures had been obtained, these mixtures were put into the ultrasonic bath (Wise Clean WUC-AO6H) and polymerization was conducted at ambient temperature for 5 h. After this procedure, all samples were filtered through creped filter papers and washed for several times with distilled water. Finally, the polymerized activated carbons were dried in drying oven (Nüve FN500) at 60 °C for 24 h and then cooled in a desiccator for future use.

2.3 Adsorption Procedure

100 mL of laundry wastewater sample was taken into a 250 mL erlenmeyer flask and desired amount of SS-PPy+(FeCl₃) was added onto the sample. The samples were shaken in the water bath at room temperature (23°C). The samples were separated from the adsorbents by filtration at the end of the agitation. The efficiency of the adsorption process was evaluated via surfactant removal. Surfactant analysis were done according to standard method; methylene blue anionic surfactant (MBAS).

2.4 Experimental Disgn

As it is mentioned before, pH, reaction time, adsorbent dosage and mixing rate are the reaction conditions that effect the removal efficiency the most in the adsorption process. To understand the interactions between the variables Response Surface Methodology (RSM) was applied.

RSM is used for improving and optimizing the processes, which is a collection of mathematical and statistical techniques. The main advantage of this technique is to provide opportunity for evaluating the relative significance of several affecting factors in the presence of complex interaction. The Box–Behnken Design (BBD) is experimental design, which is used generally with RSM to fit a model by least squares

technique. BBD was used as experimental design to describe the effects of process independent variables (pressure, initial pH, time and temperature). The number of runs (N) required for the development of BBD is defined as $N = 2^k(k + 1 + C_0)$, (where k is number of factors and C₀ is the number of central points). BBD has the advantage of requiring fewer experiments instead of a full factorial design.

2.5 Research Findings and Discussion

Process factors and their levels are presented in Table 2. The independent variables' ranges and levels were determined from preliminary experiments, which give minimum and maximum removal efficiency of removal, for a well-defined model. Treatment efficiency was evaluated according to removal of surfactant. Trial version of Mini Tab 17 was used to model the data with Box- Behnken design approach. Table 4. shows the experimental design set off the study.

Linear, two-factor interaction (2FI), quadratic and cubic models were used in this study in order to obtain the appropriate regression equations.

Table 2. Process variables and their levels

Parameter	Units	-1	0	+1
pH	-	4	8	12
Reaction time	min	5	77.5	150
Adsorbent dosage	g/100 mL	0.3	0.9	1.5
Mixing rate	rpm	50	125	200

Table 3. Experimental set of the study

Number	pH	Reaction time (min)	Adsorbent dosage (g/100 mL)	Mixing rate (rpm)	%Surfactant Removal
1	8	5	0.9	50	80
2	4	77.5	1.5	125	100
3	4	150	0.9	125	95
4	8	150	0.9	50	94
5	8	150	0.9	200	97
6	8	77.5	0.3	200	86
7	12	150	0.9	125	93
8	8	150	0.3	125	84
9	12	77.5	0.9	50	87
10	12	77.5	0.9	200	98
11	8	77.5	0.9	125	85
12	8	5	0.3	125	66
13	8	5	1.5	125	95
14	12	5	0.9	125	85
15	8	5	0.9	200	93
16	4	77.5	0.3	125	85
17	8	77.5	0.9	125	82
18	8	77.5	0.9	125	80
19	4	77.5	0.9	50	95
20	4	77.5	0.9	200	95
21	12	77.5	1.5	125	96
22	4	5	0.9	125	90
23	8	77.5	0.3	50	77
24	8	77.5	1.5	50	97
25	8	77.5	1.5	200	98
26	12	77.5	0.3	125	78
27	8	150	1.5	125	94

The quadratic equation model for predicting the optimal conditions can be shown according to Equation.

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{k-1} \sum_{j=i+1}^k \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad (\text{Eq. 1})$$

Where, the predicted response (y) is therefore correlated to the set of regression coefficients (β): the intercept (β_0), linear ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$), interaction ($\beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$) and quadratic coefficients ($\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}$). k , is the number of factors analysed and optimized in the experiment and ε is the random error.

To verify the model experimental results of the study were compared with the calculated values of model. Additionally to examine the response of the model 3 set of experiment were realized which has the random reaction conditions different from the situations given in Table 3. And also Pareto Analysis was used to obtain the fractional effects of variables on removal efficiency. Equation of Pareto Analysis is given below;

$$P_i = \left(\frac{b_i^2}{\sum_{i=1}^n b_i^2} \right) \times 100 (i \neq 0) \quad (\text{Eq. 2})$$

b_i ; regression coefficient of quadratic model

Equation responding to the Box-Behnken design of surfactant removal efficiency by adsorption process is given below;

$$\begin{aligned} \text{Surfactant Removal (\%)} = & 104.75 - 8.215 X_1 + 0.1271 X_2 + 21.74 X_3 - 0.2148 X_4 + \\ & 0.3843 X_1^2 + 0.000392 X_2^2 + 2.20 X_3^2 + 0.001060 X_4^2 + 0.00288 X_1 X_2 + 0.343 X_1 X_3 \\ & + 0.00845 X_1 X_4 - 0.1084 X_2 X_3 - 0.000464 X_2 X_4 - 0.0450 X_3 X_4 \quad (\text{Eq.3}) \end{aligned}$$

Calculated values of experimental sets through the Eq. 3 and actual values of experiments are showed together in Figure 1. Conformity between the actual and calculated values can be seen from the proximity of the points to the linear axis ($R^2=0.98$)

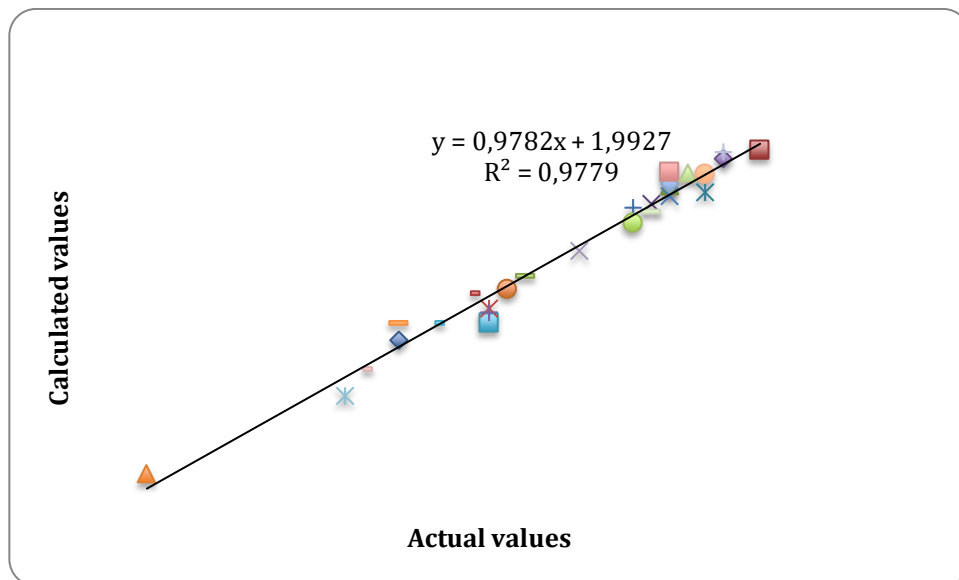


Figure 1. Calculated values and actual values of experimental sets

According to Figure 1. there is a high degree of agreement between real values and calculated values such as $R^2 = 0.9779$. In addition, the obtained R^2 value for the reliability of the program is 97.68%, the estimated R^2 value is 89.10% and the adjusted R^2 value is 94.97%. Anova test results of the model are given in Table 5.

Tablo 5. Anova test results of the model

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Model	14	1738.16	1738.16	124.155	36.07	0.000
Linear	4	1248.80	1248.80	312.201	90.70	0.000
Quadratic	4	327.29	327.29	81.823	23.77	0.000
Interaction	6	162.07	162.07	27.011	7.85	0.001
Error	12	41.31	41.31	3.442		
Lack of fit	10	28.80	28.80	2.880	0.46	0.835
Pure Error	2	12.51	12.51	6.253		
Total	26	1779.47				

All countour graphics, which are drawn for SS-PPy+(FeCl₃) adsorption model through the Minitab by using Box-Bhenken, are given in Figure 2.

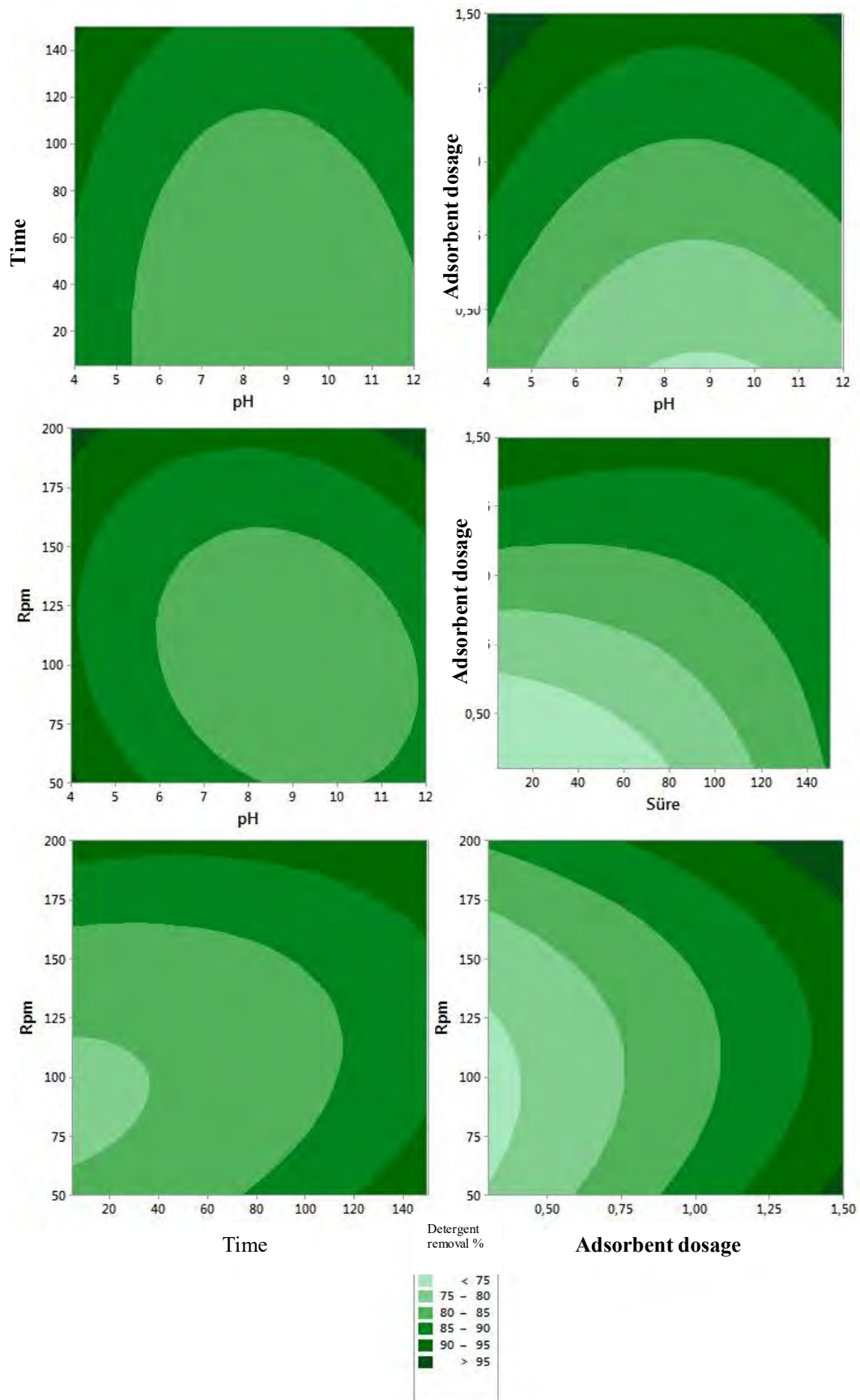


Figure 2. Efficiency of SS-PPy+(FeCl3) activity in adsorption process

According to Figure 2, when “pH-Time” interaction is considered, it is predicted that detergent removal efficiency of 90% can be obtained by working at pH 4 for 73 minutes and above. According to the model, when pH-Adsorbent Dosage”interaction is examined, it is determined that it can be worked with an adsorbent dosage of 0.87 g / 100 mL at pH 4 for detergent removal above 90%.

Considering the “pH-Mixing Speed” interaction, it was observed that a minimum mixing speed of 50 rpm and a yield of over 90% in the range of pH 4.2-5.6 can be achieved. When the “Time-Adsorbent Dosage” interaction was evaluated, it was determined that the adsorbent dosage could be achieved by more than 90% with 1.40 g / 100 mL adsorbent dosage, whereas the same yield could be obtained when the adsorbent dose was studied with 1.11 g / 100 mL for 150 minutes.

When the “Time-Mixing Speed” interaction was evaluated, it was predicted to work between 50 rpm and 122-150 min in order to achieve a yield of over 90% and the same efficiency could be achieved in each period over 194 rpm. When the “Adsorbent Dosage-Mixing Speed” interaction was examined, it was determined that the minimum adsorbent dosage could be 0.77 g / 100 mL by working at 200 rpm for 90% efficiency. In addition, it was found that it should be worked at 200 rpm with a dosage of 1.21 g / 100 mL adsorbent for over 95% yield.

According to the equation given in Equation 1, the most effective factor in detergent removal was adsorbent dosage with 87.56% and the secondary effective factor was pH with 12.40%.

3. Results and Suggestions

The application of adsorbent in the wastewater treatment to the adsorption processes by obtaining activated carbon from the rice shell can be seen as a good alternative considering the success of the detergent removal in our study.

When the results obtained from this study were evaluated, it was concluded that composite polymers obtained by chemically synthesized from rice husk were successful in treatment with high organic pollution wastewater. The equation obtained with Box-Bhenken design showed us that the most effective variable on the detergent removal in this adsorption process is the adsorbent dosage. The model has determined the efficiency factor for this variable as 99.45 %. According to this model, the optimum reaction conditions which can provide maximum detergent removal are Ph 6.5 while the adsorbent dosage is 0.6g/100mL, the mixing speed is selected as 97 RPM and the reaction lasts 150 minutes. The expected detergent removal in these conditions is 100%.

Acknowledgment: The authors thank TUBITAK Research and Development Program with Priority Fields (1003) for their financial support to the main Project 115Y797 and sub-Project 115Y820.

4.References

Ghafari S.,Hamidi Aziz H. A.,Isa M. H., Zinatizadeh A. A. (2009). Application of response surface methodology (RSM) to optimize coagulation–flocculation treatment of leachate using poly-aluminum chloride (PAC) and alum, *Journal of Hazardous Materials*, 163, 650-656.

Kim D-H, Abidian M, Martin D.C., (2004). Conducting polymers grown in hydrogel scaffolds coated on neural prosthetic devices. *J. Biomed. Mater. Res.*, 71, 577–585.

Sayın Z. E., Kumaş C., Ergül B., (2016). Fındık Kabuğundan Aktif Karbon Üretimi, *AKU J. Sci. Eng.* 16 (025805),409- 419.

Ustun G. E., Tırpancı A., (2015). Gri suyun arıtımı ve yeniden kullanımı, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 20(2), 119-139.

Static Voltage Stability Improvement using TCSC during Transient State in Power System

Burçin Özkaya^{1*}, M. Kenan Döşoğlu², Uğur Güvenç³, Okan Bingöl⁴

Abstract: In this study, voltage stability improvement with Thyristor Controlled Series Compensator is investigated when line outage is occurred in the IEEE-14 bus system. The continuous power flow with the simulation of system is studied and investigated using IEEE 14 bus test system. The IEEE-14 bus system is simulated to test the increasing load ability during transient state operation. With continuous power flow feature of Power Systems Analysis Program, voltage stability of the test system is investigated. Thyristor Controlled Series Compensator is connected for all buses, separately. The results of the simulations show that, the value of the maximum loading parameter increases with connecting the thyristor controlled series capacitor.

Keywords: Continuation power flow method, voltage stability, voltage collapse, TCSC

1. Introduction

With the developing technology, the demand for electrical energy is increasing day by day. The increase in energy demand forces power systems to operate in areas close to stability limits. As this situation leads to a decrease in the stability limits, the importance of voltage stability increases with the increase in energy demand (Dogan et al., 2011). Voltage stability can be defined as the ability of the load buses of a power system to maintain the values of voltage amplitude within certain limits under all conditions. The relationship between bus voltage levels and the maximum loading parameter is often referred to as voltage stability. Studies have been carried out with voltage stability in power systems. Generally, the effects of static and dynamic load models are examined.

In power systems, the voltage instability can cause the voltage collapse. Voltage collapse can define as a process of a sequence of events that leads to interruptions or abnormally low voltages in a large part of the power system. Thus, the voltage collapse mechanism is practically assumed to be of an aperiodic type. The voltage collapse lead to a partial or full power interruption in the system. The only way to protect a system from the effects of voltage collapse is to increase reactive power load or add additional reactive power before the system reaches the point of voltage collapse (Sode-Yome and Mithulananthan, 2004; Kamarposhti et al., 2008).

To prevent the voltage collapse, various methods are used. Nowadays, voltage problems of complex and large systems are solved more quickly and effectively thanks to FACTS devices. Moreover, when FACTS devices are used appropriately, they increase the stability limits of the power systems and ensure the best use of available resources. The most used and well-known FACTS devices are Static Var Compensator (SVC), Static Synchronous Compensator

(STATCOM), Thyristor Controlled Series Compensator (TCSC), Static Synchronous Series Compensator (SSSC) and Unified Power Flow Controller (UPFC). Each FACTS device has different effects on the system. In general manner, they can increase the carrying capacity of the system and control the power flow in the system (Sode-Yome et al., 2005; Kamarposhti et al., 2008).

In the literature, static voltage stability is the most studied and studied topic with FACTS devices. Continuous power flow method, widely used in voltage stability analysis, is utilized in order to analyze voltage stability of power systems. Sode-Yome and Mithulananthan (2004) compared the SVC and STATCOM in static voltage stability improvement. For the IEEE 14 bus test system, various performance measurements under different operating conditions were compared. Consequently, SVC and STACOM behave better than a simple shunt capacitor. Sode-Yome et al. (2005) studied on modified IEEE-14 bus test system to investigate and compare the effect of STATCOM, TCSC and SSSC on voltage stability assessment. The results showed that STATCOM provide higher voltage stability margin than TCSC and SSSC. Kamarposhti et al. (2008) presented the effects of SVC, STATCOM, TCSC, and UPFC on voltage stability. The IEEE-14 bus system was simulated to test the increasing load ability. The results showed that UPFC provide higher voltage stability margin than SVC, STATCOM and TCSC. Dogan et al. (2011) investigated the effects of TCSC and SSSC controller effects on the voltage stability. According to results, the improvements related to power increase were observed in terms of voltage stability.

In this study, when voltage collapse is occurred, TCSC is tested for all buses in the IEEE-14 bus test system for the static voltage stability improvement. The relationship between voltage-maximum loading parameter investigated to different buses in the test system. To create a voltage collapse in the system, a breaker is connected between buses (2-4). In the simulation study, Power Systems Analysis Program (PSAT) was used. The results of the simulations show that, the value of the maximum loading parameter increases with connecting the TCSC.

2. Voltage Stability and Continuous of Power low

Voltage stability is an ability to maintain the sufficient voltage magnitude in power system. The main factor of voltage instability is the inability of the power system to meet the demand reactive power. There are two types of voltage stability which are static voltage stability and dynamic voltage stability. Static voltage is related to reactive power imbalance. Therefore, the load ability of a bus depends on the reactive power support. When the system reaches the maximum loading point, active and reactive power losses rapidly increase. For voltage stability analysis, continuous power flow (CPF) method is widely used (Sode-Yome and Mithulananthan, 2004; Keskin, 2007).

The CPF analysis is used in voltage stability problems. In Jacobian matrix, there is a singularity at the voltage stability limit. In order to tackle this problem, the CPF is used. The CPF consists of two main steps: predictor and corrector steps. First, in order to estimate the next solution for a specified pattern of load increase, a tangent predictor is used. Then, the exact solution is employed by Newton-Raphson technique in the corrector step. Next, for a specified increase, a new prediction is made in load based on the new tangent vector. After this step, the corrector is applied. By the time of reaching the critical point, this progress continues. In the critical point, the tangent vector is zero (Boonpirom and Paitoonwattanakij, 2005; Keskin, 2007; Milano, 2009).

3. Thyristor-Controlled Series Compensator (TCSC)

TCSC is a type of series compensator. The basic structure of TCSC is shown in Figure 1. According to Figure 1, its structure is thyristor controlled an inductive brunch and a capacitive bank. Also, it uses thyristor-controlled reactor (TCR) in parallel with capacitive bank. TCSC is used for solving the problems such as the dynamic stability, transient stability, steady state stability and voltage stability in long transmission lines. TCSC controls the transmission line impedance via thyristor controlled capacitive bank. In voltage stability enhancement, the principle of TCSC is to control the transmission line impedance by adjust the TCSC impedance (Boonpirom and Paitoonwattanakij, 2005; Kamarposhti et. al, 2008; Mohanty and Barik, 2011).

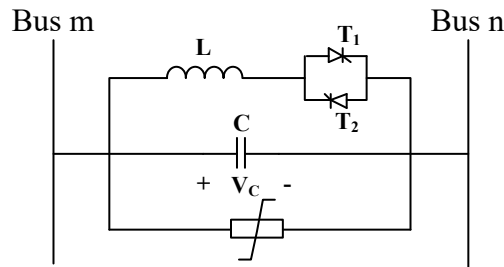


Figure 1. The basic structure of TCSC

The operating principle of TCSC depends on the relative reactance of the thyristor branch and the capacitor bank. The reactance of the capacitor and inductor is given in Eq. (1) and (2), respectively. The resonance frequency (ω_r) of LC is given in Eq. (3).

$$X_C = -\frac{1}{\omega_n C} \quad (1)$$

$$X_L = \omega L \quad (2)$$

$$\omega_r = \frac{1}{LC} = \omega_n \sqrt{\frac{-X_C}{X_L}} \quad (3)$$

4. Simulation Study and Results

IEEE 14-bus test system is used in the study shown in Figure 2. In this system, bus 1 is reference bus, bus 2, 3, 6, and 8 are generator buses, and the others are load buses. Moreover, to show the effects of voltage collapse on the system, a breaker was located between the line (2-4). In this case, the line (2-4) is off line. In the simulation study, Power Systems Analysis Program (PSAT) was used.

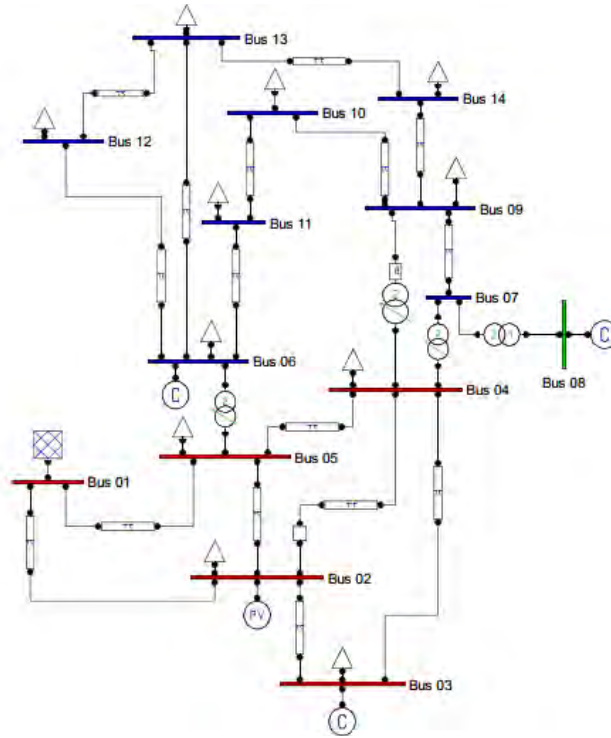


Figure 2. IEEE 14 bus system modeling

CPF analysis was performed in the 14 bus test power system without TCSC. The maximum loading parameter is 2.3037 p.u given in Figure 3. According to Figure 3, the critical buses are 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, and 14.

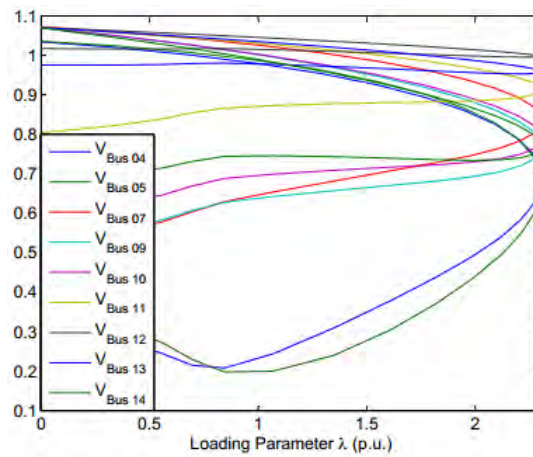


Figure 3. The base case λ -V curve

In the test system, TCSC is connected to all lines separately and the effect of TCSC on maximum loading parameter is examined. The results of the maximum loading parameter of all buses are given in Table 1. According to results, the TCSC is respectively connected between (1-2), (1-5), (2-4), (2-5), (3-2), (3-4), (5-4), (6-11), (6-12), (6-13), (7-9), (9-10), (9-14), (11-10), (12-13), and (14-13) the maximum loading parameters of them are respectively 2.3991 p.u, 3.4351 p.u, 3.2334 p.u, 3.521 p.u, 2.7015 p.u, 2.6608 p.u, 2.4014 p.u, 2.335 p.u, 2.3097 p.u, 2.3315 p.u, 2.3252 p.u, 2.3047 p.u, 2.3119 p.u, 2.3226 p.u, 2.3063 p.u, and 2.3331 p.u. When the results are compared to the maximum loading parameter of the base

case, the maximum loading parameters are increased for all cases after connected of TCSC between buses. Also, the largest increase is occurred when TCSC is connected between buses (2-5).

Table 1. The results of the maximum loading parameter of all buses

TCSC connected between buses	The maximum loading parameter (pu)
(1-2)	2.3991
(1-5)	3.4351
(2-4)	3.2334
(2-5)	3.521
(3-2)	2.7015
(3-4)	2.6608
(5-4)	2.4014
(6-11)	2.335
(6-12)	2.3097
(6-13)	2.3315
(7-9)	2.3252
(9-10)	2.3047
(9-14)	2.3119
(11-10)	2.3226
(12-13)	2.3063
(14-13)	2.3331

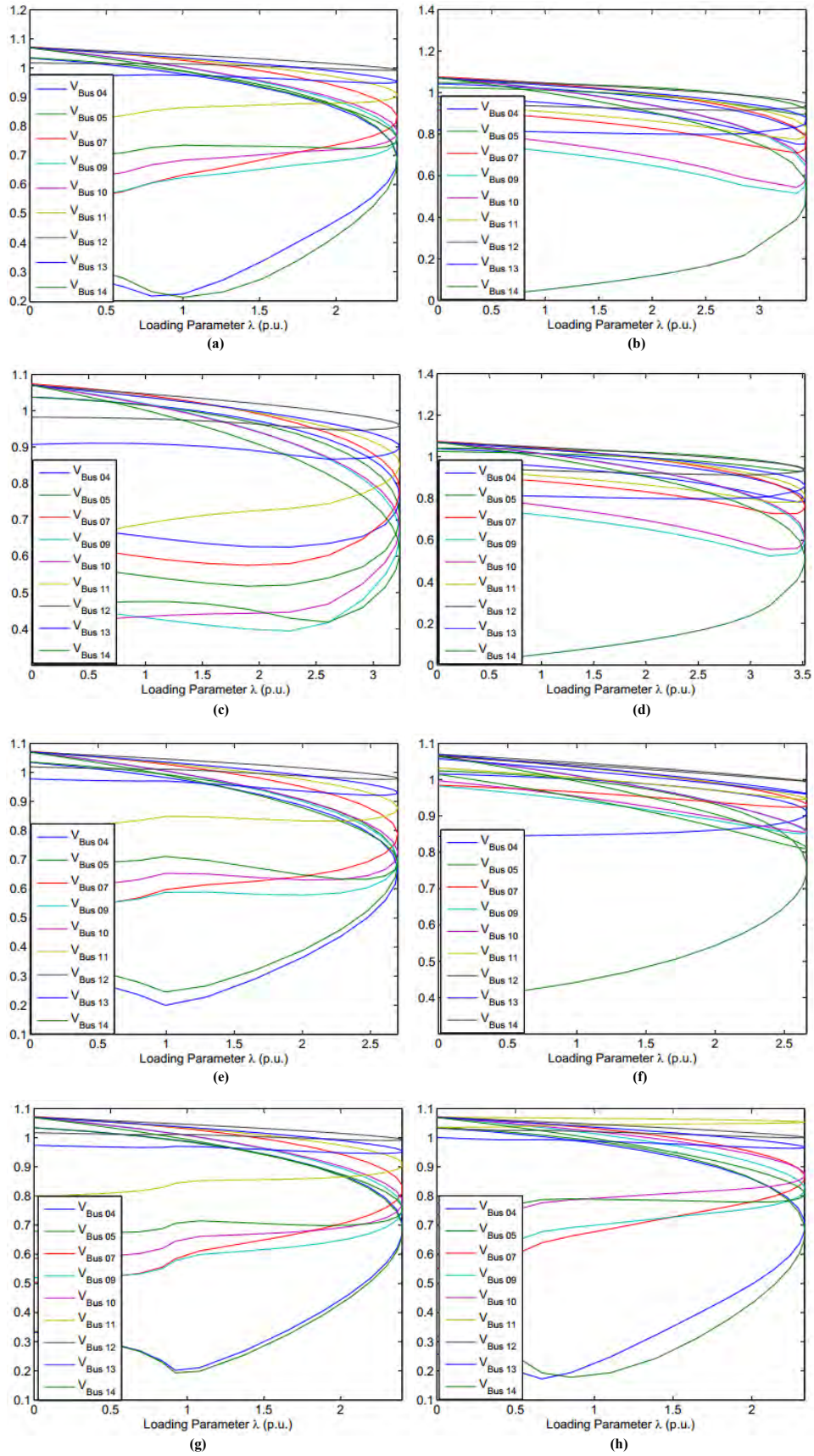


Figure 4. The λ -V curve with TCSC in between buses (a) (1-2), (b) (1-5), (c) (2-4), (d) (2-5), (e) (3-2), (f) (3-4), (g) (5-4), (h) (6-11)

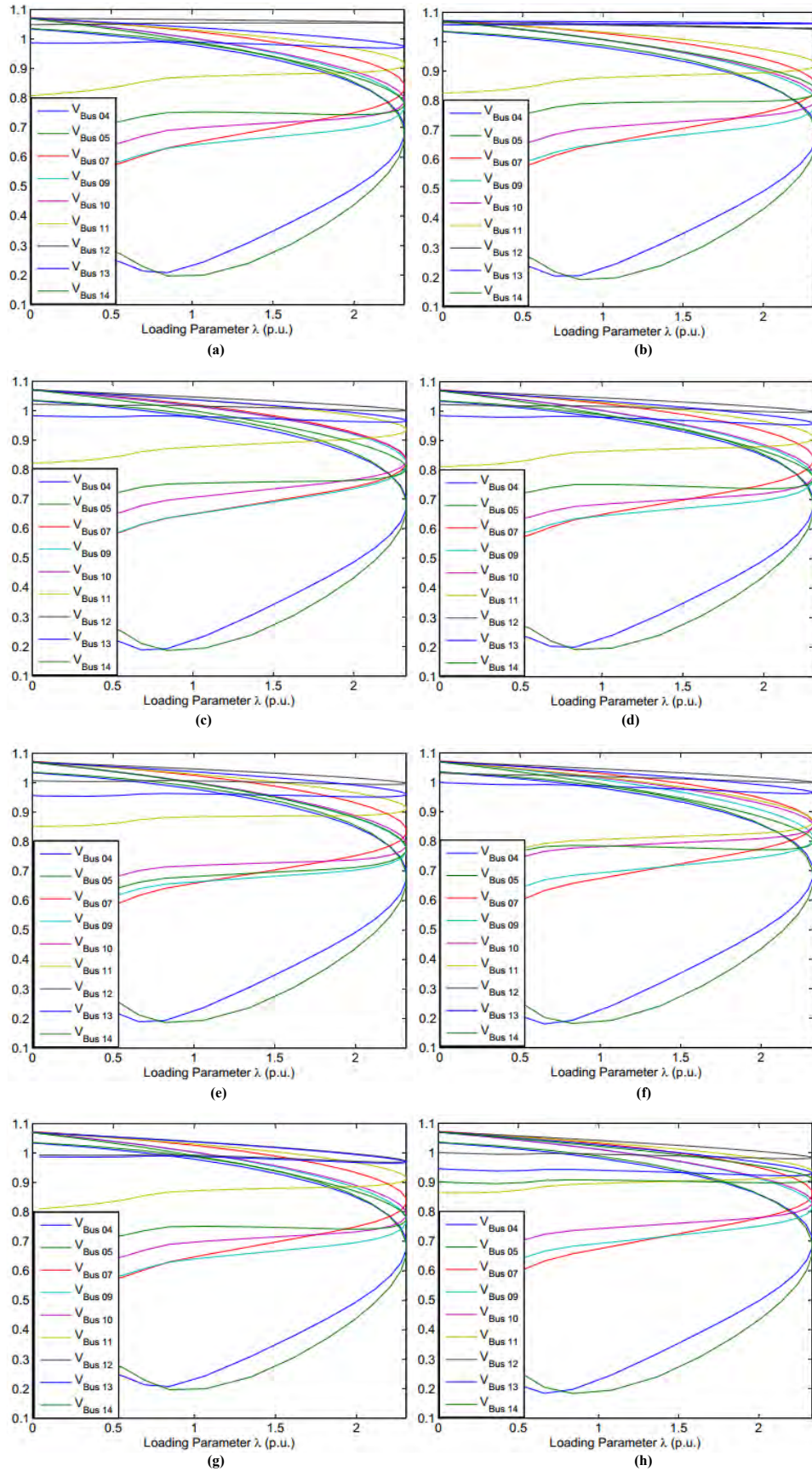


Figure 5. The λ - V curve with TCSC in between buses (a) (6-12), (b) (6-13), (c) (7-9), (d) (9-10), (e) (9-14), (f) (11-10), (g) (12-13), (h) (14-13)

5. Conclusion

In this study, 100 MVA TCSC is employed for voltage stability improvement during transient state operation. The continuous power flow with the simulation of system is studied and investigated using IEEE 14 bus test system. When voltage collapse is occurred in the system due to breaker which is connected between buses (2-4) without TCSC, the maximum loading parameter is computed in PSAT. The TCSC is connected to between the all buses, respectively. According to results, after connecting the TCSC, the value of the maximum loading parameter increases. As a result, the TCSC can prevent the voltage collapse and increase the load ability margin.

References

- Boonpirom, N., & Paitoonwattanakij, K. (2005). Static voltage stability enhancement using FACTS. In 2005 International Power Engineering Conference IEEE, 711-715.
- Dogan, M., Tosun, S., Ozturk, A., & Dosoglu, M. K. (2011). Investigation of TCSC and SSSC controller effects on the power system. In 2011 7th International Conference on Electrical and Electronics Engineering (ELECO), IEEE, 127-131.
- Döşoğlu, M. K., Tosun, S., Öztürk, A., & Poyraz, G. (2013). Faz Kaydirici Transformatörlerin Statik Gerilim Kararlılığı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 2(3), 43-52.
- Kamarposhti, M. A., Alinezhad, M., Lesani, H., & Talebi, N. (2008). Comparison of SVC, STATCOM, TCSC, and UPFC controllers for static voltage stability evaluated by continuation power flow method. In 2008 IEEE Canada Electric Power Conference IEEE, 1-8.
- Keskin, M. B. (2007). Continuation power flow and voltage stability in power systems. Middle East Technical University, Master Thesis.
- Milano, F. (2009). Three-dimensional visualization and animation for power systems analysis. Electric Power Systems Research, 79(12), 1638-1647.
- Mohanty, A. K., & Barik, A. K. (2011). Power system stability improvement using FACTS devices. International Journal of Modern Engineering Research (IJMER), 1(2), 666-672.
- Sode-Yome, A., & Mithulananthan, N. (2004). Comparison of shunt capacitor, SVC and STATCOM in static voltage stability margin enhancement. International Journal of Electrical Engineering Education, 41(2), 158-171.
- Sode-Yome, A., Mithulananthan, N., & Lee, K. Y. (2005). Static voltage stability margin enhancement using STATCOM, TCSC and SSSC. In 2005 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference & Exposition: Asia and Pacific IEEE, 1-6.

Electric Amphibious Boat Design

Hüseyin Yılmaz^{1*}, Rifat Emre Terzi^{1*}, Safa Yıldız^{1*}

Abstract: The aim of this study is to design an environmentally friendly electric boat that goes both on land and in water. Both land and water vehicles are called amphibians. In this study, firstly general information about amphibious vehicles has been given and literature research has been done about amphibious vehicles designed and produced to date. These types of vehicles, which are mostly used for military purposes, are now available in many models designed and manufactured for multipurpose. In this study, a vehicle with a fully electric propulsion system designed especially for inland waters, lakes and protected seas has been designed. The design and basic engineering calculations of the designed vehicle have been carried out both for land use and for water use. Designing the vehicle to be the size of a typical land vehicle will bring convenience in both production and operation. With the development of battery technology, interest in both electric and land vehicles is increasing day by day. Designed with the help of these developing technologies, the performance and usage areas of the vehicle will also increase. As a result, the concept-designed electric amphibious vehicle is both zero-emission and environmentally friendly. Work has been continuing in progress and prototype production has been considered in the future.

Keywords: Amphibious, electrically craft, zero emission, environmentalist boat

Elektrikli Amfibi Tekne Tasarımı

Özet: Bu çalışmanın amacı çevre dostu, hem karada hem de suda giden elektrikli tekne tasarlamaktır. Hem karada hem de suda giden araçlara amfibi adı verilir. Çalışmada öncelikle amfibi araçlar hakkında genel bilgi verilmiş olup, bugüne kadar tasarlanan ve üretilen amfibi araçlar hakkında literatür araştırması yapılmıştır. Daha çok askeri amaçla kullanılan bu tür araçların artık çok amaçlı olarak tasarlanan ve üretilen birçok modelleri mevcuttur. Bu çalışmada özellikle iç sularda, göllerde ve korunaklı denizlerde kullanılmak üzere tasarlanan tamamen elektrikli sevk sistemine sahip bir araç tasarlanmıştır. Tasarlanan aracın hem karada kullanımına yönelik hem de su alanlarında kullanımına yönelik temel mühendislik hesaplamaları yapılmıştır. Aracın tipik bir kara aracı boyutlarında olacak şekilde tasarlanması üretim açısından kolaylıklar getirecektir. Sonuç olarak tasarlanan bu elektrikli amfibi araç bir konsept tasarımıdır. Üzerinde çalışmalar devam etmekte olup ileride prototip üretimi de düşünülmektedir. Batarya teknolojisinin gelişmesi ile elektrikli hem kara taşıtlarına hem de deniz taşıtlarına ilgi her geçen gün artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Amfibi, elektrikli tekne, sıfır emisyon, çevreci tekne

1. Giriş

Bu çalışmada taşımacılıktaki birçok probleme çözüm getirebilecek, turizm sektörüne değişik bir bakış açısı katabilecek, ulaşımın sınırlarını artıracak amfibi teknelerin tanıtılması ve örnek bir amfibi tekne tasarımının oluşturulması amaçlanmıştır (Terzi vd, 2019). Sürekli gelişen teknoloji kaynaklı zararların en aza indirilmesini benimseyerek, oluşturulan örnek tasarımın inovatif olması hedef alınmıştır.

Amfibi tekneler en genel olarak hem kara şartlarına hem de su şartlarına adapte olabilen taşıtlar olarak tanımlanabilir. Bu tekneler boyutlarıyla ilgili sınıflandırma göz ardı edildiğinde, iki ana başlık altında sıralanabilir: hava yastıklı tekneler (hovercraft) ve farklı sistemleri barındıran tekneler. Bu tekneler aslında taşıtların off-road yeteneklerini arttırmak amacıyla geliştirilmiştir. Genellikle bu taşıtların kara ve su ortamlarındaki sevk hedeflenirken bazı özel amfibi tekneler, buz, kar, bataklık gibi zor kara şartlarına da uyum sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır.

1.1. Amfibi tekne örnekleri

Amfibi teknelere geniş kullanım alanı sağlamak amacıyla değişik sevk sistemleri geliştirilmiştir. En basit şekilde su geçmez ve yüzebilirliği olan bir gövdeye, karada da ilerleyebilmesi için eklenen sistemler veya karada ilerleyebilen taşıtların suda da ilerleyebilmesi için geliştirilen sistemlerle amfibi tekne oluşturulabilir.

Amphicar (amphicars.com)

1961-1967 yılları arasında üretilen ve Şekil 1.1’de görülen bu amfibi araç ilk özel girişimlerden sayılan basit bir yapıya sahiptir. Su üzerinde kış taraftaki iki adet pervaneyle sevk edilmektedir. Tekerleklerde herhangi bir hidrolik sistem bulunmamakta ve su üzerinde giderken de tekerlekler karadaki konumlarında kalmaktadır. Ayrıca bir dümen sistemi bulunmamaktadır. Ön tekerlerin karada yaptığı hareketiyle su içerisinde de manevra yapması sağlanmaktadır. Bu da aracın su üzerindeki manevra kabiliyetini düşürmektedir.



Şekil 1.1. Amphicar örneği

Water Car Panther (gibbsamphibians.com)

Watercar firması tarafından itfaiye hizmetlerinde kullanılmak üzere üretilen araç modelinin sivil kullanım için de modelleri mevcuttur. Şekil 1.2’de görülen ve Jeep’in SUV modellerine benzeyen bu araç daha çok bir kara taşıtı görünümündedir. Şasesi için çelik kullanılmış ve

gövdesi için fiberglas kullanılmıştır. Aracın hız verileri şöyledir; karada 137 km/h, suda 72km/h, aracın ağırlığı 1340 kg, sudaki sevki için ise su jeti kullanılmaktadır. Su jetlerinin performansı ile ilgili detaylı çalışmaya Moon-Chan Kim vd (2010) yer vermiştir.



Şekil 1.2. Water car panther örneği

Şekil 1.2 de görülen bu aracın en önemli özelliği sahip olduğu 3.7 litrelik 350 HP gücündeki motorunu hem 4 tekerleğe hem de su jetine güç iletmek için kullanılmasıdır. Bu sistemin avantajı, bir dümen sistemine veya başka bir motora ihtiyaç duymamasıdır. Hafif ve yüzebilirliği olan gövdeye normal bir şanzıman yerine özel bir aktarıcı ve kış tarafına da su jeti eklenmiştir. Bu sistem sayesinde su üzerinde de düşük kayıplarla hızlı gidebilmektedir.

Gibbs Phibian (gibbsamphibians.com)

Gibbs firması ilk yüksek hızlı amfibi tekne girişimcilerindendir. Geliştirdikleri sistemler için aldıkları birçok patent var. Temelde dört sistem göze çarpmaktadır.



Şekil 1.3. Gibbs firmasının geliştirdiği sistemler

Şekil 1.3’de kompozit malzemenen üretilen tekne formu ve süspansiyon tasarımı görülmektedir. Hidrolik sistem tekerlekleri sudayken yukarı çeker. Bu sayede sudaki direnç düşürülür ve yüksek hızlara ulaşılabilir. Bu tasarımın tekerlekleri indirmesi yaklaşık 5 saniye sürmektedir. Şekilde aynı zamanda su jeti ile aktarma sistemi de görülmektedir. Tek bir motora sahip Phibian bu aktarma sistemi sayesinde tahrik gücünü tekerlere ve su jetine iletebilmektedir. Değişik alanlar için üretilen Phibian’ın modelleri arasında, polis aracı, arama kurtarma aracı ve sivil kullanım için modelleri vardır (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Gibbs Phibian modeli örneği

2. Amfibi Tekne Dizaynı, Sistemler ve Boyutlar

2.1 Temel mekanik sistemler

Tahrik sistemleri

Gelişen pil teknolojisi, küresel ısınma ve iklim değişikliği, yeraltı kaynaklarının tükenmesi, gaz salınımlarına getirilen ağır koşullar gibi nedenlerden dolayı elektrikli motorlara olan ilgi artmaktadır. Dolayısıyla günümüzde motorlarıyla tahrik edilen bir amfibi aracın tasarlanması ve üretilmesi yakında yaygın hale gelecektir. Öncelikle içten yanmalı motorlar ile sevk edilen amfibi botlar elektrikli sevk sistemleri ile geliştirilmektedir.

Amfibi araçlarda elektrik motorunun kullanılması emisyon değerlerini düşürerek daha doğa dostu araçlar olmasını sağlayacaktır. Bunu yanında gürültü faktörü de oldukça azalacağından konfor açısından daha iyi konuma gelecektir. Gürültü faktörü az olacağından askeri açıdan tespit edilmesi zorlaşacak ve daha güvenli bir taşıt olacaktır. Amfibi araçlar hali hazırda kompleks sistemlere sahip taşıtlardır. Elektrik motoruna geçiş hareketli parça sayısını azaltarak aracı sadeleştirecek ve daha kolay tamir edilebilir duruma getirecektir. Ayrıca içten yanmalı motorlara göre yakıt maliyeti oldukça az ve kullanım ömrü diğer motorlara göre daha uzundur. Bu durumların yanında elektrik motorlarını ve elektrik sistemlerini sudan korumak için daha fazla önlem alınması gerekecektir. Dahası pil teknolojisi ne kadar gelişmiş ve gelişmekte olsa da yüksek güçleri, uzun zaman süresince sağlamakta başarılı olamamaktadır. Bu nedenle günümüz teknolojisindeki bataryalar şimdilik kısa menzilli çalışmalara imkan sağlamaktadır.

Hub motorları

HUB motorları, geleneksel elektrik motorlarının ortadaki parça hareketli dıştaki parça hareketsiz şeklinde olan çalışma prensibine ters olarak, ortadaki parça sabit, dıştaki parça hareketli olarak çalışır. Bu durumda eğer her tekerlek için ayrı bir HUB motoru kullanılırsa tekne gövdesinden çıkan şaftlara ihtiyaç duyulmayacağından, şaft yuvalarından sızabilecek su ihtimalini ortadan kaldırarak daha sızdırmaz bir gövdeye sahip olmamıza olanak verecektir.

Tekerlek kaldırma sistemleri

Özellikle sudan karaya geçerken ve karada seyahat ederken pervanenin ve sevk sisteminin zarar görmemesi için yerden uzaklaştırılması gerekir. Bunun için genellikle hidrolik sistemler

kullanılmaktadır. Benzer şekilde, suda yüksek hızlar amaçlayan araçlarda tekerlekler suda direnci çok fazla artıracaktır. Bunlar için de çoğu zaman hidrolik sistemler kullanılmaktadır (Şekil 2.1). Bunun yanında askeri amaçlı tasarlanan, daha çok karada kullanılacak araçlarda bu sistemin kullanılmadığı görülür. Bunun sebepleri arasında tekerleklerin; hidrostatiğe, stabiliteye veya yüzebilirliğe etkisi sayılabilir. Aynı şekilde bu tip araçlarda, suda yüksek hızlar amaçlanmadığı için tekerleklerin oluşturacağı fazla direnç önemsenmeyebilir.



Şekil 2.1. Tekerlek kaldırma sistemi

2.2 Dizayn kriterleri ve boyutlar

Bu çalışmanın asıl amacı olan amfibi botun detaylı dizaynının bir CAD programı kullanılarak yapılmasıdır. Dizayn yapılırken Gibbs Amphibians firmasının Phibian modeli örnek alınmıştır. Örnek alınan bu tasarım amaçlarımıza uygun olacak şekilde değiştirilip geliştirilmiştir.

Tasarıma başlanmadan önce amaçlanan kriterler;

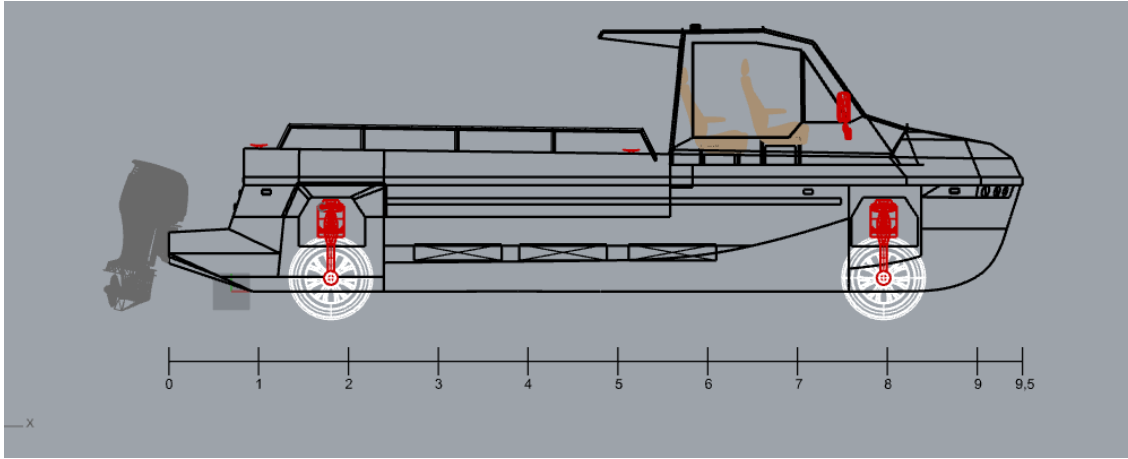
- Maksimum hız (suda) : 20 knot
- Taşıma kapasitesi : 8 kişi
- Ticari ve özel kullanım amaçlarına uygun
- İnovatif ve çevreci

olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda tasarlanan amfibi aracın teknik özellikleri Çizelge 2.1'deki gibi elde edilmiştir.

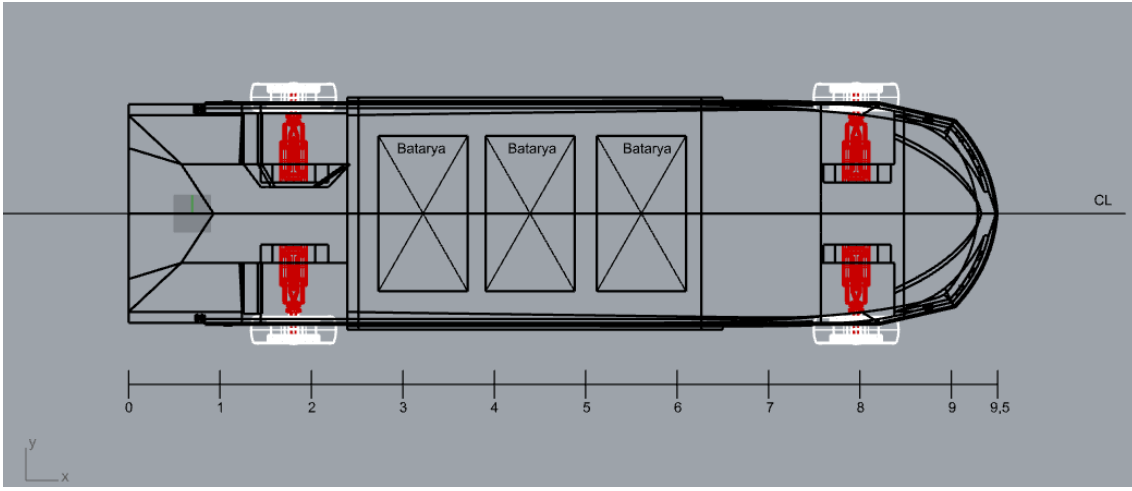
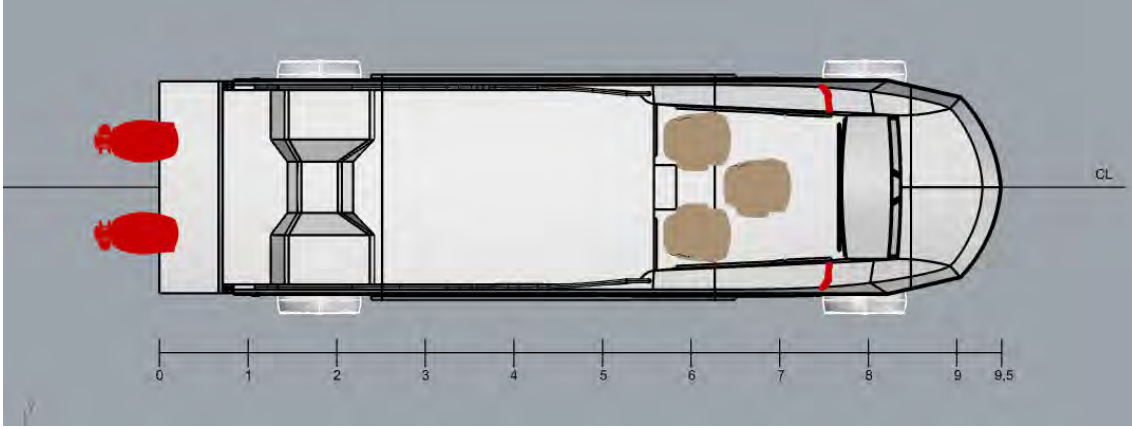
Çizelge 2.1. Amfibi bot teknik özellikleri

Botun Teknik Özellikleri	
Tam Boy (L_{OA}):	9,54 m
Dik. Arası Boy (L_{BP}):	9,261
Su Hattı Boyu (L_{WL}):	9,261 m
Genişlik (B):	2,54 m
Su Çekimi (T):	0,5 m
Deplesman (Δ):	4,062 t
C_B :	0,40
C_M :	0,58
C_P :	0,58
C_{WL} :	0,668
Seyir Hızı:	12 knot(%57)
Maksimum Hızı:	21 knot(%100)

Bu çalışmada tasarlanan amfibi teknenin profil kesit planı Şekil 2.1a ve Şekil 2.1b'de görülmektedir. Şekilde tekerlekler, süspansiyon sistemi, hub motorlar ve elektrikli kıştan takma motorlar da görülmektedir.



Şekil 2.2a. Amfibi teknenin profil görünüşü



Şekil 2.2b. Amfibi teknenin güverte kesit planları

2.3 Dizayn Uygulamaları

Yüksek süratlere ulaşılabilmesi için tekne direncinin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bot tasarımı yapılırken kayıcı tekne olarak tasarlanmıştır. Kayıcı tekneler yüksek hızlara ulaşırken çene vasıtasıyla oluşan hidrodinamik kaldırma kuvveti ile kayıcı duruma daha erken geçerek tekne direncini en aza indirmektedir. Bu da düşük güç değerlerinde yüksek verim elde edilmesini sağlamaktadır. Tasarlanan amfibi tekneye ait çeşitli görünüşler Şekil 2.3 ve Şekil 2.4'te verilmiştir.

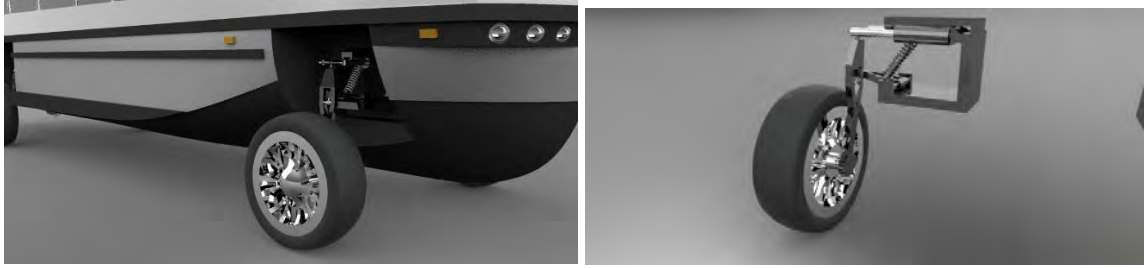


Şekil 2.3. Amfibi teknenin perspektif görünüşleri



Şekil 2.4. Amfibi teknenin profil ve önden görünüşü

Tasarımın devamında karada sevk edilmesini sağlayacak olan tekerlek ve süspansiyon sistemlerinin bulunduğu kısımlar belirlenerek bu bölgeler amaca uygun olarak tasarlanmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Amfibi teknenin tekerlek ve süspansiyon sistemleri

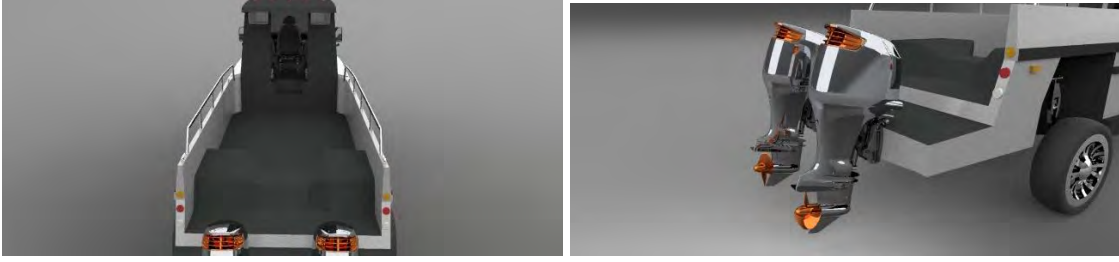
Amfibi teknenin suda sevk sırasında veya olumsuz hava koşullarında, sürücü mahallinde bulunan elektronik sistemlerin zarar görmesini engellemek amacıyla kapalı sürücü kabini oluşturulmuştur. Ancak burada bulunan sürücüye maksimum görüş açısı sağlamak amacıyla bu kısmın büyük bölümü cam olarak tasarlanmıştır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Amfibi teknenin kabin ve bataryalarının görünüşü

Tasarımda kullanılmak üzere özel olarak tasarlanan süspansiyon sistemleri, teknenin suya girdikten sonra tekerleklerin direnç oluşturmasını engellemek amacıyla katlanır süspansiyon sistemleri oluşturulmuştur.

Teknede sürücü kabini bulunan 3 kişilik yer haricinde teknenin arka tarafında 10 metrekarelik alan belirlenmiştir. Bu alan amaca uygun olarak boş bırakılmıştır. Ancak tercih edilmesi durumunda 8 kişilik koltuk yerleşimi yapılabilir.



Şekil 2.7. Amfibi tekne arkadan görünüşleri

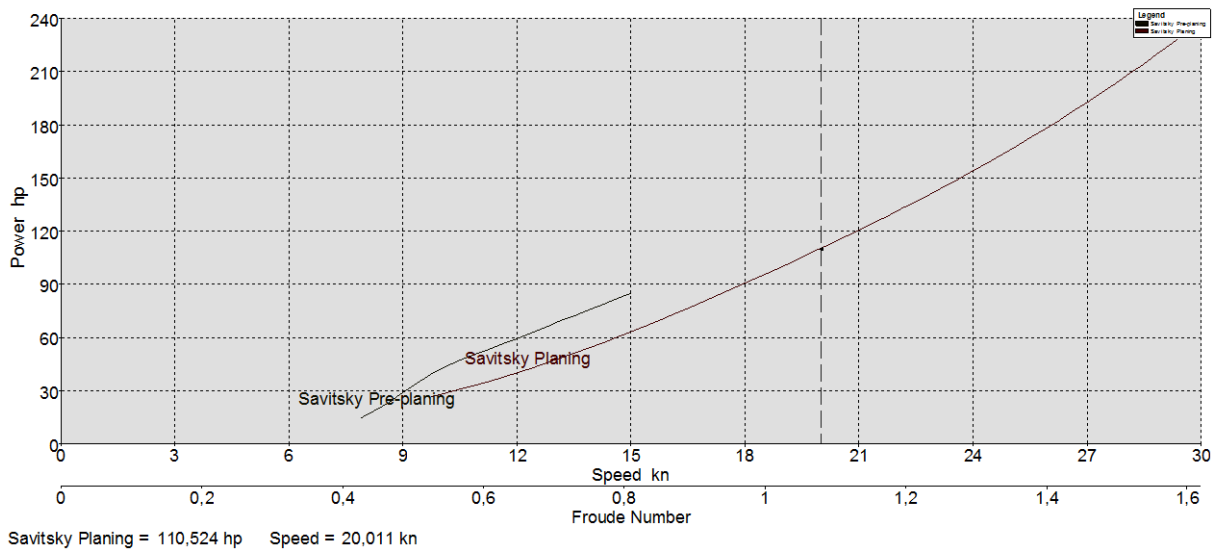
Teknenin sudaki sevkini sağlamak için kullanılacak olan dıştan takma motorlar kıç kısmında oluşturulan platforma yerleştirilmiştir. Teknenin karaya çıkması durumunda bu motorlar platform üzerine katlanır duruma geçerek pervane sisteminin karada zarar görmemesini sağlamaktadır (Şekil 2.7).

Teknede kullanılan sevk sistemleri tamamıyla elektrikli olacağından bu sistemlerin güç kaynağı olarak bataryalar kullanılmıştır. Teknede kullanılan sistemlerin enerjisini sağlayacak bataryaların ağırlığının fazla olması, teknenin stabilitesi için önemli bir değişken olmaktadır. Bu nedenle bataryalar enine simetrik, boyuna ise kıça trim oluşturacak şekilde konumlandırılmıştır.

3. Amfibi Tekne Mühendislik Hesaplamaları

3.1 Direnç hesaplamaları

Amfibi botun CAD modeli Rhino (Rhino 6 for Windows Evaluation,2019) programında mühendislik hesapları ise Maxsurf (bentley.com,2019) paket yazılımında gerçekleştirilmiştir. Direnç hesaplamaları yapılırken ‘Savitsky Metodu’ kullanılmıştır. Genel sevk verimi %55 olarak alınmıştır. Standart kayıcı teknelerde %60-65 oranlarında belirlenen verimlilik değeri bizim tasarımıımızda bulunan tekerlekler ve bu sistemlerin bulunduğu boşlukların fazladan direnç oluşturacağı göz önüne alınarak %55 olarak kabul edilmiştir. Tekne tasarımında bulunan çenenin işlevinin olabilmesi için draft 0,5 metre olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1. 0-30 knot hız aralığında performans değerleri

3.2 Tahrik sisteminin belirlenmesi

Önceki bölümlerde yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen güç ve direnç değerlerini karşılayabilecek elektrikli dıştan takmalı motorlar seçilmiştir. Elektrikli motor seçilmesinin nedenleri ise; İnovatif bir çalışma amaçlanması, Elektrikli motorların içten yanmalı motorlara göre NO_x, SO_x gibi zararlı gaz salınımlarının olmaması uygunluğu göz önüne alınarak tercih edilmiştir. Elektrikli motorların yatırım maliyetinin fazla olmasına karşın, bakım-tutum ve tüketim maliyetlerinin az olması bir başka etkidir. Çizelge 3.1’de teknik özellikleri verilen elektrikli kıçtan takma motorlardan 2 adet seçilerek 160 beygir güç sağlanmıştır. Burada 160 beygir seçilmesinde; %15 deniz marjininin eklenmesi, %5 su altı alanlarının kirlenmesinden kaynaklı kayıplar ve %5 de diğer kayıplar olarak belirlenerek hesaplanmıştır. Bu yapılan hesaplamalar performans değerleri tablosundan elde edilen azami 20 knot hız için gerekli olan güç değerleri ile yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Elektrikli motor genel özellikleri

Deep blue System	Deep blue 80 TL / TXL
Giriş güç değeri	55.1
İtiş gücü	32.4
Şaft gücü ve şaft boyu	80 HP / 20’’- 51 cm (L) 25’’/ 63.5 cm (XL)
Maximum genel verimi (%)	54
Bataryasız motor ağırlığı	139(L) / 145 (XL)
Pervane gücüne (Watt) göre saatlik km cinsinden hız değeri	v50/p50k
Maximum pervane hızı (rpm)	2400
Kontrol	Dümen yekesi



Şekil 3.2. “Deep Blue 80 Torqeedo” motor ve BMW i3 batarya

Çizelge 3.2. Batarya genel özellikleri

	BMW i3 Batarya
Voltaj	360 V
Maximum performans	55 kW
Kapasite	40 kWh
Ağırlık	278 kg
Ölçüler	1660x964x174 mm

Bataryalar daha öncesinde seçtiğimiz ‘Torqeedo Deep Blue 80’ motorunun paketi olarak sunulan BMW i3 tipi Lityum Bataryalar seçilmiştir. Yukarıda verilen verilere ve planlanan dizaynımızın gereklileri karşılaştırıldığında; Deep Blue 80 (L) tipi dıştan takmalı motordan 2 ve BMW i3 tipi bataryalardan 3 tane seçilmiştir. 3 tane seçilmesini sağlayan kriterler 160 beygir gücü yaklaşık olarak 120 kw/h enerjiye ihtiyaç duyacağından bu 3 bataryayı seri bağlayarak tamamlanmıştır. Bu sayede tam performansta 1 saatlik pil ömrü vardır (Çizelge 3.2).

3.3 Ağırlık hesaplamaları

Tasarımı yapılan amfibi teknede kullanılan makine, batarya ve diğer sistemlerin belirlenmesiyle ağırlık merkezinin konumunu belirlemek amacıyla çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, teknede kullanılan sistemlerin teknenin referans noktasına olan uzaklıkları ve ağırlıkları belirlenerek hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda teknenin ağırlık merkezinin konumu belirlenmiştir. Bu hesaplamalar iki durum için yapılmıştır. Bunlardan birincisi teknenin boş durumu içindir, diğeri ise dolu durumu içindir. Boş durum için sistemlerin ağırlıkları ve merkeze olan uzaklıkları Çizelge 3.3’ te görülmektedir. Teknenin mastorisi ve kaide hattı referans eksen olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.3. Boş durum için ağırlık merkezinin belirlenmesi

Elemanın İsmi	Elemanın Adedi	Elemanın Ağırlığı (kg)	Toplam Ağırlık (kg)	Ağırlığın Boyuna Konumu (m)	Ağırlığın Düşeyde Konumu (m)
Tekne Kabuğu	1	1400	1400	0,300	0,440
Batarya 1	1	278	278	-1,532	0,433
Batarya 2	1	278	278	-0,360	0,433
Batarya 3	1	278	278	0,923	0,433
Tekerlek Sistemleri	4	75	300	0	0
Makineler	2	140	280	-4,914	0,793
Diğer Sistemler	1	500	500	0,894	1,120
Sonuç Değerleri			3,314	-0,235	0,583

Tekne için yapılan ikinci ağırlık merkezi hesabında tekne üzerinde üçü sürücü kabininde olmak üzere toplamda 8 kişilik yolcu ağırlıkları hesaba katılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan ağırlık ve konum değerleri Çizelge 3.4’te gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. Dolu durum için ağırlık merkezinin belirlenmesi

Elemanın İsmi	Elemanın Adedi	Elemanın Ağırlığı (kg)	Toplam Ağırlık (kg)	Ağırlığın Boyuna Konumu (m)	Ağırlığın Düşeyde Konumu (m)
Tekne Kabuğu	1	1400	1400	0,300	0,440
Batarya 1	1	278	278	-1,532	0,433
Batarya 2	1	278	278	-0,360	0,433
Batarya 3	1	278	278	0,923	0,433
Mürettebat 1	3	95	285	1,527	1,730
Mürettebat 2	5	95	475	-1,292	0,730
Tekerlek Sistemleri	4	75	300	0	0
Makineler	2	140	280	-4,914	0,793
Diğer Sistemler	1	500	500	0,894	1,120
Sonuç Değerleri			4074	-0,235	0,680

3.4 Stabilite hesaplamaları

Tasarımda belirlenen ağırlık dağılımları, Maxsurf programının Stabilite modülüne veri olarak girilmiştir. Girilen bu değerler ile yapılan hesaplamalarda IMO kriterleri kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki tablo ve grafiklerde gösterilmektedir.

Hidrostatik değerler

Teknenin boş durumdaki ağırlık dağılımları ile yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen hidrostatik değerleri Çizelge 3.5' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Elde edilen hidrostatik değerler

Displacement t	0	0,1507	0,6697	1,541	2,698	4,281
Heel deg	0	0	0	0	0	0
Draft at FP m	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Draft at AP m	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Draft at LCF m	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Trim (+ve by stern) m	0	0	0	0	0	0
WL Length m	5,345	8,232	8,709	9,107	9,212	9,261
Beam max extents on WL m	0	0,669	1,292	1,933	2,54	2,54
Wetted Area m ²	0,001	3,186	6,952	10,712	17,265	20,054
Waterpl. Area m ²	0,001	2,958	6,281	9,218	14,67	15,778
Prismatic coeff. (Cp)	0,198	0,534	0,569	0,566	0,564	0,593
Block coeff. (Cb)	0	0,267	0,29	0,285	0,281	0,355
Max Sect. area coeff. (Cm)		0,5	0,533	0,503	0,498	0,599
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0	0,537	0,558	0,524	0,627	0,671
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	1,696	0,087	-0,103	-0,105	-0,185	-0,264
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	1,703	0,104	-0,05	-0,073	-0,395	-0,366
KB m	0	0,067	0,134	0,197	0,272	0,338
KG m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
BMt m	0	0,584	0,94	1,1	1,948	1,497
BML m	4947,68	137,246	67,502	44,014	33,708	24,05
GMt m	-0,5	0,15	0,574	0,797	1,72	1,336
GML m	4947,18	136,813	67,135	43,711	33,48	23,888
KMt m	0	0,65	1,074	1,297	2,22	1,836
Immersion (TPc) tonne/cm	0	0,03	0,064	0,094	0,15	0,162
MTc tonne.m	0	0,022	0,049	0,073	0,098	0,11

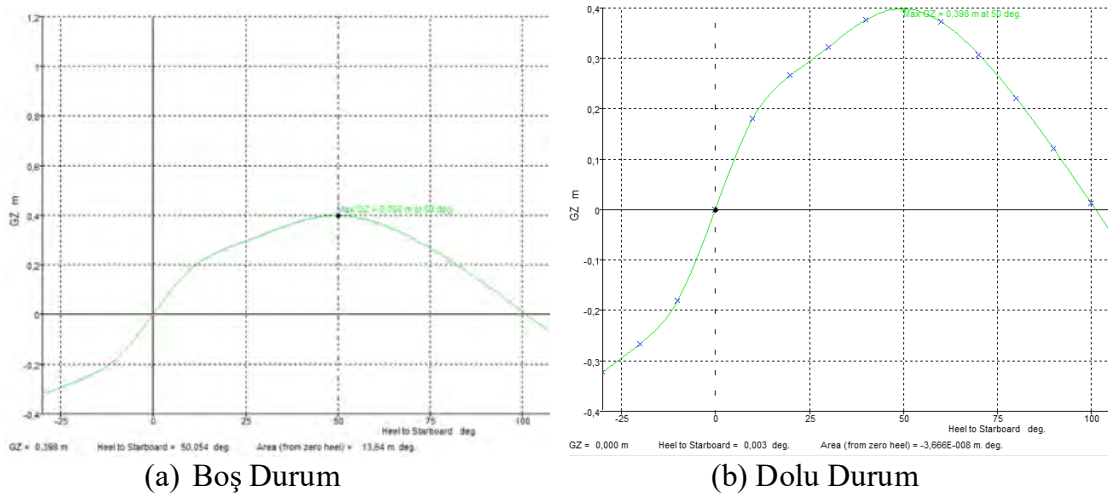
Amfibi teknenin boş ve dolu yükleme durumu için hesaplamalar

Amfibi teknenin boş ve dolu yükleme durumlarına ait hesap sonuçları Çizelge 3.6 ve Şekil 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.6. Boş ve dolu yükleme durumu için denge durumları

	Boş Durum	Dolu Durum
Draft Amidships m	0,440	0,488
Displacement t	3,314	4,074
Heel deg	0,0	0,0
Draft at FP m	0,438	0,492
Draft at AP m	0,441	0,483
Draft at LCF m	0,440	0,487
Trim (+ve by stern) m	0,003	-0,009
WL Length m	9,232	9,258
Beam max extents on WL m	2,540	2,540
Wetted Area m ²	18,720	19,785
Waterpl. Area m ²	15,491	15,734
Prismatic coeff. (Cp)	0,578	0,588
Block coeff. (Cb)	0,313	0,344
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,543	0,589
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,661	0,669
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	-0,234	-0,235
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	-0,426	-0,375
KB m	0,300	0,330
KG fluid m	0,583	0,680
BMt m	1,871	1,565
BML m	30,051	25,150
GMt corrected m	1,588	1,215
GML m	29,767	24,800
KMt m	2,170	1,895
KML m	30,350	25,480
Immersion (TPc) tonne/cm	0,159	0,161
MTc tonne.m	0,107	0,109
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	0,092	0,086
Max deck inclination deg	0,0160	0,0547
Trim angle (+ve by stern) deg	0,0160	-0,0547

Şekil 3.3'te boş ve dolu durum için teknenin deniz koşullarındaki statik stabilite eğrisi görülmektedir. Her iki durum için teknenin yeterli pozitif stabilite aralığına sahip olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 3.3. Boş ve dolu durum için doğrultucu moment kolu (GZ-Ø) grafiği

4. Sonuçlar

Değişen ihtiyaçlar ve gelişen teknoloji ile birlikte birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlayan elektrik tahrik sistemine sahip araçlar deniz ve kara ulaşımını birlikte gerçekleştiren şekilde amfibi araç olarak tasarlanmaktadır. Bu çalışmada da 9.5 metre boyunda amfibi bir araç dizaynı yapılmıştır. Amfibi tekne ile ilgili yapılan hesaplamalar uluslararası standartlara ve kurallara göre kontrol edilerek optimize edilmiştir. Teknenin inovatif ve çevreci olması dikkate alınarak tamamen elektrikli olarak tasarlanmıştır. Gelişen batarya teknolojileri ile elektrikli araçların seyir süreleri gün geçtikçe uzamaktadır. Bu çalışmada tasarlanan tekne hem karada hem de gl, baraj, su havzaları vb korunaklı isullarda rahatlıkla kullanılabilir bir donanıma sahiptir. Bundan sonraki aşamada çalışmada tasarlanan amfibi teknenin prototipi üretilecek olup, çeşitli testlere tabi tutularak geliştirilmesi devam edecektir.

Kaynaklar

<http://www.amphicars.com> (Erişim tarihi : 15/04/2019)

<https://www.gibbsamphibians.com/platform/humdinga/> (Erişim tarihi : 15/04/2019)

<https://www.gibbsamphibians.com/> (Erişim tarihi : 15/04/2019)

Rhino 6 for Windows Evaluation: www.rhino3d.com/ (Erişim tarihi : 15/04/2019)

<https://www.bentley.com/en/products/brands/maxsurf/> (Erişim tarihi : 15/04/2019)

Moon-Chan Kim, Warn-Gyu Park, Ho-Hwan Chun, Un-Hwa Jung, (2010). *Comparative study on the performance of Pod type waterjet by experiment and computation*, International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering, Volume 2, Issue 1, 2010, Pages 1-13, ISSN 2092-6782

R.E. Terzi, S.Yıldız, (2019). Amfibi tekne tasarımı, Bitirme Tezi, Danışman: H.Yılmaz, Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Müh. Bölümü.

LSTM ve CNN Ağları ile Mermer Numunelerinin Sınıflandırılması

Nazan Kemaloğlu^{1*}, Ecir Uğur Küçüksille²

Özet: Doğal Taş İşleme Sektöründe özellikle dekorasyon alanında kullanılan mermerler; renk, desen, yapı ve parlaklık durumlarına göre çeşitli standartlar altında sınıflandırılmaktadır. Son yıllarda seleksiyon işçilerinden çok otomatik sistemler tarafından sınıflandırılan mermerlerin; doğru bir görsel standartta olmaları büyük önem taşımaktadır. Çalışmamızda çeşitli makine öğrenme yöntemleri yardımıyla oldukça yüksek başarı oranları ile sınıflandırılabilen mermer numuneleri; özelleşmiş yapay sinir ağlarından LSTM (Long Short Term Memory) ve CNN (Convolutional Neural Network) ile sınıflandırılmıştır. Kullanılan mermer numuneleri 4 adet sınıfa ait toplam 112 örneği içermektedir. Numuneler 500*650 piksel çapında olup görüntüler elde edildikten sonra öznitelik çıkarma aşamasına geçilmiştir. Numunelerden öncelikle renk, doku ve parlaklık değerler için 13 farklı renk uzayından toplamda 286 adet öznitelik çıkarılmıştır. Bu öznitelikler boyut indirgeme algoritması ile 42'ye indirgenmiş ve sınıflandırma başarıları ölçülmüştür. Elde edilen bulgular ile daha çok görüntü işleme alanında kullanılan CNN modelin %95.65 doğruluk oranı ile; %91.30 başarıya ulaşan LSTM modelden daha doğru sonuç verdiği görülmüştür.

Keywords: LSTM, CNN, Öznitelik Seçme, Öznitelik İndirgeme, Mermer Sınıflandırma

1. Giriş

Türkiye sahip olduğu rezervler ve gelişen doğal taş endüstrisi ile; dünyada sayılı ülkeler arasında bulunmaktadır. Özellikle dekorasyon amacı ile kullanılan doğal taşların, belirli bir görsel standarta sahip olması beklenmektedir. Bu amaç için son yıllarda özellikle makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak geliştirilen çeşitli otomasyon sistemleri bulunmaktadır (Martinez-Alajarin vd., 2005; Selver vd., 2011; Akkoyun, 2010; Şişeci ve Cetişli., 2012; Şişeci vd., 2014; Metlek, 2015; Kemaloğlu vd., 2018).

Martinez-Alajarin vd. 2005 yılında çalışmalarında görüntüleri analiz edilirken 4 farklı renk uzayı test etmişlerdir. Mermerleri üzerinden öznitelik çıkarımı için gri düzey resimde toplam fark histogram yöntemi ile zıtlık homojenite entropi gibi öznitelikler PCA algoritması kullanılarak çıkarmışlardır. Çıkarılan bu öznitelikler geri yayılım algoritması ile eğitilmiş çok katmanlı bir sinir ağı ile sınıflandırılmış ve sonuc olarak %97 üzeri başarı sağlanmışır (Martinez-Alajarin vd., 2005).

Akkoyun 2010 yılında yaptığı çalışmada; bilgisayarda bulunan mermer resimleri üzerinde histogram germe ve histogram eşikleme işlemleri uygulamış, bunun sonucunda elde ettiği veriler üzerinden görsel bir sınıflandırma yapmıştır (Akkoyun, 2010).

¹ University, Department, Province, Country

² Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): serkanozdemir@isparta.edu.tr

Selver vd., 2011 yılında yaptıkları çalışmada, mermer sınıflandırması için yürüyen bant, ışıklandırma ve kameralı sistem kullanmışlardır. Sınıflandırma aşamasında genel görüntü işleme basamaklarını uyguladıktan sonra, yapay sinir ağları ile mermerleri sınıflandırmışlardır (Selver vd., 2011).

Akkoyun ve Toprak 2012 yılında yaptıkları çalışmada; traverten plakaların kalite kontrolünü yapmışlardır. Bu çalışma için bulanık mantık kullanılmış ve zayıf, iyi, çok iyi olarak üç ayrı sınıf belirlenmiştir (Akkoyun ve Toprak, 2012).

Şişeci ve Cetişli 2012 yılında yaptıkları çalışmada; görüntü üzerinde doku ve renk analizi yaptıktan sonra öznelikleri oluşturmuştur. Mermer örneklerinin ayrıştırılması aşamasında bulanık C-ortalamar ve hızlandırılmış K-ortalamar kümeleme yöntemleri kullanılmıştır. Tezde geliştirilen hızlandırılmış K-ortalamar algoritmasının yüksek başarı oranı yakaladığı görülmüştür (Şişeci ve Cetişli, 2012).

Metlek, 2015, yılında yaptığı çalışmada sınıflandırma için yüzey analizi yapmıştır. Mermer örneklerinden renk ve dokularına analizleri ile öznelikleri çıkarılmıştır. Çıkarılan öznelikleri fisher, uyarlamalı sinir bulanık sınıflayıcı ve kovaryans matris yöntemleri ile seçilmiş ve yine uyarlamalı sinir bulanık sınıflayıcı ve bayes yöntemleri ile sınıflandırılmıştır. Yapılan işlemler sonucunda hem öznelik seçiminde hem de sınıflandırmada Uyarlamalı Sinir Bulanık Yöntemlerin en yüksek başarı oranını verdiği tespit etmiştir (Metlek, 2015).

Pençe ve Çeşmeli 2019 yılında mermer numuneleri üzerinde Convolutional Neural Network kullanarak kalite bazında sınıflandırma yapmışlardır. Eldeki 84 adet numune 1. Ve 2. Kalite olarak sınıflandırılmıştır (Pençe ve Çeşmeli, 2019).

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada 4 mermer sınıfına ait toplamda 112 adet numune üzerinde çalışılmıştır. Kullanılan örnekler 10*10 boyutunda mermer görüntüleri kullanılmıştır. Öznelik çıkarma aşamasında ilk olarak RGB renk uzayı test edilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda sadece RGB renk uzayı ile tüm sınıfları ayırmanın mümkün olmadığı görülmüştür. Bu nedenle görüntüler RGB renk uzayından, doğrusal ve doğrusal olmayan dönüşümler ile diğer renk uzaylarına geçirilmiştir. Bu şekilde Çizelge 1’de verilen 13 farklı renk uzayı test edilmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan Renk Uzayları

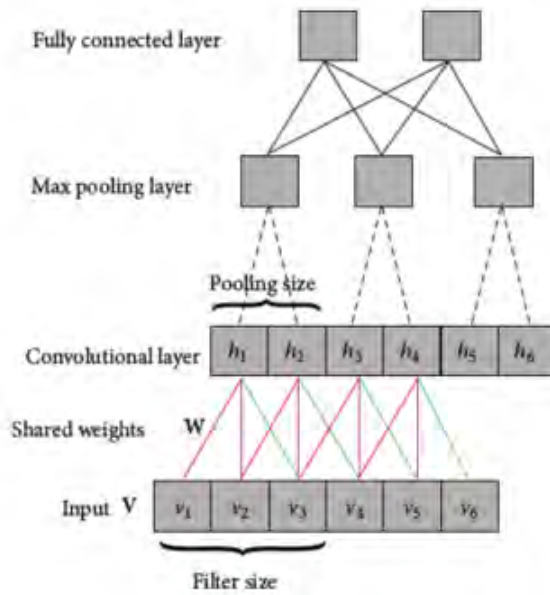
No	Renk Uzayı	No	Renk Uzayı
1	RGB	8	LMS
2	HSL	9	XYZ
3	YCbCr	10	LUV
4	YPbPr	11	LAB
5	YDbDr	12	LCH
6	YUV	13	OHTA
7	YIQ		

Görüntü işlemede öznelik çıkarmak kadar, bu özneliklerden hangilerinin en iyi olduğunu seçmek önemli bir konudur. Çünkü kullanılan öznelikler sınıflandırma başarısını doğrudan etkilemektedir. Öznelik çıkarma aşamasında her bir traverten görüntüsü için Çizelge 1’de belirtilen 13 adet renk uzayında toplamda 286 adet öznelik elde edilmiştir. Öznelik seçme

aşamasında; bir önceki adımda edilen öznelikler değerlendirerek, içlerinden sınıflandırma için en iyi olanlarını yukarıdan aşağıya doğru sıralanmaktadır. Fisher öznelik seçim algoritmasını da kullanılarak sınıfları birbirinden ayıracak en iyi 42 adet öznelik tespit edilmiştir.

2.1. Evrişimsel Sinir Ağları (Convolutional Neural Network, CNN)

İnsan görme sisteminin modellenmesiyle oluşturulan evrişimsel sinir ağları (convolutional neural networks-CNN), özellikle bilgisayarlı görü alanında en başarılı sonuçları elde etmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. CNN sınıflandırmada tercih edilmesinin en büyük nedeni, CNN'in küresel bilgidenden bir özellikler alanı çıkarabilmesi ve bu özellikler arasındaki ilişkiyi göz önünde bulundurmasıdır (Liao vd., 2017). Şekil 1'de verilen CNN mimarisi 4 katmandan oluşmaktadır. Giriş, Convolutional, Havuzlama ve Tam bağımlı katman.

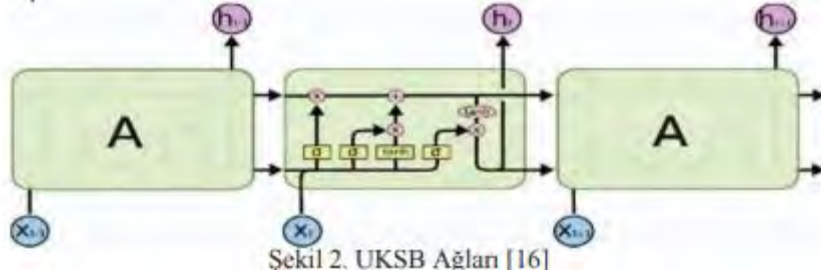


Şekil 1. CNN Temel Mimarisi (Çevik vd., 2018)

Giriş katmanı; ham verinin ağı verildiği katmandır. Konvolüsyon Katmanı (Convolutional Layer); CNN'nin temel katmanıdır. Özellikleri saptamak için kullanılmaktadır. Havuzlama Katmanı; Özelliklerin boyutunu azaltmak ve uygunluğunu kontrol etmek için kullanılmaktadır. Tam bağımlı katman ise CNN'nin son katmanıdır. Burada klasik yapay sinir ağları ile öğrenme yapılmaktadır. CNN algoritmaları görüntü ve ses işleme alanı başta olmak üzere doğal dil işleme (NLP), biyomedikal gibi birçok farklı alanda uygulanmaktadır (Şeker vd., 2017).

2.2. Uzun Kısa Süreli Bellek Ağları (Long Short Term Memory, LSTM)

RNN'lerde (Yinelemeli Sinir Ağları) meydana gelen gradyan kaybolması durumunun önüne geçmek için LSTM modeller ortaya çıkmıştır. LSTM'lerde klasik özyinelemeli sinir ağı modelinde bulunmayan unutmama katmanı bulunmaktadır (Kızrak ve Bolat, 2018). LSTM modellerde temel düşünce bir bilginin bellekte tutulup tutulmayacağına karar vermektir. LSTM ağlar Şekil 2'de verildiği gibi özel bir mimariye sahiptirler.



Şekil 2. LSTM Model(Çoban ve Karabey, 2017)

LSTM'deki hücre olarak adlandırılan bellekler hangi bilgileri tutacağına ve hangi bilgileri sileceğine karar verir. Daha sonra, hücrenin anlık durum çıktısını üretmek için ise bir önceki durum çıktısı, güncel bellek bilgileri ve güncel girdi akıllı bir şekilde birleştirilir (Ayata vd., 2017).

3. Bulgular

Yapılan çalışmada 4 farklı mermer sınıfına ait toplamda 112 adet görüntü kullanılmıştır. Görüntülerden öznetelik çıkarma işleminden sonra öznetelik indirgeme uygulanarak toplamda 42 adet öznetelik ile çalışılmıştır.

Elde edilen 42 adet öznetelik öncelikle LSTM sinir ağında modellenmiştir. Model için aktivasyon fonksiyonu olarak softplus kullanılırken; optimizör olarak adam seçilmiştir. Toplamda 16 batch size ile 50 epochs çalıştırılan LSTM model için 91.30% test başarısı elde edilmiştir. LSTM model için elde edilen confusion matrix Çizelge 2'de verilmiştir. Aynı şekilde modelden alınan keskinlik, anma ve f-skör değerleri de çizelge 3'te belirtilmiştir.

Çizelge 2. LSTM Model İçin Confusion Matrix

Sınıf Etiketleri	0	1	2	3
0	8	0	0	0
1	0	6	0	2
2	0	0	3	0
3	0	0	0	4

Çizelge 3. LSTM Model İçin Keskinlik, Anma, F-Skor Değerleri

Sınıf Etiketleri	Keskinlik	Anma	F-skör
0	1.0	1.0	1.0
1	1.0	0.75	0.86
2	1.0	1.0	1.0
3	0.67	1.0	0.80

Elde edilen 42 adet öznetelik öncelikle LSTM sinir ağından sonra CNN sinir ağında modellenmiştir. Model için aktivasyon fonksiyonu olarak softmax kullanılırken; optimizör olarak adam seçilmiştir. Toplamda 16 batch size ile 50 epochs çalıştırılan LSTM model için 95.65% test başarısı elde edilmiştir. LSTM model için elde edilen confusion matrix Çizelge

4’de verilmiştir. Aynı şekilde modelden alınan keskinlik, anma ve f-skor değerleri de çizelge 5’te belirtilmiştir.

Çizelge 4. CNN Model İçin Confusion Matrix

Sınıf Etiketleri	0	1	2	3
0	8	0	0	0
1	0	8	0	0
2	0	0	3	0
3	1	0	0	3

Çizelge 5. CNN Model İçin Keskinlik, Anma, F-Skor Değerleri

Sınıf Etiketleri	Keskinlik	Anma	F-skor
0	0.89	1.0	0.94
1	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0
3	1.0	0.75	0.86

4. Tartışma ve Sonuçlar

Son yıllarda otomatik sistemler üzerinde yapılan çalışmalarla birlikte; mermer örneklerinin standarta uygun şekilde sınıflandırılması alanında büyük yol alınmıştır. Makine öğrenmesi algoritmalarının yanı sıra; derin öğrenme için kullanılan algoritmalar da mermer sınıflandırmada önemli bir yer edinmektedir. Yapılan çalışmada yapay sinir ağlarının en çok tercih edilen algoritmalarından Evrişimsel Sinir Ağları (Convolutional Neural Network – CNN) ve Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short Term Memory – LSTM) kullanılarak 4 farklı sınıfa ait mermer örnekleri sınıflandırılmaya çalışılmıştır. Görüntüleri ham şekilde kullanmak yerine; görüntülerden elde edilen öznelikler üzerinde işlemler gerçekleştirmiştir. Elde edilen sonuçlarda CNN modelin LSTM modelden daha açıklayıcı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Aynı test verisi grubundan alınan sonuçlarda LSTM modelde toplamda 23 numuneden 3’ü; CNN modelde ise 23 örnekten sadece 1’i yanlış etiketlenmiştir. İki modelden de ayrı ayrı alınan keskinlik, anma ve f-skor değerleri de CNN modelin LSTM modelden daha yüksek etiketleme başarısı yakaladığını göstermektedir.

Kaynaklar / References

Akkoyun, Ö., (2010). An Evaluation of image processing methods applied to marble quality classification. in computer technology and development (ICCTD), 2010 2nd International Conference on (pp. 158-162). IEEE.

Akkoyun, O., Toprak, Z. F., (2012). Fuzzy-based quality classification model for natural building stone blocks. Engineering Geology, 133, 66-75.

Ayata, D., Saraçlar, M., & Özgür, A. (2017). Political opinion/sentiment prediction via long short term memory recurrent neural networks on Twitter. In 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE.

Çevik, K.K., Berber, F.S., Küçükşille, E.U. (2018). Mapping location of a suspect by using forensic images taken with their own mobile phone, *International Conference on Engineering Technologies (ICENTE'18)* (pp. 93-96).

Çoban, Ö., & Karabey, I. (2017). Music genre classification with word and document vectors. In *2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 1-4). IEEE.

Kemaloglu, N., Aydoğan, T., & Metlek, S. (2018). Classification of travertine tiles with supervised and unsupervised classifiers and quality control. algorithms, 3(8), 9.

Kızrak, M. A., & Bolat, B. (2018). Derin öğrenme ile kalabalık analizi üzerine detaylı bir araştırma. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(3), 263-286.

Liao, S., Wang, J., Yu, R., Sato, K., & Cheng, Z. (2017). CNN for situations understanding based on sentiment analysis of twitter data. *Procedia computer science*, 111, 376-381.

Martínez-Alajarín, J., Luis-Delgado, J. D., Tomás-Balibrea, L. M., (2005). Automatic system for quality-based classification of carble textures. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 35(4), 488-497.

Metlek, S., (2015). Doğal taş plakaların makine görmesi ile otomatik sınıflandırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 121s, Isparta

Selver, M. A., Akay, O., Alim, F., Bardakçı, S., Ölmez, M., (2011). An automated industrial conveyor belt system using image processing and hierarchical clustering for classifying marble slabs. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27(1), 164-176.

Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 3(3), 47-64.

Şişeci, M., & Cetişli, B. (2012). Traverten plaka taşlarda sınıfların K-ortalamalar ve bulanık C-ortalamalar kümeleme yöntemleri ile belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16(3), 238-247.

Şişeci, M., Metlek, S., & Cetişli, B. (2014). Accelerating the image segmentation using sub-block technique and clustering methods. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 29(4), 655-664.

Pençe, İ., & Çeşmeli, M. Ş. (2019). Deep Learning in Marble Slabs Classification. *Scientific Journal of Mehmet Akif Ersoy University*, 2(1), 21-26.

Losses of public space in Prishtina in the context of urban development

Burbuqe Hydaverdi ¹

Abstract: Public space is not just space, it's civic and a good common, accessible and enjoyable for everyone. The growth of the population in the capital, as in any post-war country, is a challenge for the city, but it is precisely the quality and well-designed public spaces that make the city a compact one as the only way of life sustainability. Its loss or diminution over the years is the biggest damage that is being done to the city, knowing that public space is the place that is used by all categories of people and is the most democratic element of the city. The role of public space is indispensable, but to be accessible, the process needs to be addressed by many actors and different dimensions.

The objective of this paper is to introduce the evaluation of the public spaces in Prishtina before and after the war. As well as to evaluate the aspect of sustainability, finding mechanisms to improve, increase public spaces in new neighbourhoods designed according to plans and use sustainable development goals to improve the quality of public space, secure and accessible for everyone. At the same time making development policies and new strategies for public space in existing legislation will, of course, have a positive impact and significant in the community by increasing the quality of life in the city.

Keywords: Prishtina, public space, urban planning, sustainable development goals, legislation.

1. Introduction

Public spaces play a vital role in the social and economic life of communities. New kinds of public spaces and meeting places are now being created in towns and cities, which can be an important social resource (Foundation, 2007).

Public spaces in Prishtina, for so many years doesn't have a proper treatment comparing with the crucial role that those spaces have in the life of citizens.

The capital of Kosovo is an administrative, university, commercial, cultural and economic centre with centralized services downtown (Planning, 2010)

Post-war Prishtina faced a displacement of the population in the capital and this factor was associated with large and uncontrolled city construction, especially in its urban area. Informal and rapid constructions in the city of Prishtina have influenced the changing of the city pattern (structure) of the city by increasing the appetite of private businesses according to their personal demands and tastes. As result, the rapid development of the city makes the public space deficient and very problematic. Many quarters have integrated a very small percentage of public content.

Even when attempts are made to maintain existing public space, developmental practices show that tourism, social and political factors have somehow influenced spatial planning, so existing public spaces have in most cases undergone transformations.

As in many cities in Europe and Kosovo, public space has been reconsidered as a cross-field: Some cities are cater to redevelop their public spaces in order to strengthen a strong plea for environmentalism, while others use public spaces as a means of promoting their competitiveness or to supply a new meaning to a city centre in a regional context. (Madanipour Ali, 2014)

In considering the public-private spheres of people's lives, the origins of public spaces and their changes over time, physical, social, and political factors come into play. (Stephen Carr, 1992)

This research aims to find new mechanisms to address public space as a priority for the development of a healthy life, and not to allow it to be lost in the future.

2. Public Space in context of urban planning

Public space is a common good for public use, accessible to all and usable for no profit purpose, a space of various types of recreation and entertainment and a vital ingredient of successful cities. Between the city buildings there is a network of spaces that create and strengthen the connections between people. When we refer to the streets or other spaces of a city, we are actually talking about the identity of the city itself. (Ec ma ndryshe, 2017)

If life between buildings is given favourable conditions through sensible planning of cities and housing areas alike, many costly and often stilted and strained attempts to make buildings "interesting" and rich by using dramatic architectural effects can be spared. (Gehl, 2011)

The City of Pristina now has a Public Space Profile compiled by UNHABITAT in 2016, and also some public space management plans developed by the DEMOS, The Decentralization and Municipal Support – of the Swiss Cooperation Office. The profile of public spaces has treated existing public spaces including squares, municipal markets, playgrounds, parks and public open spaces. The condition of public spaces in existing neighbourhoods is relatively good. But in new neighbourhoods built after the war, public space lacks proper treatment, is either missing or poorly maintained and is at the mercy of private investors. When it is known that between the city buildings, there is a public space that creates and strengthen the connections between people, therefore the planning of these areas should be given special importance for the development of the city. Public goods, such as public space, therefore, are seen as a liability, as they could not be sold and had no direct profit for the private investor. (Madanipour, 2010)

Pre-war planning and construction have been somehow controlled and have met the criteria for providing public space in neighbourhoods built-in the '70s such as Ulpiana, Dardania, Bregu i Diellit, etc. If we compare the neighbourhoods built according to the urban plans, mainly those planned with high construction, we see that the capital is constantly losing public space such as, during the construction of new residential complexes in new neighbourhoods. Despite the small percentage, the public space around the buildings is still owned by the co-owners of the buildings and does not pass into the ownership of the Municipality. This is a challenge for the capital because as long as it is not managed by the Municipality, space is being lost and can be occupied continuously in the future. Even in the existing public spaces where the municipality manages, there is no plan, but the interventions are ad hoc.

3. Results

In Prishtina, the development of new neighbourhoods is done by the private sector who are interested in those aspects of urban development that would ensure a return on its investment. The illustration of two neighbourhoods, the “Dardania” neighbourhood and the “Tophane” neighbourhood, one built before the war and the other under construction, are real examples of how public spaces are treated within them.



Figure 1. Location of neighbourhoods relative to the city centre (Kosova, 2019)

Neighbourhood "Dardania" belongs to the southern part of the city development, it is characterized as an urbanized area of the city with a general fund of construction, residential complexes, collective and individual (Prishtina, Plani Rregullues Urban "Dardania", 2007). It was begun to be built according to the detailed urban plan of 1937.

“Tophane” is an old quarter of the city that began to regenerate when the plan came into force in 2005. Tophane is a historically very interesting part of Prishtina (Prishtina, Plani Rregullues Urban "Tophane", 2005). The neighbourhood now contains a variety of buildings ranging from individual to multi-residential buildings.

In terms of the content of public spaces within the neighbourhood, both existing and planned, there is a large difference between these two neighbourhoods. According to the analysis done by UNHABITAT in cooperation with the Municipality of Prishtina, Dardania has an abundance of public spaces around 49.9%, and this percentage is also defined in the urban regulatory plan of the neighbourhood. The neighbourhood now contains a variety of buildings ranging from individual to multi-residential buildings.

While the percentage of these spaces in the neighbourhood still under construction is only 6.24%.

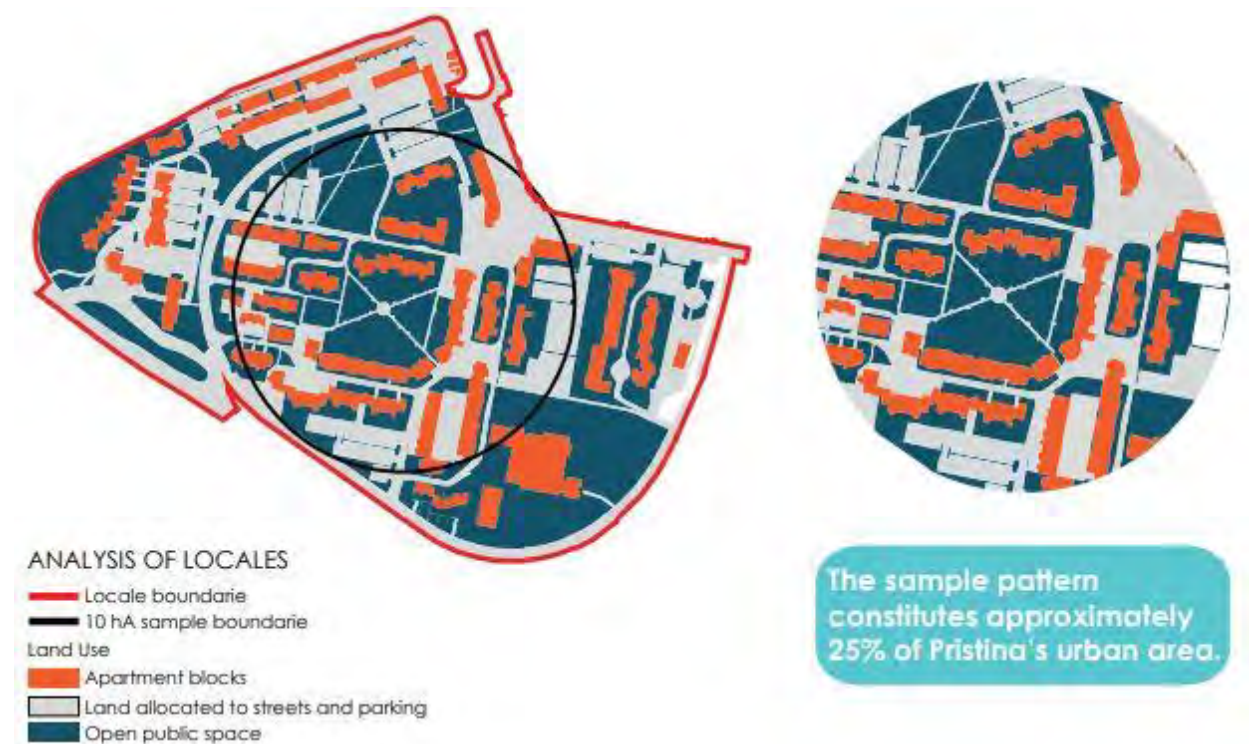


Figure 2. Urban pattern of "Dardania" neighbourhood (Habitat, 2017, p. 68)



Figure 3. Urban pattern of "Tophane" neighbourhood (Habitat, 2017, p. 69)

As we know, a ratio of 50% of public space is common in successful cities. Manhattan, Barcelona, and Brussels have up to 35% of city area allocated to street space and an additional 15% for other public uses (Habitat, 2017)

If life between buildings is given favourable conditions through sensible planning of cities and housing areas alike, many costly and often stilted and strained attempts to make buildings “interesting” and rich by using dramatic architectural effects can be spared (Gehl, 2011).

Prishtina, has to do a lot in terms of saving and increase public space to fulfil the requirements of comfort and social life.

4. Sustainable Development Goals for better public space

In January 2018, the Assembly of the Republic of Kosovo adopted a resolution approving the Sustainable Development Goals, which inter alia pledges to follow up on the implementation of the Government's National Strategy for Development, EU integration strategies and other strategies that integrate the Sustainable Development Goals (Kosovo, 2018). The National Development Strategy 2016-2021 has been drafted, which serves to report the indicators within the SDG Monitoring Report but no other initiatives, there are no concrete actions.

Even the capital is not doing well in this regard, this year a Plan for Localization of Sustainable Development Goals has been drafted at the municipal level, which aims to take concrete steps towards an approximation of local policies and concrete actions with the 2030 Sustainable

Development Agenda. This report act as a model for evaluating strategies for the hole of municipal sectors (INDEP, 2019). Considering that, Goal 11 of the Sustainable Development Goals (SDGs) sets out to make cities inclusive, safe, resilient and sustainable by 2030. Together with the “New Urban Agenda” adopted at the Habitat III conference in Quito in 2016, SDG 11 is the latest emanation of the thickening layer of international normative guidance on questions of “good urban governance” (Kotze, 2018).

As cities expand, the necessary land for streets and public spaces as well as public infrastructure networks must be secured. Urban projects need to ensure adequate public space in planned city extensions, planned city infills and participatory slum upgrading projects. Instruments to enable the creation of public space from private owned land are of critical importance (Andersson, 2016).

Without a clear strategy/policy, it is difficult for local governments to prioritize, spend and plan resources and to show how much public space is valued, and to mitigate the negative impacts of site-specific interventions (Andersson, 2016).

5. Conclusions

Municipality of Prishtina is drafting new planning documents under Law no.04 / L-174 on Spatial Planning and the public space element now has to play a key role and should:

- Planning genuine strategies for the creation of a network of public spaces in the city
- Implement SDGs as opportunities for increased public space, safe and accessible public space - a baseline assessment and objectives to guide future work on improving the quality of public space.
- draft the Law on public space and guidelines at the central level and
- Law on construction land and regulations related to planning and management of public space. Making development policies and new strategies for public space in existing legislation will, of course, have a positive impact and significant in the community by increasing the quality of life in the city.

Making development policies and new strategies for public space in existing legislation will, of course, have a positive impact and significant in the community by increasing the quality of life in the city.

References

- Andersson, C. (2016, - -). *Public Space and the New Urban Agenda*. Retrieved from Queensland University of Technology: <https://www.journalpublicspace.org>
- Foundation, J. R. (2007, 04 -). *The social value of public spaces*. Retrieved from JRF - Joseph Rowntree Foundation: <https://www.jrf.org.uk/sites/default/files/jrf/migrated/files/2050-public-space-community.pdf>
- Gehl, J. (2011). *Life between Buildings, Using Public Space*. Washington: Island Press.
- Habitat, U. (2017, - -). *Public Space Profile - Prishtina*. Retrieved from UN Habitat - for a better urban future: <https://unhabitat-kosovo.org/wp-content/uploads/2019/07/Public-Space-Profile-Prishtina.pdf>
- INDEP, G. G. (2019). *Plani për Lokalizimin e Objektivave të Zhvillimit të Qëndrushëm në Nivelin Komunal - Komuna e Prishtinës*. Prishtina: GIZ German Cooperation & INDEP.
- Kosova, R. o. (2019, 08 01). *Gjeoportali Shtetëror*. Retrieved from Republic of Kosova: <http://geoportal.rks-gov.net/>
- Kosovo, A. o. (2018, 01 25). *Rezolutë për miratimin e Objektivave për Zhvillim të Qëndrueshëm*. Retrieved from Assembly of Republic of Kosovo: http://www.kuvendikosoves.org/common/docs/2018_01_30_Rezoluta_06_R_001.pdf
- Kotze, D. F. (2018). *Sustainable Development Goals - Law, Theory and Implementation*. Cheltenham, UK & Northampton, MA, USA: Edward Elgar.
- Madanipour Ali, K. S. (2014). *Public Space and the Challenges of Urban Transformation in Europe*. New York: Routledge.
- Madanipour, A. (2010). *Whose Public Space? International Case Studies in Urban Design and Development*. USA and Canada: Routledge.
- ndryshe, E. m. (2017). *Hapësirat Publike në Qendrën Historike të Prizrenit*. Prizren: Ec ma .
- Planning, M. o. (2010). *Spatial Plan of Kosova - Spatial Development Strategy 2010-2022+*. Prishtina: Institut for Spatial Planning.
- Prishtina, M. o. (2005, 09 -). *Plani Rregullues Urban "Tophane"*. Retrieved from Municipality of Prishtina: http://prishtinaonline.com/uploads/rp_tophane_tekst_shqip.pdf
- Prishtina, M. o. (2007, 09 -). *Plani Rregullues Urban "Dardania"*. Retrieved from Municipality of Prishtina: http://prishtinaonline.com/uploads/profilu_urban_pjesa_tekstuale.pdf
- Stephen Carr, M. F. (1992). *Public Space*. United States of America: Cambridge University Press.

Improving the Energy Efficiency of Public Buildings in Kosovo

Arta Sylejmani¹, Bojan Milovanovic²

Abstract: The energy efficiency in Kosovo is characterized by a high degree of unsustainability. Figures show high spending on electricity, mostly in household sectors. However, the focus has been into intervening and investing in energy efficiency in public buildings. Such initiative is incentivized from meeting the local requirements on EE, nonetheless, the implementation program has experienced several obstacles. Research is performed to present the current situation and measures undertaken to improve the energy efficiency on a public building. A set of statistical data and interviews will try to support the research.

Keywords: Kosovo, energy efficiency, investment, interventions, public buildings.

¹ Municipality of Prishtina, St.UÇK 2, 10000 Prishtina, Kosovo, selimiarta@gmail.com

² University of Zagreb, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Croatia,
bmilovanovic@grad.unizg.hr

1 Introduction

Energy efficiency is no longer a new term for the public. Over the past four decades, the concept of energy efficiency has been more and more accepted and used by the society worldwide (Henry H., 2010). But for Kosovo this was considered too utopian, after 1999, it was well understood that, while Kosovo had substantial reserves of lignite, its two major electricity generating plants (Kosovo A and Kosovo B) were of obsolete design, insufficient capacity and poorly maintained (Jack Butcher, 2017).

Ninety-seven percent of all energy produced in Kosovo comes from this source, so if coal reserves run out, Kosovo will essentially no longer be able to produce energy. Planning has also long been underway to develop a new Kosovo e Re power plant to help meet Kosovo's energy demands, although timescales for this project keep slipping (Dardan Abazi, 2012). Moreover, investments in energy efficiency in Kosovo, similar to all other investments in general, have been lacking for almost two decades during the period of repression. Due to geopolitical developments, the war and numerous economic problems, Kosovo is believed to be ranked as one of the last countries in the region concerning energy efficiency. The absolute majority of houses in Kosovo, including old and new buildings, are not efficient. Furthermore, a large part of the houses and apartments in Kosovo use electrical energy for heating, causing energy efficiency to be at an alarmingly low level. Kosovo authorities have begun planning and drafting public policies related to efficiency based more on the requests made by the European Union rather than on the basic need for efficiency (Ming Yang, 2015).

On the other hand, the initial legal framework on which Kosovo has attempted to regulate the problem of Energy Efficiency, and it has been since 2004 by the Law on Energy No. 2004/8. In this period of time and in the continuation the legal basis for Energy Efficiency is addressed by the three primary legislation regulations for the energy sector: the Law on Energy, the Law on Electricity and the Law on the Energy Regulator (Mining, 2011). In 2011, the first Law on Energy Efficiency was approved together with some Administrative Instructions related to this field. In 2018, the new law on energy efficiency was also approved. Before the first law on energy efficiency in 2010, First National Energy Efficiency Action Plan (NEEAP) was approved with the goals of achieving energy saving target of 9% by 2018. Energy saving in buildings is named as a key action step to achieve this target (Agency, 2016).

To achieve this target, Kosovo is facing the challenges of development in the field of energy efficiency, from donors such as EBRD, BRK, USAID, UNDP, European Commission, etc. who invest and assist the country in different areas but mainly in auditing, legislation and investment in concrete projects such as public buildings. There were some initiatives and some residential real estate businesses which continue to benefit through bank loans at lower rates, and also for citizens who make investments in energy saving.

2 Electric energy, misery for postwar Kosovo

Kosovo is one of the poorest countries in Europe, with almost a third of the population living below the poverty line and one in 10 people living in extreme poverty, based on the World Bank report on 2013. The average per capita income is about one-tenth that of the EU and Kosovo has one of the highest unemployment rates in Europe (Bank, 2019). Despite that, Kosovo's lignite reserves are Kosovo's biggest natural resource (Stephan Stec, 2007). It has more than 14 billion tons of the stuff, the fifth largest lignite reserves in the world (Jack Butcher, 2017). However, Kosovo cannot produce enough electricity for its residents because the system of incineration and distribution is quite old.

In the post-war period, Kosovo faces not only electricity problems but also the development of fast and uncontrolled constructions. Building without the project has resulted in the use of

cheaper and more suitable materials for investors, therefore, today residential sector in Kosovo represents the largest amount of energy consumption only in the first quarter of 2019 this figure goes to 59% (Statistics, Statistikat Ekonomike - Bilanci i Energjisë TM1 2019, 2019). With 67% of households with no insulated roofs, 52% with no double-glazed windows, and 69% living in privation without insulated walls, there is a clear exigency to capitalize on the energy efficiency gap found in Kosovo's context. Still, the issue is exacerbated by the increasing electrical energy demand – 47.49% rise in 14 years – and the inability of the government to tackle this problem head-on (Eptisa, 2013). The total floor area of the building stock of Kosovo is estimated to be 45 million m², while public buildings have a total floor area of just over 2 million m² (Sconosciuto, 2017).

By 2012, undertaking energy efficiency measures has started with public institutions and various social sectors that they manage, a model that is implemented in EU member states (Dardan Abazi, 2012). Investments are done more in the field of these concrete projects. The need to achieve mandatory comfort levels in buildings in line with EU Directives on the energy performance of buildings means that renovation of the existing building stock carries a high priority in Kosovo. So far little research has been done on energy performance of buildings in Kosovo, and there are no clear energy standards and regulations (Miranda Rashani, 2015). Although laws such as energy performance in buildings or energy efficiency Law are partially in line with the Directives such as No. 2010/31 and 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on Energy Efficiency, Kosovo still does not have a Building Code and so far many interventions have taken into account the 1995 JUS ex-Yugoslav standard. In the table below are given U-Values for the category of different buildings according to JUS standard, with which Kosovo works in certain cases.


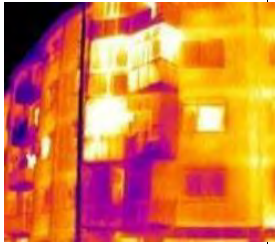

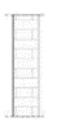








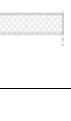

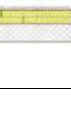
Table 1. Reference U-values for components of buildings in the household sector and for the components of tertiary buildings before and after renovation measures (Development M. o., Shtojcat UA nr.14/2012 per promovimin e effiencies, 2012)

	Construction Period															
	1960-1998								2002-							
	wo*		Ba		ce		wi		wo		ba		ce		wi	
	before	after	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.
Individual houses	1.47	0.34	1.71	0.52	1.48	0.36	4.18	2.8	1.1	0.35	0.75	0.75	1.22	0.36	2.97	2.8
BLOCKS up to 3 floors	1.07	0.34	1.71	0.53	1.21	0.36	4.18	2.8	0.84	0.84	0.95	0.52	1.16	0.36	2.8	2.8
BLOCKS over 3 floors	1.91	0.38	1.71	0.53	1.48	0.36	4.22	2.8	0.88	0.88	0.92	0.73	0.52	0.52	2.8	2.8
Commercial/Industrial	1.57	0.34	1.71	0.34	1.48	0.35	4.2	2.8	1.2	0.35	0.81	0.65	1.21	0.36	2.8	2.8
Public building	0.9	0.4	2.9	0.54	2.09	0.35	5.1	2.8	0.44	0.44	0.74	0.74	0.23	0.23	2.8	2.8
Universities and schools	1.15	0.32	1.28	0.58	1.24	0.4	5.1	2.8	0.46	0.46	0.65	0.65	0.61	0.61	2.8	2.8
Hospitals and HC	0.97	0.49	1.84	0.56	1.62	0.35	5.1	2.8	0.46	0.46	0.78	0.78	0.52	0.52	2.8	2.8

*) wo- wall; ba- floor; ce- ceiling, wi- window; b.- before; a.- after

Over the years Ministry of Environment and Spatial Planning – MESP, has published documents for public hearing, specifically guidelines for implementing minimum energy performance requirements for existing buildings in the residential sector. Therefore, based on these guidelines, concrete examples are presented: current condition, standard improvement, advance improvement, for which the targets are expected to be revised in 2023. These proposals are given only in the form of guidelines and not as administrative instructions. MESP has provided some of the guidelines through concrete housing projects which are presented in the table below.

Table 2. Proposal of Requirements for Energy Performance (Planning, 2019)

1) BLOCKS - 5 floors (1960-1969)		2) BLOCKS - 9 floors (1970-1979)		3) BLOCKS - 11 floors (2000-2017)			
							
	BLOCKS	Current condition		Standard improvement		Advanced improvement	
External wall	1		U = 1.864 W/m ² K		U = 0.327 W/m ² K		U = 0.180 W/m ² K
	2		U = 0.677 W/m ² K		U = 0.235 W/m ² K		U = 0.142 W/m ² K
	3		U = 0.289 W/m ² K		U = 0.289 W/m ² K		U = 0.180 W/m ² K
Windows	1		U = 3.5 W/m ² K		U = 1.6 W/m ² K		U = 1.0 W/m ² K
	2		U = 2.8 W/m ² K		U = 1.60 W/m ² K		U = 1.0 W/m ² K
	3		U = 1.40 W/m ² K		U = 1.40 W/m ² K		U = 1.0 W/m ² K
Floor	1		U = 1.339 W/m ² K		U = 0.316 W/m ² K		U = 0.176 W/m ² K
	2		U = 0.90 W/m ² K		U = 0.344 W/m ² K		U = 0.185 W/m ² K
	3		U = 0.338 W/m ² K		U = 0.338 W/m ² K		U = 0.193 W/m ² K
Roof	1		U = 4.134 W/m ² K		U = 0.365 W/m ² K		U = 0.160 W/m ² K
	2		U = 0.565 W/m ² K		U = 0.221 W/m ² K		U = 0.148 W/m ² K
	3		U = 0.361 W/m ² K		U = 0.357 W/m ² K		U = 0.189 W/m ² K

The Kosovo Agency for Energy Efficiency has been established as well as the Certification Commission of Energy Auditors and Managers (Dardan Abazi, 2012), however, no certificate for energy performance in the buildings has been issued so far. According to the Ministry of Economic and Development, Kosovo has 52 persons who have been trained and certified for energy auditors (Development M. o., Shtojcat UA nr.14/2012 per promovimin e eficiencies, 2012).

According to central level, for the achievement of 9% energy saving targets by 2018, Kosovo has started to reflect more and more to consider the issue of energy efficiency of a high priority (Dardan Abazi, 2012) and the first and second medium-term action plan is already implemented and foresees energy savings of 6% has been achieved (Development M. o., Energy Auditors and Managers, -). The third intermediary plan for energy efficiency 2016-2018, according to the interview with Mr. Sekiraqa, was not reached the last 3% for the completion of the planned energy saving in 2018. Now Kosovo through its strategy has determined to save 25% of energy until the year 2020. Until now in Kosovo the efficiency has only been seen as a target to be met; as an international obligation to be met as part of being Tractate's Party for the Establishment of the Energy Community. We have seen less efforts to see energy efficiency not just as number and target but as one of the energy sources that can be counted on energy projections for the future as well (Development M. o., Strategjinë e Energjisë e Republikës së Kosovës 2017 – 2026, 2017).

3 Energy Efficiency Investments in Public Buildings

Buildings use a great deal of energy to provide comfortable environments for their occupants. The definitions and descriptions of human comfort are used as the baseline against which building performance is evaluated (NEEAP, 2017). Many public buildings in Kosovo are outdated (more than half of buildings were built in the period 1970-1985) and immediate investments are required for their thermal insulation, efficient dual-or triple window glass, and efficient space heating and hot water systems, to maintain the value of the property and to improve the comfort of the tenants in the building (Agency, 2016). According to the KAEE, from 2012 to now, there are interventions for improving energy efficiency in more than 70 buildings investments from the Kosovo Budget (BRK) and various donors (Sekiraqa, 2019). Even though, the potential to save energy in the entire stock of buildings in Kosovo is estimated to be about 45% of the total current energy consumption for these buildings (Prishtina, 2017), according to Mr. Sekiraqa, after the implementation of the measures for the improvement of energy efficiency in some buildings, the savings were achieved by 20% (Sekiraqa, 2019). The following tables give details of measures to improve the energy efficiency of three projects monitored by KAEE according to the audit report.

Table 3. National and administrative institute in Prizren, Kosovo (Sekiraqa, 2019)


National and administrative institute in Prizren	Year of construction	Type of building	Number of floors	General condition	Interventions (2002-2004)
	1974	Institute - Hospital	4	Relatively good	Roof and windows
	Investment	External walls, roof, lighting, electricity for cooling and heating, pipe insulation, boiler, other electrical equipment			
	Total investment in the building where 92,862 Euro, savings 14,618 Euro/year, PBP (simple return funds period) = 5.21 years, IRR (internal rate of return) = 24.6 %, NPV (net present value) = 217,842 Euro.				

Table 4. Municipal Administration in Prizren, Kosovo (Sekiraqa, 2019)



Municipal Administration in Prizren	Year of construction	Type of building	Number of floors	General condition	Interventions (2010)
	80s	Administrative building	5	Relatively good	Roof
	Investment	External walls, lighting, electricity for cooling and heating, pipe insulation, boiler, other electrical equipment			
	Total investment in the building where 98,044 Euro, savings 12,576 Euro/year, PBP (simple return funds period) = 5.99 years, IRR (internal rate of return) = 24.6 %, NPV (net present value) = 217,842 Euro. Saving 58 [kWh/year/m2] or 28 %				

Table 5. Specialist Ambulance - Hospital in Peja, Kosovo (Sekiraqa, 2019)

Municipal Administration in Prizren	Year of construction	Type of building	Number of floors	General condition	Interventions (2010)
	1978	Hospital	2	good	doors, windows, roof
	Investment	External walls, lighting, electricity for cooling and heating, pipe insulation, boiler, other electrical equipment			
	Total investment in the building where 145,240 Euro, savings 20,961 Euro/year, PBP (simple return funds period) = 8.19 years, IRR (internal rate of return) = 16 %, NPV (net present value) = 188,833 Euro.				

3.1 Activities financed in energy efficiency

BRK-funded projects:

- Energy audit to public service buildings, for 2011-2016, for each year of € 144,000.00.

- Public Campaign on energy efficiency and RE Sources (RES), for 2011-2016, € 50,000.00 per year.

Projects funded by donors / borrowings:

- Supervision, monitoring, verification and evaluation of energy efficiency measures in schools and hospitals in Kosovo (Funded by the European Commission amount 15.6M Euro. The project has been implemented and measures will be taken in 63 schools and 2 hospitals).
- Study and implementation of measures of energy efficiency in public buildings of the center level (funded by WBIF (Western Balkans Investment Framework)/WB. The amount of funding \$ 31m: For the first 19 buildings were prepared design and bidding documents for the implementation of energy efficiency measures.
- Implementation of energy efficiency measures in municipal public buildings financed by WBIF/KfW. The amount of financing is Euro 7,500,000.00.
- Support for the private sector and residential energy efficiency measures, financed by the EBRD, the amount of funding are € 12M. (Emphasis will be given to the private sector, where only the first contracts are made with a commercial bank TEB (value € 5M) and Kosovo Rural Lending KRL (value € 1.5M). The project is in the implementation phase.
- Through UNDP have been developed projects to promote energy efficiency and two municipalities were assisted in drafting the Municipal energy efficiency Plans 2014-2020 as well as concrete measures in public lighting in the municipality.
- Through USAID 5 municipalities were assisted in drafting municipal plans for energy efficiency, while 10 municipalities were supported in the implementation of energy efficiency measures (Agency, 2016).

According to the KAEE, most of the initiatives have included "soft" measures (technical assistance, awareness, realization of various studies) and that the level of implementation of "difficult" projects (ie physical investments) has been low (Policy, 2018).

Kosovo, has created an energy efficiency Fund this year to make it possible to complete energy efficiency measures and according to the KAEE, the implementation of energy efficiency measures in public buildings since 2010 has been done in 70 buildings, which since that year have undergone the audit process (lighting, heating, thermal insulation of facades, roof insulation, doors and windows etc.). Most of these buildings are either in realization or are in the process of being monitored. In those buildings where interventions for energy efficiency were made, according to the interviews, savings are about 0.7 ktoe (1 ktoe = 11630000kWh, per 2018-6.9 cent electricity per kWh in Kosovo, 8 141 000 X 6.9 = 56172900 euros). The KAEE, in most cases indicates that the proposed measures for improving or reducing energy after the monitoring have not achieved the expected results. This phenomenon occurs for various reasons and one of the main reasons is the inadequate description of the material characteristics for intervention. Moreover, about using of domestic products, Kosovo has no institution that tests and certifies products with national standards.

3.2 Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Projects by World Bank

The World Bank, through the projects with Energy Efficiency and Renewable Energy Project for Kosovo includes objectives to: (i) reduce energy consumption and fossil fuel use in public buildings through energy efficiency and renewable energy investments; and (ii) enhance the policy and regulatory environment for renewable energy and energy efficiency (IBRD, Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Project, 2019). Some of these projects are presented in Table No.6

Table 6. List of 6 out of 26 latest projects in Kosovo, related to EE and ER from the World Bank (IBRD, 2019)

DOCUMENT TITLE	DATE	REPORT NO.	DOCUMENT TYPE
Invitation for Bids	June 17, 2019		Notice
REOI for RE support	June 17, 2019		Notice
Disclosable Version of the ISR - Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Project -P143055 - Sequence No : 10	June 14, 2019	ISR36832	Implementation Status and Results Report
Disclosable Version of the ISR - Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Project - P143055 - Sequence No : 10	May 4, 2019	ISR36832	Implementation Status and Results Report
Disclosable Version of the ISR - Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Project -P143055 - Sequence No : 09	Nov. 9, 2018	ISR34316	Implementation Status and Results Report
Kosovo P143055-IDA5508XK Energy- Efficiency and Renewable Energy Project (KEEREP) Dec 31-2017 Audit Report	Sep. 23, 2018	AUD0016993	Auditing Document
Disclosable Version of the ISR - Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Project - P143055 - Sequence No : 08	May 11, 2018	ISR32433	Implementation Status and Results Report
Disclosable Version of the ISR - Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Project -P143055 - Sequence No : 07	Dec. 7, 2017	ISR30472	Implementation Status and Results Report

3.3 Concrete actions in the Municipality of Prishtina based in Energy Efficiency

Based on the interview with Prishtina Municipality officials, as the capital city of Kosovo there were more opportunities than other municipalities to benefit from various energy efficiency grants, while in the previous month a Memorandum of Understanding with the EBRD was signed about auditing and preparation of projects for municipal buildings such as schools, HC, Kindergarten etc. where after their completion are expected to be tendered by the Municipality. Moreover, the municipality has developed various policies for increasing energy efficiency. In 2015, the mayor of the municipality takes the decision to change the procedure of construction permitting equipment, which permits the expansion of the construction footprint by 10% of what is determined in the framework of urban development plans, if the 8 points defined in the decision are fulfilled (building orientation, greenery, exploitation of renewable sources of electricity and heat such as wind, sun, water etc., efficient ventilation and cooling utilization, wastewater recycling, wastewater treatment, sustainable materials, management of waste). Furthermore, the Municipality of Prishtina does not calculate the price for the area of the thermal insulation on the building surface during the process of issuing construction permits. However, in order to allow the investors to apply the most extensive thermal insulation layer on the external façade, the municipality can plan the thermal insulation on the building surface outside the regulation line, as it is not determined by legislation how much cm should be the minimum. Consequently, to stimulate investors to invest more and more, the fee for building permits does not include the price for the area of thermal insulation at all.

This year, the Municipality of Prishtina has also finalized the Pristina Sustainable Urban Mobility Plan - SUMP project, worked by the company Mott MacDonald. While in relation to the private sector, The EBRD has invested more than €225 million in 51 projects in Kosovo (Anderson, 2014). From the bank loans, over 3,100 households in densely populated Kosovo are cutting their energy bills and enjoying more comfort at home after investing in energy-saving improvements through the Kosovo Sustainable Energy Projects (KoSEP) (Anderson, 2014).

According to the interview with the owner of the house, Mr. Qerimi, who in 2014 through a Procredit Bank loan invested about 13,000.00 euros in the thermal insulation of the house (15cm), replaced dual window glass and insulated the roof, consequently saving about 25% of electricity comparing of monthly bills with the bills of the same period before the intervention. Mr. Qerimi mentioned that "he is very pleased that the house is much warmer and more comfortable" (Qerimi, 2019).



Figure 1. Home of the Qerimi family before and after the intervention (Qerimi, 2019)

4 Conclusion

Based on the data collected, it is shown that Kosovo needs to work harder to improve professional capacity building in relevant institutions in the field of Energy Efficiency. This can be done through recruitment, training, or obtaining expertise from abroad. Therefore, Energy Efficiency Policies should be closely related to the component of written rules as well as citizens' awareness. Regarding the central and local level, the government or municipalities should create plans for the development, implementation, and monitoring of energy efficiency measures, including the completion of the legal framework in this field.

Moreover, considering the interventions of energy efficiency in public buildings based on the findings of audit report, in my opinion cost-benefit analysis and monitoring are not conducted on regular basis, and should be done in order to see exactly where the energy loss was made, and whether the expectation for energy saving was met according to the precautionary measures in the audit report.

On the other hand, the central level needs to work concretely on the introduction of certificate for energy performance of buildings, in the acceleration of the procedures for the adoption of the construction code and the development of policies for incentives or support of private investments in energy efficiency. For example, lower interest rates on energy efficiency loans are a very good incentive, which will have a positive impact. In addition, the use of local materials in construction creates financial boost and influences the growth of the country's economy. In my opinion, the awareness about the energy efficiency should be emphasized also in residential sector, however, the policies and programs and incentives for a sustainable energy efficiency system, remain the most important part of establishing the country's standards about the energy efficiency.

References

- Agency, K. E. (2016). Third National plan of action for energy efficiency (NEEAP) in Kosovo. Prishtina: Ministry of Economic Development.
- Anderson, K. (2014). Design energy simulation for architects: Guide to 3D Graphics. New York, NY: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Bank, T. W. (2019). The World Bank. (Energy in Kosovo) Retrieved May 20, 2019, from <http://www.worldbank.org/en/country/kosovo/brief/energy-in-kosovo>
- Dardan Abazi, D. C. (2012). Energy efficiency in Kosovo: an analysis of the legal framework and its implementation. Prishtina: Institute for Development Policy - INDEP.
- Development, M. (2019). Energy auditors and managers. Retrieved June 01, 2019, from https://mzheks.net/repository/docs/Pjesemarresit_e_trajtuar_per_Auditore_dy_grupet.pdf

- Development, M. o. (2012). Shtojcat UA nr.14/2012 per promovimin e efciences. Retrieved May 26, 2019, from https://mzhe-ks.net/repository/docs/Shtojcat-UA_14_2012_per_promovimin_e_efciences.pdf
- Development, M. o. (2017, March -). Strategjinë e Energjisë e Republikës së Kosovës 2017 – 2026. Retrieved May 20, 2019, from https://mzhe-ks.net/repository/docs/Strategjia_e_energjise_2017-26_.pdf
- Eptisa. (2013). National Building Energy Efficiency Study for Kosovo. Prishtina: Eptisa.
- Henry H., P. J. (2010). The road to Independence for Kosovo: a chronicle of the Ahtisaari plan. New York, NY: Cambridge University Press.
- IBRD. (2019). (The World Bank) Retrieved May 24, 2019, from <http://projects.worldbank.org/>
- IBRD. (2019). Kosovo Energy Efficiency and Renewable Energy Project. (The World Bank) Retrieved May 25, 2019, from <http://projects.worldbank.org/P143055/kosovo-energy-efficiency-renewable-energy-project?lang=en>
- Jack Butcher, D. H. (2017). K 2.0. (KOSOVO'S ENERGY 'CRISIS' EXPLAINED) Retrieved April 13, 2019, from <https://kosovotwopointzero.com/en/kosovos-energy-crisis-explained/>
- Ming Yang, X. Y. (2015). Energy Efficiency: Benefits for Environment and Society. Beijing & Washington, DC: Springer - Verlag London Ltd.
- Mining, M. o. (2011). Kosovo Energy Efficiency Action Plan(KEEP) (2010-2018): First Kosovo mid-term Energy Efficiency Action Plan. Prishtina: Government.
- Miranda Rashani, A. M. (2015). Energy Performance Assessment of Existing Multi-Family Apartment Buildings in Kosovo. Elsevier, 78, 782-787.
- NEEAP. (2017). Green Energy Kosovo. (Energy Efficiency) Retrieved May 13, 2019, from <https://greener-kosovo.eu/energy-efficiency/#1461674489962-e0b56a33-8e4e31ff-b18>
- Planning, M. o. (2019). Udhezuesin për Zbatimin e Kerkesave Minimale per Performancën Energjetike ne Ndertesat Ekzistuese ne Sektorin e Banimit. Retrieved May 30, 2019, from <http://konsultimet.rks-gov.net/viewConsult.php?ConsultationID=40600>
- Policy, i. f. (2018). Dita ndërkombëtare e Eficiencës së Energjisë: 10 masa të menjëhershme që Kosova duhet t'i ndërmarrë për rritjen e eficiencës së energjisë. Retrieved June 07, 2019, from <https://indep.info/wp-content/uploads/2018/03/10-masa-per-Eficience.pdf>
- Prishtina, M. o. (2017). Prishtinaonline. (autobuset-e-rinj-ekologjike-ne-sherbim-te-prishtines-kryeqytetit-te-kosoves) Retrieved May 14, 2019, from <http://prishtinaonline.com/kerkimi/1177/autobuset-e-rinj-ekologjike-ne-sherbim-te-prishtines-kryeqytetit-te-kosoves>
- Qerimi, V. (2019). Investment form Procredit Bank for EE.
- Sconosciuto, L. (2017, June 15). EBRD. (Increasing energy efficiency in Kosovo's buildings) Retrieved April 28, 2019, from <https://www.ebrd.com/news/2017/increasing-energy-efficiency-in-kosovos-buildings.html>

- Sekiraqa, B. (2019). Works and projects in Kosovo Agency for Energy Efficiency.
- Statistics, K. A. (2019). Statistikat Ekonomike - Bilanci i Energjisë TM1 2019. Prishtina: Kosovo Agency of Statistics.
- Stephan Stec, B. B. (2007). Energy and Environmental Challenges to Security. Budapest: Springer.

The Impacts of Cognition and Culture on Architectural Design

Gamze Akbaş^{1*}, Vehbi Tosun², Arzu Erçetin³

Abstract: Cognitive psychology" which can be defined as the scientific examination of the mind, has been handled by many disciplines such as architecture, city planning, education and psychology. In the field of architecture, in order to understand the effects of mental functioning on design and creativity, it is necessary to focus on the concept of cognition which develops with personal and cultural knowledge. The information stored in the minds of a society is often represented as images, words, ideas and reactions. This also constitutes cultural components that reflect the principles of behavior that is specific to a society. Therefore, the influence of "cognitive psychology" and the relationship between "culture" and "cognition" play an important role in architectural creativity and design, as well as how one can understand the relationship between man and environment. In this study, while dealing with the fields of "cognition", "culture" and "architectural design" it is emphasized how creativity works cognitively. In this context, cognitive influences in architectural design are discussed in the context of information storage types, cognitive schemes, concept of culture, cultural codes and cultural schemes, respectively.

Keywords: Cognitive psychology, cognition, culture, schema, architecture.

Introduction

In the context of architectural design process, "cognitive psychology" can provide the solution to design problems by benefiting from cultural behaviour practices and mental representations (images). Configuring and creating a design involves a specific problem-solving cycle: designing a solution to a given problem in the mind, in fact is a cognitive design process (Goldstein, 2013). During this process, factors such as "memory", "recalling" "images" and "problem solving" are effective in the individual's designing action.

Regarding the subject, sociocultural trends and studies started in the 1980s and 1990s, led by the cognitive research in the 1970s (McVee, Dunsmore, & Gavelek, 2005). In this process, the relationship between cognition and culture has started to take an important place in the history of "cognitive psychology". The fact that information is shared creates certain "cultural codes.. In other words, the knowledge of life accumulated in a particular geography reveals certain images, concepts, ideas and reactions.

As Önal (2011) points, the relationship between architectural design and schema is effective in determining the cognitive design process. Schemes containing the unique values of society can be examined in two categories as "personal schema" and "cultural schema. In this context, the combination of personal and cultural information creates cognition and creates designs (DiMaggio, 1997).

Culture components with the most basic definition includes, cultural schemes, environmental interaction (architecture, literature, language) and behavior. Önal (2011), who deals with "cultural schema" and creativity with a cognitive approach, defines the design process as an

“act of thinking” since it is a state of mind. Hence, design, which is described as a mental process, diversifies form and production by being shaped by the ongoing behaviors and attitudes of each society.

Scope and Definition of Cognition

Cognition develops with individual and cultural knowledge; therefore, experience and knowledge acquisition play an important role in this process (Figure 1). Cognition is studied in many areas such as psychology, education and philosophy which are all gathered under “cognitive science. According to Augustinos and Walker (1995), cognitive science which examines human cognition deal with, how we perceive, understand, store and remember external stimuli and objects, and seek to understand how the human mind works in these cognitive processes.

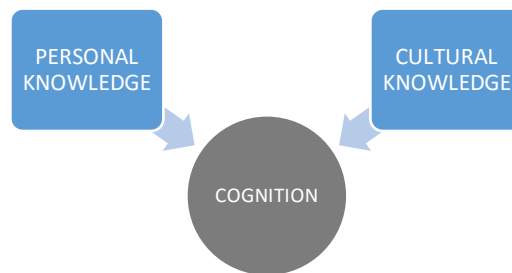


Figure 1: Cognition as a result of Personal and Cultural Knowledge

Cognition: Storing Information

Memory is defined as the "*process involved in retaining, retrieving and using information about stimuli, images, events, ideas and skills after the original information is no longer present*" (Goldstein, 2013: 214). Sensory Memory is the initial stage holding all coming information for seconds, Short Term Memory can hold 5-7 items for 15-30 seconds and Long-Term Memory which can hold large amount of information for many years. Long-term memory is critical in culture and architectural design and encompasses three operations: “encoding”, “storage” and “retrieval”. "Encoding" is the process that transforms new memories into a state in which they are more resistant to disruption often by perceiving it and relating it to past knowledge with certain connections (Goldstein 2011). "Storing" is maintaining the encoded information over time and "retrieving" is accessing and using the information in memory when needed.

There have been attempts to examine the functioning of the mind in terms of "concepts", "schemes" and "scenarios" (Bruning, Schraw, Norby and Ronning, 2004).

- **Concepts:** Belirli bir nesneyi algılamayabilmenin temel yolu, benzerlikler etrafında toplamak ya da gruplandırmaktır. The basic way to perceive a particular object is to classify and group around similarities (Bruning, Schraw, Norby and Ronning, 2004). At this point, concepts are critical since they form the basis of the mind. For example, the concept of a tree or a bird is made up of many similar examples in our minds.
- **Schema:** The schemas used to organize information about situations, events, actions and objects basically represent the relationship between experience and cognition (D’Andrade, 1992), Bruning, Schraw, Norby and Ronning, 2004). Schemas that organize and categorize stored information enable concepts to come together to form a meaningful whole. For example, the office scheme consists of a combination of various objects such as a desk, chair, pen and so on. McVee, Dunsmore and Gavelek (2005), describe the schemes as socio-cultural structures, consisting of social interaction between the individual and the environment. In this context, Vygotsky

expresses the cultural development process with the “Vyogotsky Space” diagram (Figure 2). According to this diagram, the storage of information occurs with the relationship between social-individual and public-private domains. (McVee, Dunsmore and Gavelek, 2005).

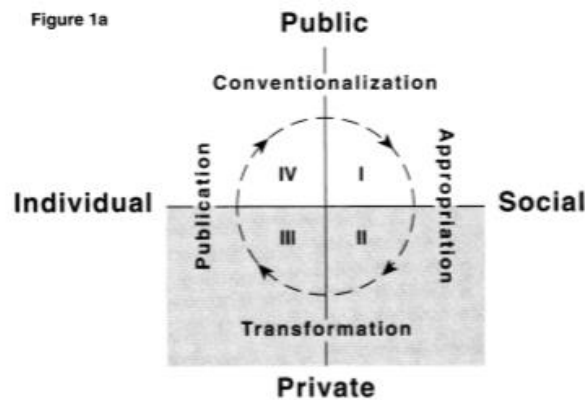


Figure 2: Vyogotsky Space (McVee, Dunsmore and Gavelek, 2005: 548)

- **Scenarios:** An event occurs schematically in accordance with the information stored in our memory. An individual's visit to a restaurant can be expressed as a personal scenario. For example, the individual in the restaurant receives and applies this scenario from memory; therefore, he/she behaves based on the scenario in mind like looking at the menu, placing orders, eating and paying the bill (Figure 3).

Scene 1: "*ENTRANCE*" Customer enters the restaurant ⇒⇒ Decides where to sit
Sits at the table

Scene 2: "*ORDER*" Customer looks at the menu ⇒⇒ Decides what to eat ⇒⇒
Points out the waiter ⇒⇒ Gives order

Scene 3: "*EATING*" Waiter brings the order ⇒⇒ Customer eats his/her food

Scene 4: "*LEAVING*" Waiter brings the bill ⇒⇒ Customer pays the bill ⇒⇒
Customer leaves the restaurant

Figure 3: Restaurant Scenario (Bower, Black & Turner, 1979: 179) (Revised)

Cultural Codes

Culture in its most common definition is, transferring common factors such as knowledge, behavior and values that people acquire throughout their lives; therefore, the “common values of people belonging to the same culture constitute “cultural codes” that are thought and perceived in a similar way. The changes in culture from one place to another and the

differences in cognition due to the changes in culture has led researchers to examine the interaction between culture and cognition. For example, according to the Sapir-Whorf hypothesis proposed by Edward Sapir and Benjamin Whorf, the nature of language in a culture influences people's thinking (Goldstein, 2011). Whorf (1956), examined the Hopi Indians' understanding of time within the framework of cultural behavior practices and found that they did not use verb conjugations explaining time.

When we examine the structure of language in the cognitive sense, it is possible to reach some information about the individual's world view and cognition. People using the Latin alphabet begin to read Figure 4a from left to right according to the viewing direction. A continuing clear path is formed in the mind based on the red line. On the other hand, it is perceived that there is a closed path in Figure 4a when reading from the right for Arabic alphabet users (Akerson, 2005). Similarly, in Fig. 4b, depicting Noah's ark, he proceeds from left to right in our perspective. However, this does not apply to the painter who drew Noah's ship, because he acted according to the Arabic alphabet while drawing the picture, which in fact created the opposite situation for people who used to the Latin alphabet (Akerson, 2005).



Figure 4: Reading images cognitively depending on the structure of language (Erkman Akerson, 2005: 225, 237)

Cultural Schemes and Architectural Design Interaction

Cultural schemes are an expression of common (shared) mental representations of a society (Sperber, 1996, Shore, 1996). Nisbett and Norenzayan (2002) points that schemes which connect concepts and organize information are culture specific and cultural schemes enable people to grasp the world. Although cultural schemes are defined as mental representations, they also interact with architectural design. In this case, the characteristics of the people, as individuals and as members of various social groups which affect the way in which built environments are shaped becomes important. In the case of individuals, the first question is about the people's sensory capacities: how individuals perceive it, give it meaning hence choose and use it. These are also affected by membership in a particular group so people must be considered as members of groups with particular values, beliefs and ways of understanding the world. Peoples membership in small groups, families, larger social groups and institutions, subcultures and cultures affects their soles, the ways in which they communicate and so on. The values, habits, attitudes and worldview of each society are different. These factors must be considered as the source of design knowledge, since design process is a cognitive process that also uses this knowledge (Önal, 2011). The formation of a concept depends on its interpretation by different societies and the classification of assets, objects or situations

(Akerson, 2005). For example, the Selimiye Mosque, which we see in Figure 5, is an example of the mosque model we perceive; therefore, it is the first image that awakens in our minds.

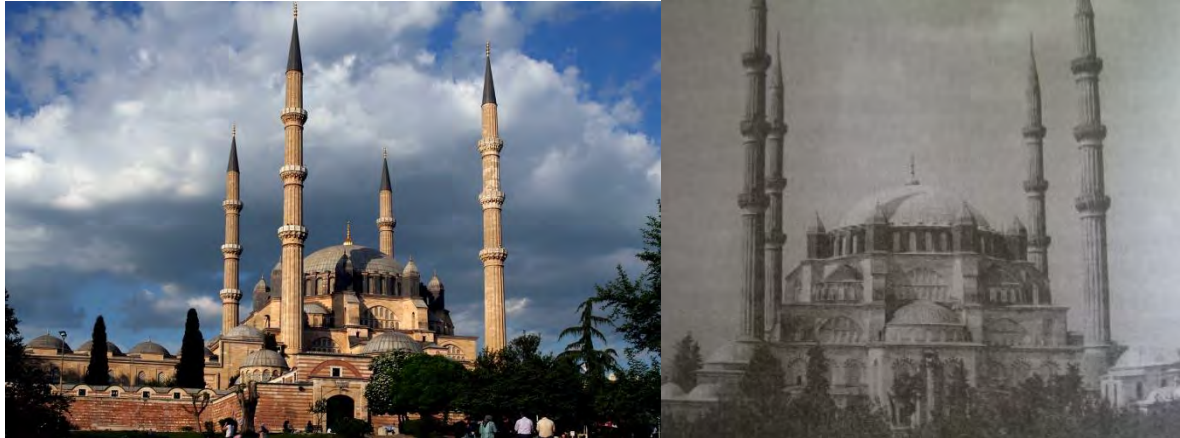


Figure 5: Selimiye Cami, (Erkman Akerson, 2005: 44)

In Figure 6, one can see examples of mosques from China and Mali. However, these examples that do not fit the mosque schema for us but are interpreted as mosques by other societies (Akerson, 2005). In summary, architectural design depends on how it is interpreted and categorized by that society.



Figure 6: Mosques in China (Left) and Mali (Right)

In order to interpret an architectural design one has to understand the forms and the meaning in built environment. The design process in architecture mainly takes place through visual components. One can read and understand the messages through these visual components: environmental cues. On the other hand environmental cues and their meanings can only be truly understood by cultural knowledge. Often the most important environmental cues are stored in mind and they are used in design process. Environmental cues are also very important in testing memory as well as supporting and strengthening memory by recalling of previously experienced stimuli (Tosun 2019).

Cultural schemes also change as a result of changes in image and meaning. Hassan Fathy's project is an excellent example for this since he tried to do the all right things yet local people rejected it because for them the right image was modern houses. A research on social meaning in Eastern Black Sea Region has also many implications for why vernacular and traditional house forms were rejected and new concrete houses were preferred although they were rated low in most of functional and aesthetic criteria (Tosun 1998).

Finally, the extensive changes in our built environment with increasing cultural diffusion and enormous commercial ads results in cultural alienation and breakdown in cognitive schema. When changes are more excessive and rapid than the study of cultural change and built environment becomes even more important and necessary (Rapoport 1983). The outcome is: reduced competence in adaptation process which results in environmental stress, eliminate community identity, sense for community, prevent cooperative and mutual help, disrupt social structure and networks or certain institutions, solidarity, family ties, certain ritual, social, economic activities, cognitive schema etc. These are compounded by the lack of perceived choice and control when changes are rapid, forced and involuntary and when groups' central values are threatened. In such cases, stress can be modulated by providing appropriate supportive environments. The scale of the task may change from city landscape to a room or to a particular architectural detail. Supportive design as advocated by Rapoport (1983) may help in such cases. By supporting traditional and/or familiar activities and those elements most important to the cultural system (core elements), supportive environments provide a familiar base and avoid the need to totally restructure cognitive schemata, thus reduce stress. This is also very important at different scales such as cities, towns, neighborhoods and buildings, where we need to restore our cognitive schema related to the image of the built environment.

Conclusion

In this study, the architectural design process is discussed from a cognitive perspective. Within the scope of the study, it was seen that the shared mental representations in a society are shaped by experience. The individual and cultural information are coded over time and effects the design process within the framework of cultural schemes. When the architectural works are examined, it is seen that various inferences can be made about the individual's world view and cognition: different interpretations and coding of meanings and concepts in different societies.

In explaining the impact of cultural schemes on the design process, the structure of language in cognitive sense is briefly mentioned. When we compare the structure of language within the context of the relationship between cognition and culture, one can find that the same image or object can be interpreted differently by various societies. At the same time, the effects of cultural knowledge on cognition and creativity were emphasized and its place in architectural design was reinterpreted.

Naturally, the buildings that architects design today are based on architects cognitive schema, their interpretations of the ideas, values and knowledge. Yet, designers and users preferences are very different since their schemata vary. While the designers tend to react to environments in perceptual terms (which are their meanings), people react to environment in associational terms. Personalization, changes or additions in the built environment must be conceived in this respect. Obviously, users meanings and cognitive schema are more important than architect's or critics' in many cases. On the other hand rapid changes in the built environment breaks the cognitive schema which has many unwanted outcomes such as lost of identity, alienation, stress etc. These all have many implications for the future architectural design processes.

References

- Akerson, F. E. (2005). *Göstergebilime Giriş*. İstanbul: Multilingual.
- Augoustinos, M. and Walker, I. (1995). *Social cognition: An Integrated Introduction*. ThousandOaks, CA, US: Sage Publications, Inc.
- Bower, G., Black, J., ve Turner, T.(1979). Scripts in memory for text. *Cognitive Psychology* 11: 177–220.
- Bruning, R.,Schraw, G.,Norby, M. and Ronning, R. (2004). *Cognitive psychology and instruction (4th ed.)* Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education Inc.
- D’Andrade, R. G. (1992). Schemas and motivation. In Roy D’Andrade and Claudia Strauss (Eds.), *Human Motives and Cultural Models*. New York: Cambridge University Press.
- DiMaggio, P. (1997). Culture and cognition. *Annual Review of Sociology*, 23, 263-287.
- Goldstein, E. (2011). *Cognitive psychology: Connecting Mind, Research and Everyday Experience*. Belmont, CA, US: Wadsworth/Cengage Learning.
- Goldstein, E. (2013). *Bilişsel Psikoloji*. (O. Gündüz, Çev.) İstanbul: Kaknüs Yayınları.
- Ketizmen Önal, G. (2011). Yaratıcılık ve kültürel bağlamda mimari tasarım süreci. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(1), 155-162.
- McVee, M.,Dunsmore, K., and Gavelek, J. (2005). Schema Theory Revisited. *Review of Educational Research*, 75 (4), 531-566.
- Nisbett, R. E. and Norenzayan, A. (2002). Culture and cognition, In D. L. Medin (Ed.), *Stevens’ Handbook of Experimental Psychology*, (3rh ed.), New York: John Wiley&Sons, Inc.
- Rapoport, A. (1983). "Development, culture change and supportive design", *Habitat International* 7 (5/6), pp. 249-268.
- Shore, B. (1996). *Culture in mind: Cognition, Culture and The Problem of Meaning*. New York: Oxford University Press.
- Sperber, D. (1996). *Explaining culture: a naturalistic approach*. Oxford, Blackwell.
- Tosun. V. (1998). Biçim anlamı izler: doğu karadeniz bölgesinin kırsal alanlarındaki yöresel ev ve yerleşme biçimlerinin değişiminin analizi için kuram ve yöntem, Unpublished doctoral dissertation, K.T.Ü., Trabzon.
- Tosun, V. (2019). Environmental cues: a methodology for studying meaning in built environment. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication-TOJDAK*, 9, 2, 318-333.
- Whorf, B. L. (1956). The relation of habitual thought and behavior to language. In J.B. Carroll (Ed.), *Language, Thought and Reality: Selected writings of B. L. Whorf* (s. 134-159). Cambridge, MA: MIT Press.

Performance of the water turbine technology in small hydropower plants and operating of SMART system

Vehebi Sofiu*¹

Abstract: Exploitation of energy resources from renewables, particularly the utilization of hydro resources through engineering works called hydropower plants today is of particular importance not only nationwide but also wider. Electricity represents one of the most eminent and underlying sources of human activities. Energy sources are different, as are the modes, equipment and plants for its generation. Indeed the geographical position and the influence of climate conditions influence the potential of the exploitation of the generating energy in the minimal flow of water flow in the turbines by the decanters. The paper highlights the use of advanced SMART technology, the form of communication between plants installed in hydropower plants and the generating performance with some characteristics of turbines used in hydropower plants, as well as the results of efficiency analysis for small hydropower plants and big. Nowadays various types of turbines are used in the power system of the hydroelectric power generation type. Whereas the efficiency analysis of small and large hydropower plants depends on the design, size, and amount of water flowing into the profile in which a small or large hydropower plant is planned to be built.

Keywords: energy efficiency, HPP machinery, turbine automation, SMART system.

1. Introduction

1.0. Kosovo hydro potential for generating electrical power

Based on the strategic plan for alternative energy sources and pre-feasibility studies for the identification of water resources for small hydropower plants in Kosovo, 77 sites for small hydropower plants, with a capacity of about 128 MW, with a production of 621 GWh have been identified. per year under average hydrological climatic conditions. The underlying objective is to stimulate the use of renewable energy sources, a 'feed-in' tariff scheme has been set up in Kosovo [1]. Above all, this incentive measure for RES aims to meet the energy targets of RES planned for 2020, as required by Directive 2009/28 / EC, transposed and implemented under the auspices of the Energy Community Secretariat. Energy sector laws, in particular the Energy Law, have consistently dealt with resources renewable energy in terms of inducing the optimization regarding their utilization. This includes the establishing of annual and long-term targets of energy production from these sources, Table 1.

¹ Higher Education Institution UBT-College, Energy Efficiency Engineering, Prizren, Kosovo.

*Corresponding author: vehebi.sofiu@ubt-uni.net

Tabela 1. Location of HEC from year 2011-2020

Nr	Denomination	Power (MW)	Energy (GWh)	River	Municipality	
1	HCV. Radesha 1	0.753	3.66	Radesha	Dragashë	
2	HCV.Radesha 2	1.489	7.37			
3	HCV. Restelica 1	0.532	2.51			
4	HCV. Restelica 2	1.399	6.74			
5	HCV. Restelica 3	1.087	5.35			
6	HCV.Restelica 4	0.318	1.56			
7	HCV. Restelica 5	1.498	7.37			
8	HCV. Brod1	0.81	3.9	Brod	Dragashë	
9	HCV. Brod 2	1.109	5.37			
10	HCV. Brod 3	1.062	5.13			
11	HCV. Brod 4	1.44	6.97			
12	HCV. Lepenci 1	0.365	1.79	Lepencë	Shterpcë	
13	HCV.Lepenci 2	0.547	2.61			
14	HCV.Lepenci 3	0.804	3.96			
15	HCV. Lepenci 4	1.72	8.4		Ferizaj	
16	HCV. Lepenci 5	2.795	13.64			
17	HCV.Lepenci 6	2.768	13.34			
18	HCV. Lepenci 7	0.444	2.14			
19	HCV.Lepenci 8	0.526	2.45			Kaqanik
20	HCV. Lepenci 9	1.185	5.73			Hani Elezit
	Totali	22.652	109.99			

1.1 Equipment and machineries of HEC

The main criterion for the mechanical study and selection of machinery is the full utilization of the aquatic energy of the selected hydro technical axis, to gain maximum power in the hydro turbines, which will be transmitted to the generator on the shaft to produce electricity [2]. From the hydro technical study Table 2 carried out for the given axis for the HPP the following basic parameters in relevance with the estimations are as follows;

Table 2. The basic criterion for maximal exploitation of hydro quotas

Quote of water inlet	779.50	m
Quote of turbine axis	735.50	m
Estimation of flow	10.00	m ³ /sek.
Velocity of water in pipes	2.04	m/sek
Length of pipes	67	m
Diameter of turbine pipes	2500 mm	
Longitudinal loss	0.083 m	
Overall loss (5% h. longitudinal)	0.088 m	
Gross length	44.00 m	
Net length	43.91 m	

In the respective case, relying on the turbine type diagram, the most appropriate choice for the water regime given by the hydrological study and the working height is for the Francis type figure 1. After the the parameters in the diagram, it has been drawn the conclusion that turbines subjected to performance work are of the type Francis. For minimal feeds that the Francis aggregate does not reach, we propose to build an efficient turbine prototype that can generate electricity from water flows with a minimum amount of up to 20% that fits our project, or by dividing it into two aggregates [3].

Shaft Francis turbine – $H = (2 \div 20)$ [m]

Kaplan turbine - $H = (3 \div 40)$ [m]

Mitchell-Banks turbine – $H = (10 \div 100)$ [m]

horizontal axis of Francis turbine – $H = (25 \div 100)$ [m]

Pelton turbine – > 100 [m].

1.3. Energy produced in power plants

Based on the size of the hydroelectric power plant, the energy produced ie. river volume flow, hydropower power is estimated using the following equation:

$$P = q \rho g h k \quad (1)$$

Wherein;

P - gained power and electricity (electricity), W;

q - volume of available water volume, m³ / s;

ρ - water density (approximate value is 1000 kg / m³);

g - acceleration of gravity (gravitational forces), 9.81 m / s²;

h - height of the water column, ie the available water drop (m);

k - operation coefficient of a hydropower plant receiving values between 0 and 1;

The coefficient k depends only on the type of turbines built in hydropower plants. As the turbines are larger and more modern, k is approaching the value of 1 [5].

1.4. Equipment for building HEC

Devices which bear SMART technology for small hydropower automation have the option of a synchronous or asynchronous generator solution as a unit of hydraulic power and all the metering elements it possesses, such as procedures, protection and control regulations for the equipment required for automatic starting, the generator (stimulant), obligatory network synchronization and secure normal and emergency aggregate network. The most important benefits are the automation of SMART modules for small hydro: power installation (MWh) turbine generator.

Stimulation regulator, temperature control module, synchronizer to start and stop the protection system for all types of Francis, Bankijevu, Pelton, Kaplan turbines etc. [4].

1.5. Generators synchronous and asynchronous

Synchronous and asynchronous type generators, three phase transformers and distribution system lines comprise the key link of the power system. The synchronous generator converts the mechanical power of the pT turbine into electric power and as matter of fact it is a tie between the generating unit and the electricity transmission network. Hydro generators, owing to their low rotational speed, are prepared with visible poles [7]. In the stator they contain three vented windings of current and voltage in the space of 120 °, while in the rotor usually in addition to the excitement winding fed with continuous current they also contain the winding of the horizontal and vertical relaxation system.

During the analysis of the synchronous generator, in order to make it solvable, a series of analyzes are performed with the measuring instrument system including the SMART operating meter of the following:

- The magnetic circuit of the synchronous generator is accepted as voracious; that the dependence of the magnetic fluxes on the electric current is linear and so the principle of superposition can be applied
- The stator and rotor coils that are actually scattered in the space are replaced by concentrated coils.
- Losses of active power in the magnetic circuit are inconsiderable.
- Magnetic induction in the air space of the synchronous generator, as well as voltage or current modes is expected to vary compliant to sinusoidal law.
- Active and reactive machine winding resistances are accepted independent of temperature and frequency, particularly the phenomenon of surface effect is ignored.

Practice shows that the errors that cause the above releases are usually admissible. [4-5].

1.6. Voltage regulation in synchronous generators

In the power system one of the main factors of electricity transmission is also the maintenance of a certain level of voltage at its various points (in cases where there are variations of voltages and frequencies), for the following reasons:

- Various appliances that consume electricity are designed to operate at a certain voltage level, otherwise called nominal voltage. In the case of a voltage deviation from this value, the quality of the work of the equipment will be impaired. Nevertheless, the flow of lamp lighting relies a lot on voltage etc.

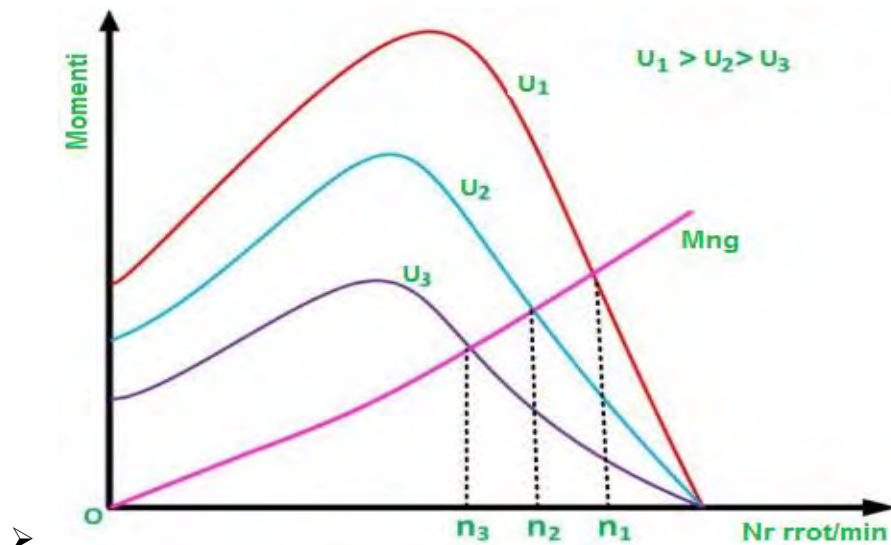


Figura 1. Motori asinkron me tension të ndryshëm

- • Maintaining certain levels of voltage in the system is also related to the impact on the transmission capability of transmission lines. The voltage U_1 (figure 1) at the initial phase of the transmission line is distinguished by the voltage of the system U and with ΔU , which is determined by the active P and reactive power Q passing through the line:

$$\dot{U}_1 = \dot{U} + \Delta \dot{U} \quad (2)$$

From (2) and the vector diagram of Fig. 6 shows the phase difference between U_1 and ΔU_1

Is required for the transmission of active power passing through the line.

$$P = \frac{|U_1| \cdot |U|}{x_l} \cdot \sin \delta_l = \frac{U_1 \cdot U}{x_l} \quad (3)$$

During instantaneous voltage reductions as well as short circuits in the system, maintaining synchronous operation of the plant generators, relies on the speed of resetting the voltage both during and after the short circuit disconnection. In the case of asynchronous modes, the success of resetting synchronous plant operation in the system depends on the speed of resetting voltage levels [5].

1.7. Performance of small HEC (HEC of Brod river)

The maximum flow water is 10m³ / s per second. The technology exploited in Dikance HPP is 2 Francis Horizontal turbines. One turbine has a generation capacity of 2700kW and the other has a generation capacity of 1300kW.

Table 3. Climatic conditions and efficiency of utilized energy in HEC Dragashi

Time of the year as %	Natural water inflow	Ecological flow	Water flow available to be used	Water flow passing the turbines	Total efficiency (turbines, generators and transformers)	Net Head	Installed capacity	Electricity generation
%	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	%	m	kW	kWh
8.30%	13.023	0.249	12.774	10.5	84.82%	45.5	3,975.51	2,890,512.68
16.70%	8.271	0.249	8.022	8.022	85.72%	45.5	3,069.50	2,258,664.29
25.00%	6.76	0.249	6.511	6.511	84.87%	45.6	2,472.00	1,797,340.20
33.30%	6.102	0.249	5.853	5.853	85.94%	45.6	2,250.23	1,636,093.81
41.70%	5.248	0.249	4.999	4.999	85.51%	45.7	1,916.47	1,411,894.13
50.00%	4.989	0.249	4.74	4.74	83.60%	45.7	1,776.44	1,290,057.52
58.30%	4.161	0.249	3.912	3.912	80.40%	45.7	1,410.14	1,025,286.47
66.70%	3.589	0.249	3.34	3.34	84.73%	45.8	1,271.50	935,620.61
75.00%	3.042	0.249	2.793	2.793	85.29%	45.8	1,070.25	778,157.55
83.30%	2.381	0.249	2.132	2.132	79.92%	45.9	767.21	557,825.08
91.70%	1.611	0.249	1.362	1.362	67.35%	45.9	413.06	303,943.02
100.00%	1.026	0.249	0.777	0.777	0.00%	46		

							Total kWh/year	14,885,395.36
--	--	--	--	--	--	--	-----------------------	----------------------

The results measured in compliance with the feasibility plan and the measurements of energy produced by water turbines at HEC Dikance2 in the two types of Francis and Piston turbines [6].

Table 4 Records of Piston turbine Dikance 2

Records of Piston turbine	
Type	UBF315-13-111
Year of production	2018
Head of turbine	Hn=150m
Installation of outlet	Qi=2100l/s
Power	Pn=4MW
Rotation speed	N=1000 rpm
Equidistant speed	Nr=1700 rpm

Francis type generator with 4 MW installed power, the characteristics of which are presented in the table, show some operating factors of operation (generation) of electricity dependent on flow of water with capacities of 5.3 m³ / s, amount of water used during generation of 5.5 m³/s. According to statistical analysis the efficiency of electricity generation on average is over 80%, which means that the efficiency of generation relies on the amount of water flows [7]. The generator and the turbine are connected to each other on a vertical axis. Pouring of water through the pipes (installed ducts) produces rapid water flow through the turbine - generator, and the generator provides electricity [8]. The energy acquired by the power plant is equal to the production of height (H) and amount of water (Q) according to the expression:

$$P = 9.81 * Q * H * \eta \text{ (kW)} \quad (4)$$

Where are:

Q-quantity of electricity (m³/s),

H-height (fall) of water (m)

η - coefficient of exploitation of generator and turbine.

The water deposited from the turbine continues further into the tailgate which is closed to the dam, as it is often the continuation of the river. The control gate enable the continuity of the turbine activity. In case of closure, dispose of drainage channels and excess water will either surround the riverbed itself, or open the gates to remove it. Generating a Dependent Service on Factories and Installations on the premises, does not allow you to be efficient in generating citizen turbines when it is reduced at a large extent reduced the amount of road possible. [9-10]

Table 5. Generating power of generators in Dragash

Percentage	Large turbine	Generator 3200kVA	Small turbine	Generator 1600 kVA	Transformues
	%	%	%	%	%
100	92.70%	97.40%	92.83%	97.10%	94.00%
90	93.87%	97.40%	93.44%	97.10%	94.00%
80	93.40%	97.40%	92.72%	97.10%	94.00%
70	91.40%	97.30%	90.60%	97.10%	94.00%
60	87.91%	97.30%	87.03%	97.69%	94.00%
50	82.86%	97.00%	81.83%	96.60%	94.00%
40	75.94%	96.65%	74.52%	96.15%	94.00%
30	66.18%	96.30%	64.12%	95.85%	94.00%
20	52.42%	95.60%	53.23%	94.80%	94.00%
10	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

The efficiency of the generating power shown in Table 5 presents the comparative data divided by the generating potentials for the 3200KVA and 1600 KVA turbines while maintaining the same voltage transformation of 94%. Generator with higher generating power of 3.6-4 MW, for full water potential up to 50% has better performance, while generator with lower performance has less than 50% of generating potential. Consequently, if the amount of water reaches 20% the generation ratio is 52% and 53%.

Table 6 Comparison of data between planning and setting up HEC

Production of electric energy in turbines of water generator in Dikance HEC, Francis turbine			
Month	Planning (MWh)	Realization (MWh)	% Efficiency Ppr/Pinst
January,2018	2,187,516	738	34
February,2018	2,186,500	1850	85
March,2018	2,189,153	1011	46
April,2018	2,190,757	1326	60
May,2018	2,192,567	1234	56
June,2018	2,193,377	2047	93

July,2018	2,199,127	1431	65
August,2018	2,184,676	1123	51
September,2018	2,182,445	954	43
October,2018	2,185,895	1456	66
November,2018	2,196,546	1259	57
December,2018	2,194,765	1458	66
January,2019	2,184,556	1345	61
February,2019	2,185,925	1250	57

The SMART Monitoring Center of the entire production process is monitored by the PC system for electricity generation, the generation information system, the protection of power plants and a complete set of other HEC operational information [11].

1.7. Analysis of efficacy of turbines in small HEC

The process concerned with carrying out the estimated flow, is primarily based on known recommendations in the field of design of small HPPs with derivation where it is expected to guarantee it for 25% of the year.

According to the above, based on the stability curve of daily flows in the Dragashi 1 HPP intake axis, this flow is $Q_{ll} = 0.42 \text{ m}^3 / \text{s}$. the resulting HEC uptake results $Q_0 = 0.31 \text{ m}^3 / \text{s}$. Indeed, the feed coefficient turns out to be $K_q = Q_{ll} / Q_0 = 0.42 / 0.31 = 1.35$ and with the following data: $Q_{log} = 0.42 = \text{m}^3 / \text{s}$ and $H = 169\text{m}$, based on materials recommended in the field of hydropower machinery, two Pelton turbines [12-13] will be selected.

1.8. Performance of turbines in large hydro power plants

In this perspective, it is worth emphasizing that large hydropower plants do not differ from the principle of operation with small hydropower plants but it is normal that there are differences in terms of turbine size and installation power. Generally speaking these plants are accumulative and their management is easier and can be used in a more rational way. Francis and Pelton turbine types also apply to large HPPs. Another type of Kaplan type turbine which is used in some cases in high-capacity hydropower plants and also in large flows should be mentioned. [14]. Technical Indicators Fierza Hydropower Plant is of dam type and reservoir type. The dam is filled with stones and clay cores. The dam is 161.5m high and 380m long, the width of the dam ranges from 576m at its base to 13m at the dam ridge. The Fierza Dam, when it was built, was the second of its kind in Europe to its height. The dam has a total volume of 8 million m^3 . The dam has created a reservoir with a volume of 2.7 billion m^3 of water and an area of 72 km^2 , Fierza Lake, which is the largest artificial lake in the country. The useful volume of the reservoir is 2.3 billion m^3 [15]. The HPP Fierza is foreseen as a first class offense in terms of risk. Likewise to any hydropower turbine whether small or large, the flow of water and altitude are considered as determinant factors to indicate the class or type of river or lake. The type of turbine designed for these types of

hydropower plants is the vertical Francis type which are installed with a power of 125 MW and there are four turbines of this type [15].

Conclusion

The type of technologies used to generate energy in terms of efficiency have differences in generation between turbines in the same river flow for the same installed power. The Dikanca 2 hydropower plant that is supplied through the Brod River according to the production plan in relation to the generation realization is at 62.5%. The efficiency of the technology exploited in the parameters between large and small turbines, the ratio is 89% to 87%. Generating power efficiency between 3600KVA and 1600kVA ratio varies from 97% to 96%. The voltage transformation for all types of generation is 94%. Electricity generation from water generator turbines at HEC Dikance 2 for Francis type turbines% efficiency Ppr / Pinst 64.6%. The Dragashi HEC stimulation system is ES202 type with a radiator bridge. The main functions of this system are feeding the rotor with continuous current and regulating the voltage. For the no-load regime, a simulation was conducted to test the regulator for a degree of excitation at the reference voltage. For the + 5% excitation at the reference voltage the override is 0, and the stabilization time is 0.597 sec. While for -5% excitation at the reference voltage the override is 0 and the stabilization time is 0.485 sec. The kinds of turbines which are installed in these hydropower plants are mainly of the Francis and Pelton type. Based on the analyzes carried out in this case, has been drawn the conclusion that small hydropower plants are prioritized for construction in the conditions offered by the territory of the Republic of Kosovo.

Reference

- [1] Strategjia e energjisë së R. Kosovës; 2017-2026, Prishtinë.
- [2] MMPH; Raport për gjendjen e ujërave në Republikën e Kosovës. Prishtinë; 2015.
- [3] Ministria e Energjisë; Vlerësim i mëtejshmë i potencialeve për hidrocentrale të vogla në Kosovë. Prishtinë; 2009.
- [4] Brekke, H; Hydraulic Turbines. Norway; 1959.
- [5] Hernandez.M, Ardul.G, Petrous.S, Ieuan.D; Modelling and Controlling Hydropower Plant; London, 2013).
- [6] Sofiu.M; Teza e Masterit; Implementimi dhe kontrolli i sistemit te punes se HEC-eve ne Kosovë; Prishtine; 2019.
- [7] Gulliver, John S.; Arndt, Roger E.A.; Hydropower Engineering Handbook; London, 1991.
- [8] Thake.J; Micro-hydro Pelton Turbine Manual: Design, Manufacture and Installation for Small-turbine; London; 2000.
- [9] John S. Gulliver; Roger E. A. Arndt; Hydropower Engineering Handbook; 2013.
- [10] M. M. Dandekar, K. N. Sharma Vikas; Power Engineering; 1979.
- [11] Energjia për zhvillim; Raport i zhvillimit njerzor në Kosovë; UNDP, Prishtinë, 2007.
- [12] Sanchez, J.;Improving Efficiency and Capacity of HydroTurbines in the Western United States, Hoover Dam. UNLV; 2012.

[13] Zhvillimi i qendrueshem mjedisor, 2107, Tirane.

[14] .Buhajloti.R, Analiza Dinamike Në Sistemet Elektroenergjetike 1 Tirane,2000.

[15] KESH; Parametrat e hec fierzës. Tiranë; 2019.

Emission of Pollutants in the Air and Adverse Effects on Health

Besa Veseli*¹, Vehebi Sofiu¹

Abstract: Fossil fuel contamination comes as a result of the major industries in our country, particularly power generation plants, is a great concern of investigating pollutant effects with parameters depicted during measurements.

The main purpose of this paper is to precisely estimate the depicted data on the amount of solid particles and gases emitted into the atmosphere from polluting sources.

It is important to point out that environmental pollution and the impact of environmental pollution on the population of this area. All populations are vulnerable to environmental pollution.

Determination of the main factors which influence the exposure pathway and the protection measures of population from contaminants, heavy metals and radioactive radiation. KEK continues to be one of the strong sources of air pollution due to the release of high emissions from the fuels of Kosovo A and Kosovo B. Power plants emission estimation from TPP A and TPB is based on the results of measurements and calculations carried out for these parameters pollutants such as: dust, SO₂, NO_x and CO₂.

The effects of pollution on health are particular concern. This often cause considerable effects and lead to major public debates. Effects of pollution vary depending on pollutants which include: acute respiratory diseases, worsening of the health condition of those who suffer from heart diseases, cancer caused directly by polluters. Indeed in most cases the effects are minor, in some cases the impact can be overwhelmingly dangerous and in extreme cases even life threatening.

Keywords: Emissions, Air Pollution, Pollutant Parameters, Health Effects, Dust, SO₂, NO_x and CO₂.

1. Introduction

Air quality in the Republic of Kosovo is poor when compared with EU environmental standards. In this perspective it is worth emphasizing that there has not been done enough as far as investments in this field are concerned. As a result, the air quality remains under the required standards.

Scrutiny and monitoring of all parametres stipulated by the Law on Air Protection from Pollution has not been completed yet. As a result the data are incomplete and unreliable at a large extent. This is a major problem in defining the current level of air pollution and amidst

¹ Higher Education Institution UBT-College, Energy Efficiency Engineering, Prizren, Kosovo.

*Corresponding author: vehebi.sofiu@ubt-uni.net

other has a negative impact on health and the environment, and this can have a major effect on decision-making in the future to improve air quality.

The reduction in emission of pollutants, in particular, was marked by the post-war period, when there was a significant decline in industrial activity.

Due to the fact that country has been subject to rapid transition from centralized economy to a market economy, the globalization process has brought forth lack of investment, a large scale of modernisation, and a growing demand for maintenance, particularly in the sector of economy. Consequently, thus has resulted in a reduction in equipment efficiency and as matter of fact has caused an increase in air emissions. In this point of view it is worth mentioning; KEK, Sharrcem, Feronikeli, where emissions released into the air exceed those permitted limits (emitted particles, NO_x, SO₂, etc.).

Furthermore, transport is considered as one of the major contributors to air pollution today. In the post-war period the number of vehicles has increased significantly, emissions from vehicles are still increasing, despite the decline in the number of old cars.

The Republic of Kosovo is highly committed to fulfill the requisites which are required by the EU, to adhere in the negotiation process. The underlying challenge is in relevance with the *acquis communautaire* in the field of environmental protection. Harmonization with the *acquis* in the field of environmental preservation asks for systematic institutional, organizational change and investment in the best available techniques, in order to meet the objectives set with regard to reducing and preventing harmful effects on all environmental components.

In the context of accession in the EU, the Republic of Kosovo is asked to develop action plans, including cost and benefit assessments with the implementation of legislation by specific environmental sectors and sub-sectors, so that the implementation of measures is carried out at the highest possible cost. effective.

2. Material and Methods

In the framework of this the study there has been carried out a fully-fledged research concerning air pollution in the Republic of Kosovo. As a result, this research gives us an ample overview concerning the pollution of the elements that are exposed in the air.

There have been scrutinized and elaborated numerous methods of analysis with regard to air quality. listed below by the scale of cost and complexity.

- Passive sampling: the sample is taken after a certain time of natural exposure to air.
- Active sampling: the sample is taken after the air is inhaled for a certain time by a pump through the collection system.
- Automatic monitoring: the sample is immediately analyzed at the receiving site, and remote analysis: the sample is immediately analyzed along the way from a light source to a detector.

- The instruments needed for measuring the analysis are: Turnkey's Instruments - LG measuring equipment - Particulate matter.
- The photometer used in Turnkey's instruments such as Topas, Osiris and Dustmate give a continuous and simultaneous representation of the mass fraction of LG2.5, LG10 and GST.
- Portable Dustmate Monitor - is a laser detector with monitor, ideal for field sampling. This device analyzes: general particle matter (LGP), particle matter 10 μm in diameter (LG10), particle matter 2.5 μm in diameter (LG2.5) and LG1 simultaneously. The monitor is equipped with software that is used for (reading) data acquisition, management and interpretation despite relevant evaluation criteria

Outcomes and Analysis

This paper aims to provide a full assessment the data depicted from industrial operators on air emissions for 2018. The estimated data on pollutant emissions are from Power Plants Kosovo A and B, Feronikeli and Sharrcem.

Assessment of air emissions from Kosovo A and B Power Plants - Dust emissions in mg / Nm^3 . Figure 1 shows the dust emissions in TPP A and TPP B, indicating that TPP A did not surpass during January - December while TPP B values are very high throughout 2018.

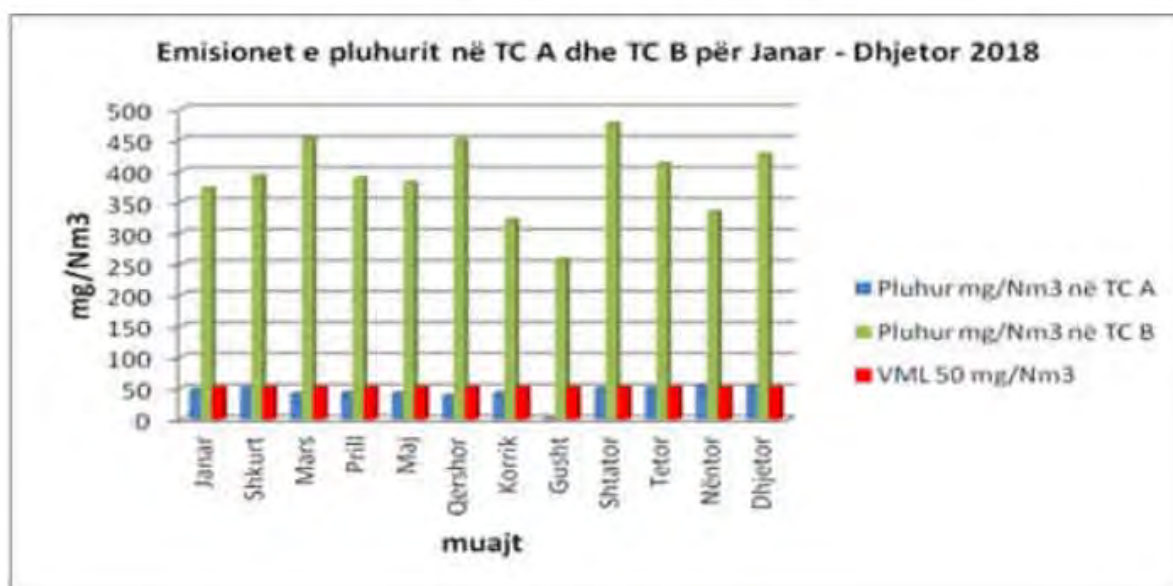


Figure1. Dust emissions in mg / Nm^3 during January - December / 2018 SO₂ emissions in mg / Nm^3 .

During January - December at TP A it was estimated that there were exceedances of permitted SO₂ values throughout the year (except December), while at TP B there were values exceeded during 2018 (see fig. 1).

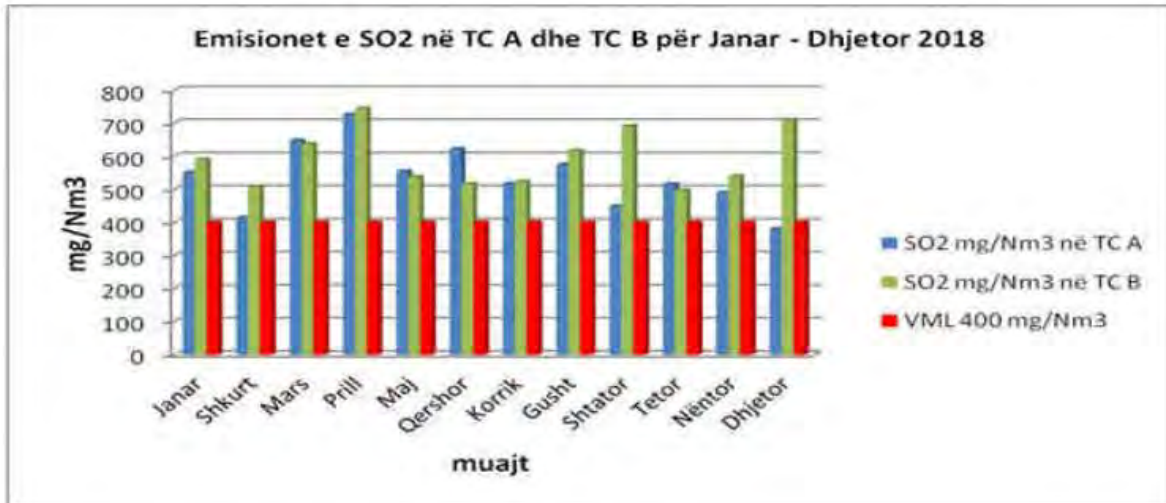


Fig.2. SO2 emissions in mg / Nm3 during January - December / 2018

NOx emissions in mg / Nm3. It is estimated that NOx emissions have exceeded the permitted values at both plants (see fig. 3).

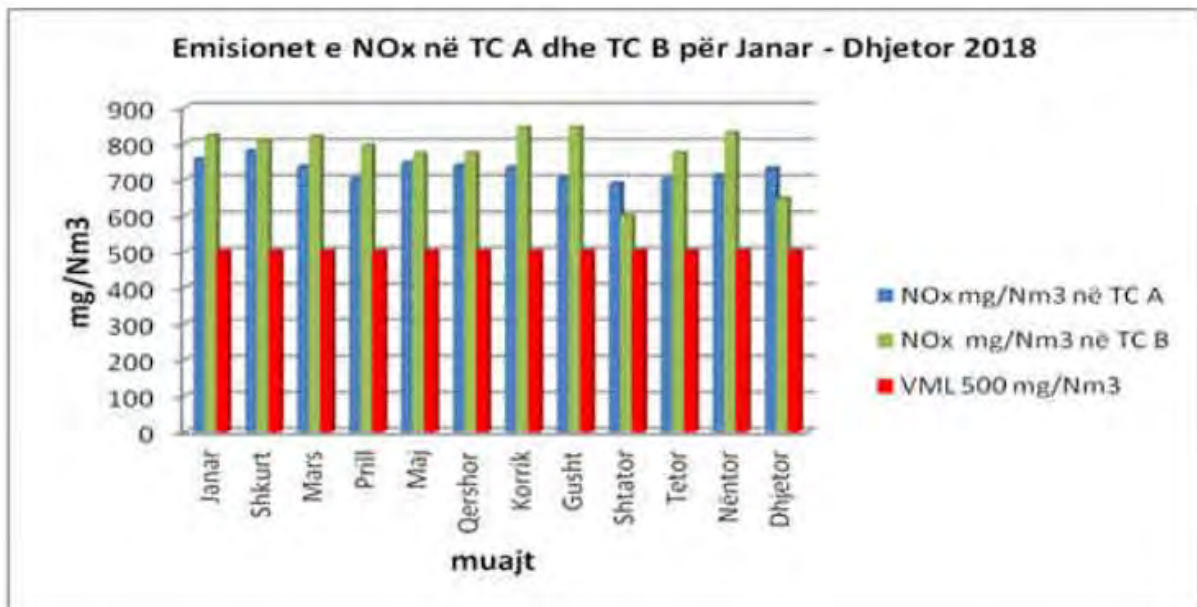
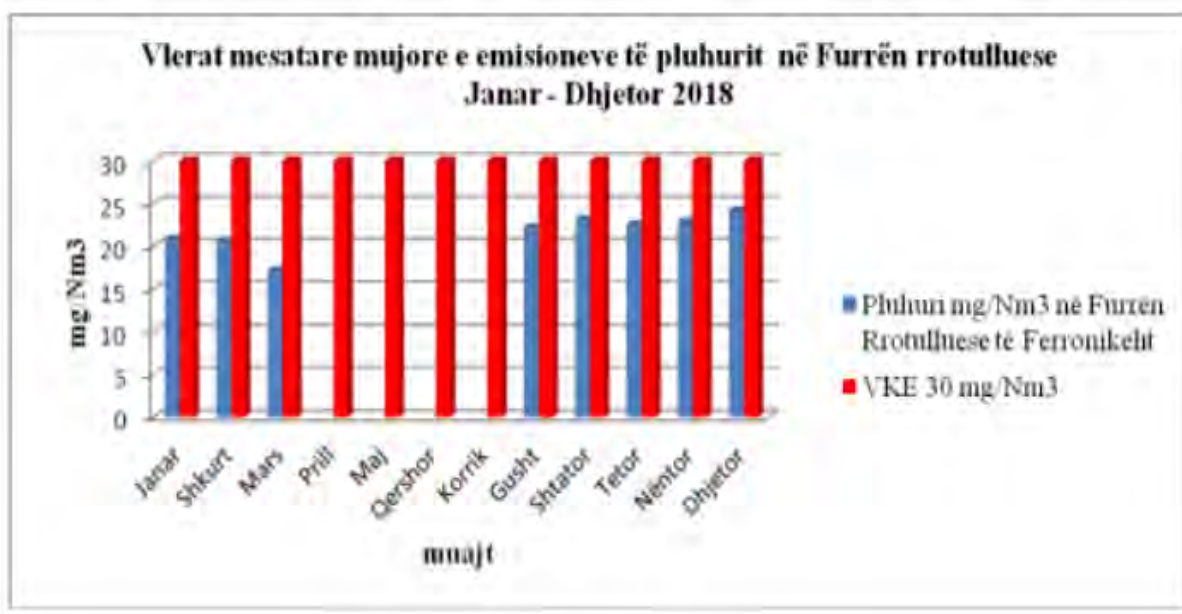


Figure 3. NOx emissions in mg / Nm3 during January - December / 2018

Feronikeli Air Emissions Estimation - Monthly Average Values of Dust Emissions in a Rotating Furnace. The average of monthly emission values of dust emitted by the Rotary Furnace, are within the limit values and in relevance with the standards allowed within the months of operation (see fig. 4).



Monthly average values of CO emissions in the Rotary Furnace

In Figure 5, the monthly average values of CO emissions are shown. It is estimated that no exceeding values were recorded over the permitted limit values during the months of operation.

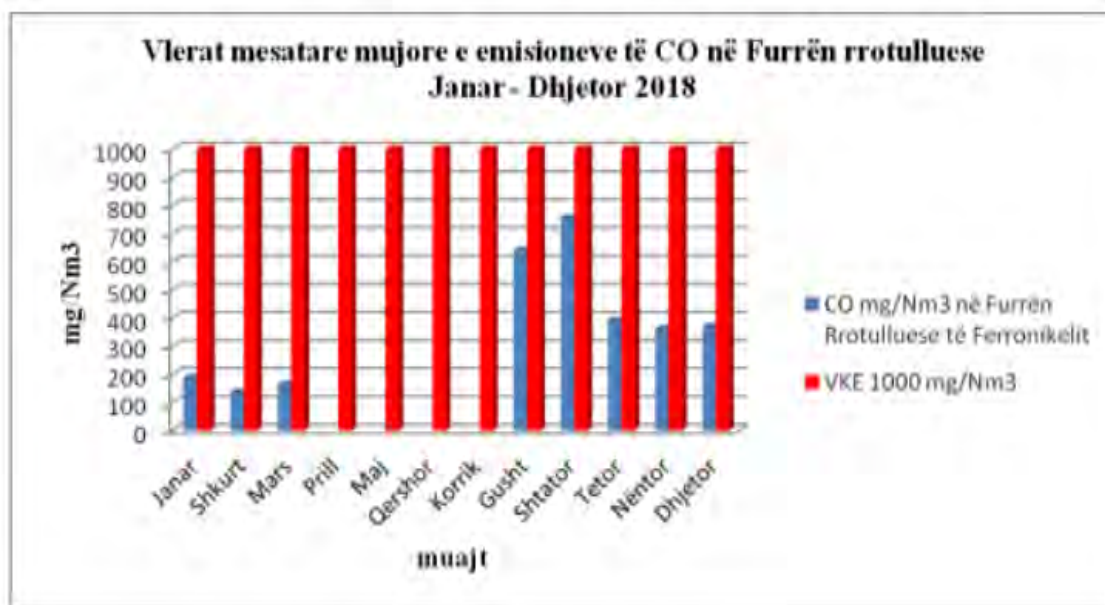


Fig.5. Monthly average values of CO emissions in Rotary Furnace / 2018.

Monthly average values of SO₂ emissions in the Rotary Furnace. As far as the outcomes are concerned, the monthly average values of SO₂ in the rotary kiln, indicate that they have not exceeded the limit of values allowed during operation for 2018.

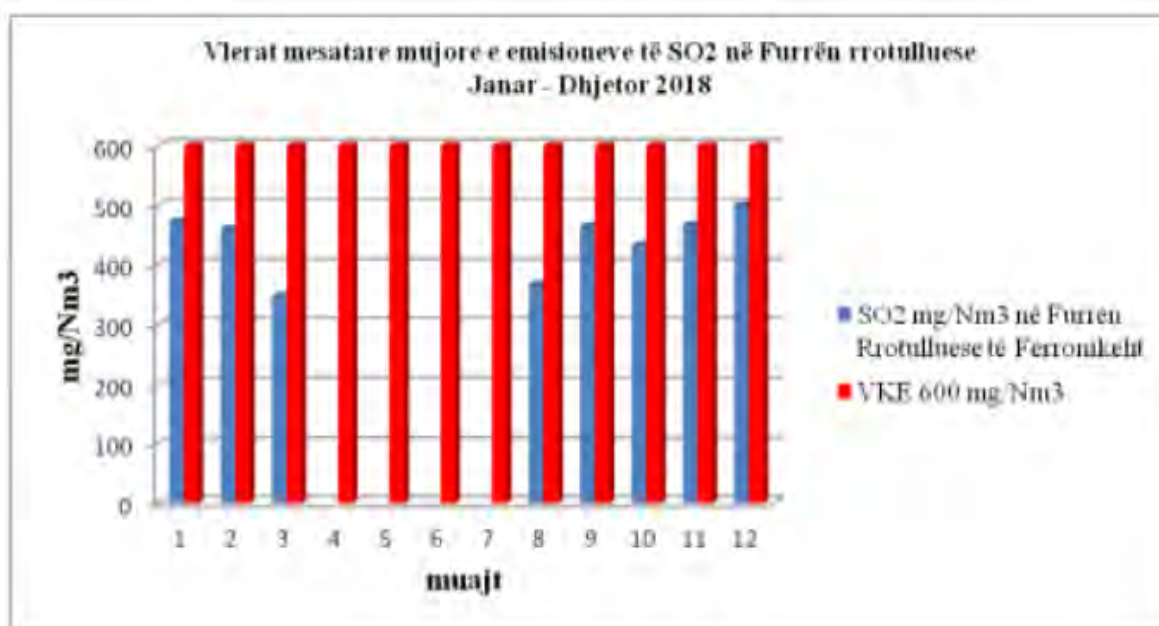


Figure 6. Monthly average values of SO₂ emissions in Rotary Furnaces / 2018.

Monthly average values of NO₂ emissions in the Rotary Furnace. In Figure 7, the monthly average values are shown showing that there is no surpassing of the permitted limit values throughout 2018.

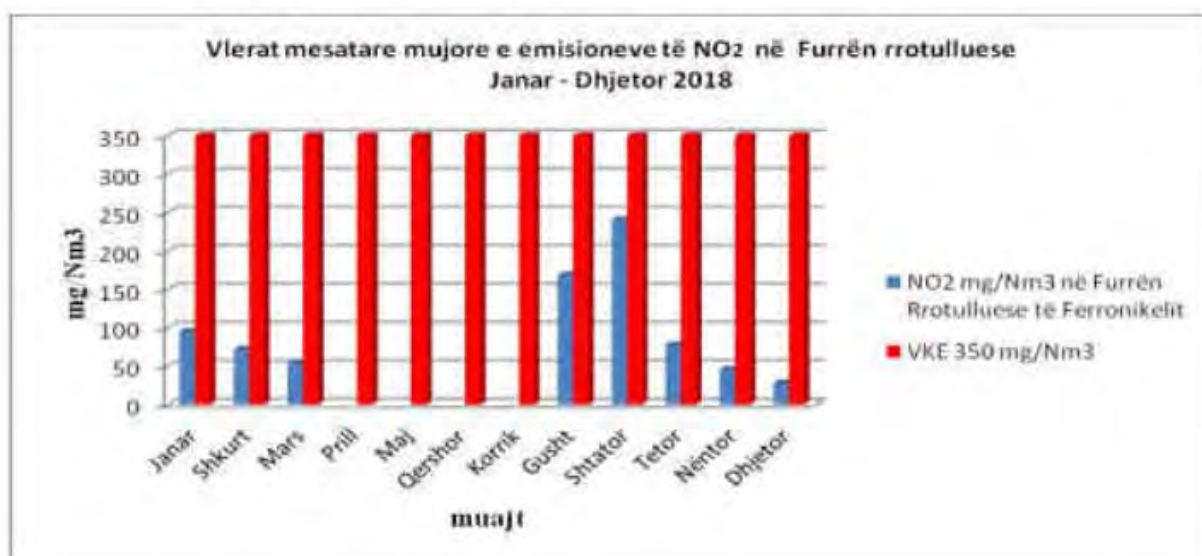


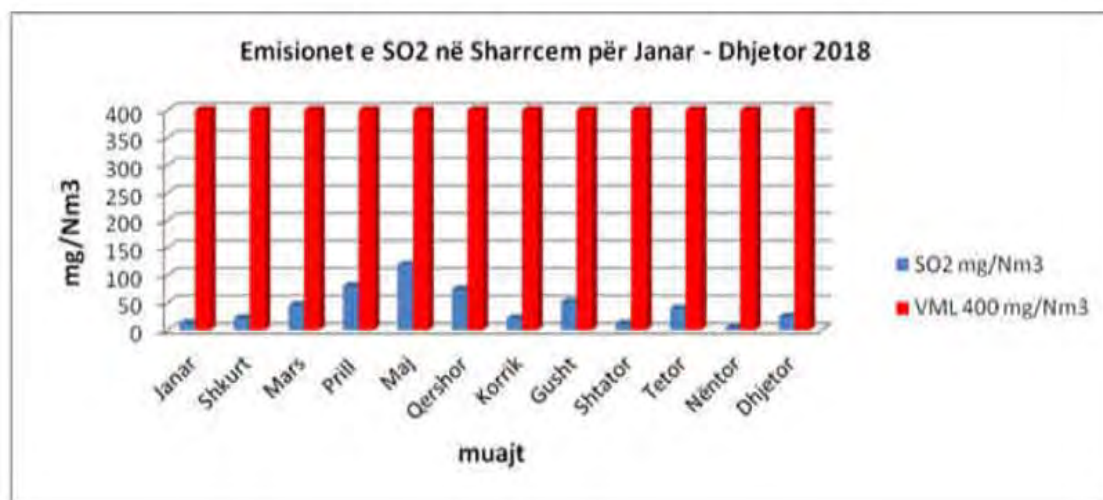
Fig.7. Monthly average values of NO₂ emissions in Rotary Furnace / 2018.

The overall assessment of air emission of SO₂ and NO_x pollutants from Sharrcem.



Fig.8. Average monthly value of dust emissions in the furnace - raw material mill at mg / Nm3 / 2018.

SO2 emissions: It is estimated that during 2018, the emissions of SO2, emitted into the air from Sharrcem are much lower than the values allowed by required standards.



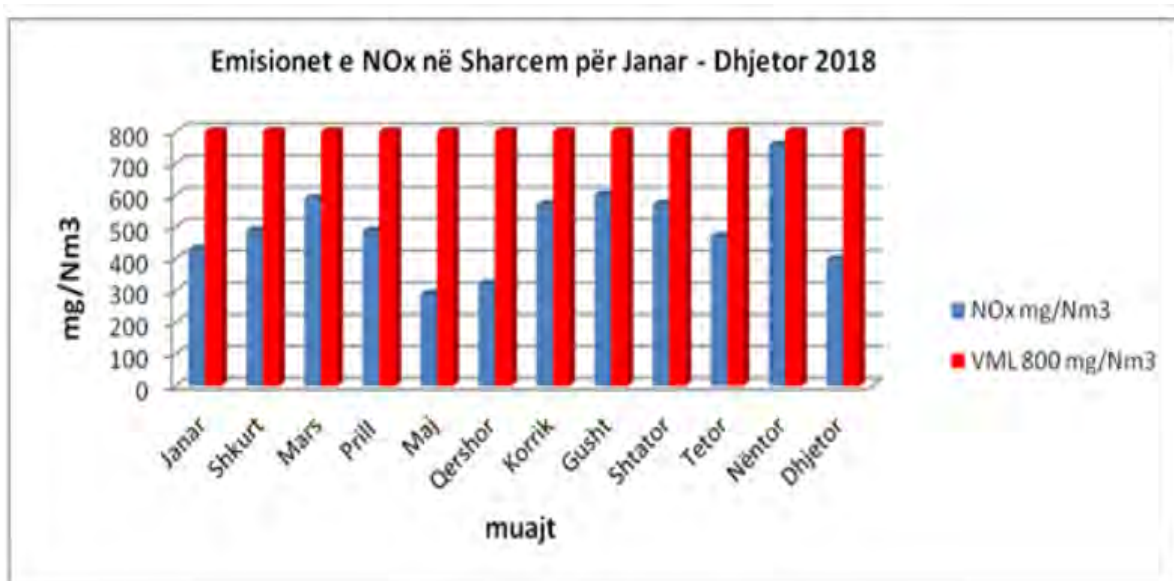


Fig.9. Monthly average value of SO₂ emissions in mg / Nm³ from January - December / 2018.

NO_x emissions. During 2018, NO_x emissions from Sharrcem are lower than standard values.

Conclusions

Taking into account the outcomes depicted from the analysis of pollutant emission from Power Plant Kosova A and B, it has been drawn the conclusion that emissions are very high especially from Power Plant Kosova B, values which are up to 8 times higher than the allowed standard. Emissions of SO₂ and NO_x from the two power plants throughout the year surpass the permitted value by standards. From Feronikel even though there are available only data for one month for 2018, the pollutant emissions of SO₂ and NO_x have been below the permitted values. While from Sharrcem operator, emissions of pollutants in the air such as dust, SO₂ and NO_x, throughout 2018, are below the permitted standards.

References

1. Air quality guidelines for Europe”,2nd edition, 2000 The air monitoring
2. Fergusson J.E. (1990). The Heavy Elements:
3. Raport Vjetor për Gjendjen e Ajrit në Kosovë, 2018
4. Chemistry, Environmental Impact and Health Effects. Pergamon Press, Oxford, 614 pp
5. Ayres, J., Maynard, R., and Richards, R.: 2006: Air Pollution and Health, 248 p., Imperial College Press. ISBN 1-86094-191-5
6. Statistikat vitale të kohës më të re. ESK, Prishtinë, 2004
7. Udhëzimi administrativ mbi rregullat dhe normat e shkarkimeve në ajër nga burimet E palëvizshme të ndotjes, MMPH 2010

8. Zastita zivotne okoline. Prof. dr. Jovan Dukovic, Sarajevo, 1990
9. U. S. Environmental Protection Agency. "Air Quality Criteria for Particulate Matter and Sulfur 1.Oxides," Report No. EPA-600/8-82-029 (1982b).
10. Raportet mujore dhe vjetore për gjendjen e mjedisit në zonën e KEK-ut. Korporata Energjetike e Kosovës, Departamenti i Mjedisit, Prishtinë
11. Raportet për gjendjen e mjedisit në Ferronikel, NewCo Feronikeli, Drenas
12. Raportet për gjendjen e mjedisit në Sharrcem. Fabrika e Cimentos SharrCem, Hani i Elezit.

Machine Learning Model and Web Service Application on Data Science Virtual Machine

Onur Mahmut Pişirir^{1*}, Okan Bingöl²

Abstract: Data science is becoming more and more important today. There are many software tools and development environments to process and create millions of data on the Internet. By customizing all these, virtual machines that support cloud technologies for the exclusive use of data science are becoming widespread. Depending on the tasks to be done, we can add processes that require a lot of processors and memory and virtual servers with our own configurations. These servers host complex and analytical operations on tools that can be used for many preconfigured purposes.

In this study, data on the courses taken by distance education students were analyzed on the data science virtual machine. Machine learning model was created with special tools on it. The model was used to predict after the training of the previous data according to the entered parameters. The data of the students in the courses were sent as parameters and as a result the student's success could be estimated by applying the model. The created web service will provide real-time prediction and it will also present the possibilities that can work integrated with other systems. It can work in distance education systems as well as estimations based on reports in formal education.

Keywords: Machine learning, data science virtual machine, distance education, web service

1. Introduction

In the last 30 years, e-learning systems have been replaced by traditional learning methods. Compared to traditional teaching methods, e-learning offers an online education platform that is not limited to the difference in space. Therefore it is advantageous for the expansion of e-learning students worldwide.(Wang et al., 2017). There are learning, teaching and motivational theories developed by many scientists in the integration of educational systems (Topuz et al., 2015). As e-learning systems develop, situations for information interaction emerge. The service combination enables these e-learning platforms to dynamically discover and combine e-learning services to achieve a specific purpose of a particular user. (Dagger et al., 2007). Although there are many educational platforms on the internet, it offers the same materials to all students without considering individual differences. Students can have a wide range of learning objectives, backgrounds, knowledge levels, learning styles and competences. Therefore, flexible systems are needed. All these aspects are unique to each

¹ Isparta University of Applied Sciences, Distance Education Vocational School, Isparta, Turkey

² Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Isparta, Turkey

* Corresponding author: onurpisirir@isparta.edu.tr

student, so an ideal learning system should adapt its performance to the needs of the student (Surjono, 2011; Verdú et al., 2008).

The purpose of a learning experience, albeit online or face to face is to achieve the defined learning outcomes. In this context, the interaction should be more structured and systematic. A qualitative dimension emerges in which interaction is seen as communication with the intention to influence thought critically and reflectively. Some in higher education, valuable and even argued that it was necessary to create a research community that sustained interaction and reflection (Garrison & Cleveland-Innes, 2005).

In this study, students' online course contents, virtual classroom lessons, archived courses, participation in discussion topics and activities on different course materials were followed. In the followed activities, the scores of the students were taken as parameters. Through the Deep Neural Network (DNN), learning is provided through student activities and grades. Students' information on the course content, the number of courses they took during the semester, participation in the discussion topics in the courses, virtual classroom and archive information such as monitoring status were obtained. In addition, the information given by the instructor to the students, scores from the assignments, midterm and final grades were also obtained. With this data, a machine learning model was created and operated via web service. In this way, it is provided that the instructor can predict the success of the student.

2. Material and Method

In recent years, the studies in the field of machine learning are developing very rapidly and penetrating our lives in different fields. Machine learning methods are used in applications such as face recognition, speech recognition, filtering of spam e-mails, customer credit risk, customer segmentation and suggestion systems. (Çiftçi & Kalyoncu, 2018).

Algorithms learn from data in the same way that people learn from experience. Among other things, people learn by reading books, observing situations, reading at school, chatting and browsing websites. But now machines also started to learn like a brain (Shukla, 2018). Machine Learning is a concept that covers a wide range of artificial intelligence. There is a contradiction between statistical approach and machine learning. Prior knowledge is that the information is numerically handled in terms of probability or probability criterion, not related to deterministic process, such as set or group assignments, estimation functions (Elavarasan et al., 2018).

Artificial Neural Networks are computational models consisting of nodes connected by links. Each node performs a simple operation to calculate its output from its input transmitted through connections connected to other nodes. This relatively simple computational model is the Artificial Neural Network, because the structure resembles the Nervous Systems in the Human Brain, the corresponding nodes to neurons, and the connections corresponding to synapses that transmit signals between neurons. One of the most important features of a neural network is the ability to learn. Artificial neural network learning algorithms details vary from architecture to architecture, they have something in common; They can set parameters in a Neural Network so that the network learns to improve the performance of a given task.

The general architecture of ANN is shown in formula (1). Common activation filtering function is sigmoid function (Mohamed, 2018). The activation function is given by:

$$a = \sum_{j=1}^N w_j x_j \quad (1)$$

The output from the activation function is given by:

$$y = f(a) \quad (2)$$

The sigmoid activation function is given by:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (3)$$

Data Science Virtual Machines are Azure Virtual Machine images, pre-installed, configured and tested with several popular tools that are commonly used for data analytics, machine learning and AI training (Microsoft, 2019). Commercial cloud computing platforms are built to provide highly flexible, scalable and on-demand computing, storage and networking resources for large-scale computing tasks. Microsoft Azure is one of them. They provide access to powerful process resources. It is widely used in data sharing, merging and analysis. The costs of these systems are also suitable with their flexible structures. Users control the application and environment configurations. This helps us focus on the application instead of managing the cloud structure (Li et al., 2010; Subramanian et al., 2010).

3. Results

It is aimed to train experts in the promotion and management of cloud-based services and technologies (Assante et al., 2017). In this study, success prediction was made with the data of the students studying on the online education platform. For this purpose, machine learning model was created. The Machine Learning model was used to re-predict data without training. Figure 1 shows the machine learning model.

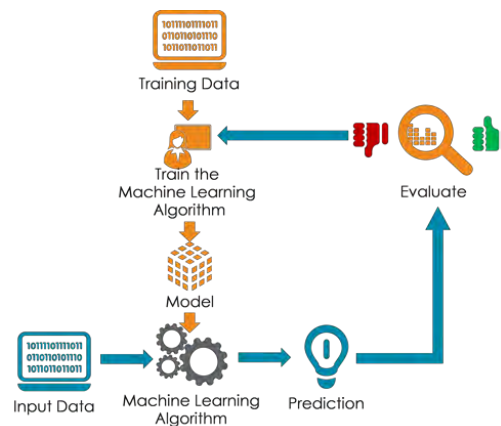


Figure 1. Machine Learning Model (Technofist, 2019)

The web service created with Flask on DSVM has estimated success according to the parameters sent and showed the results. Figure 2 shows the operating principle of the system. In this study, “datasetogr.csv” file is used for to create a predictive model based on some

training data. Client sends parameters, DSVM gets by web service, machine learning starts working and shows the results.

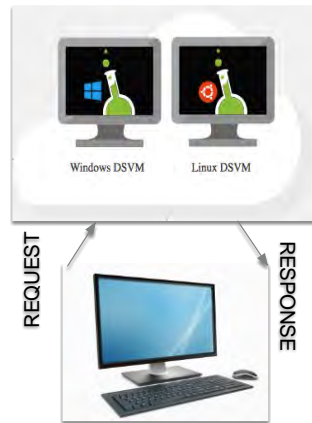


Figure 2. Request and Response on DSVM

Internet Information Service was established with FastCGI. After the installation, the server application was run on the spyder and checked. Figure 3 shows the server application.

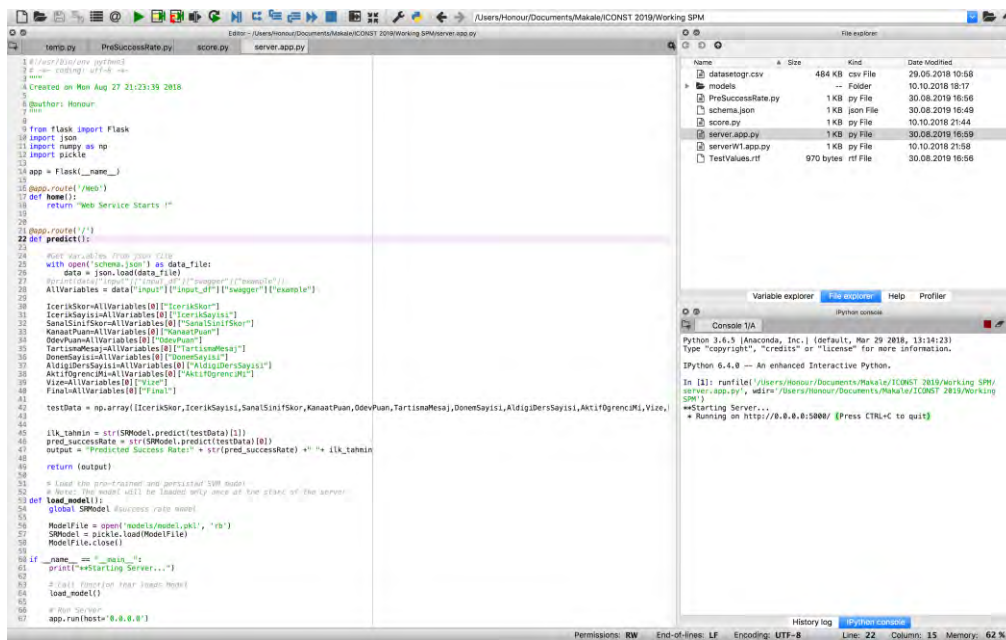


Figure 3. Running Server Application

A file on the application creates the model of data training and machine learning. Another file saves the data generated by the model as “json” file for recall the data. The application can be run locally or via the internet. Figure 4 shows the running estimate with the parameters sent to the application. The application evaluated the success of the students with 100 points. Assuming 100 points are the most successful and 0 points fail. The success rate is estimated with the parameters going through the browser. Results show that a student's success percentage is high and for another prediction it is low.

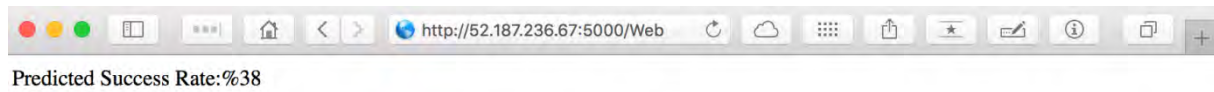
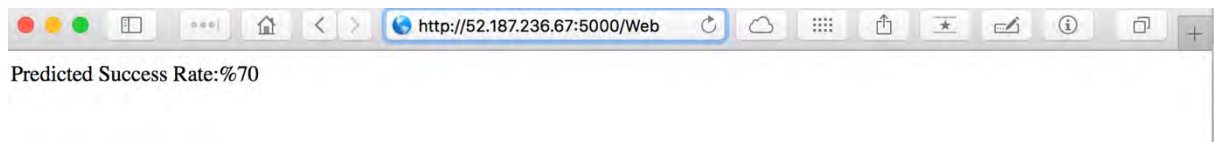


Figure 4. Predictions

4. Discussion and Conclusions

In this study, an application that predicts the success rate in lessons is made. The application can be run locally or by the internet. The application is only working on the Data Science Virtual Machine, independent of the services provided by the Azure platform. Python, Flask applications have been integrated and tested on services running on Windows Server. In this sense, a flexible program structure has been achieved in the direction of needs. Windows Server and Azure Portal offer limited machine learning tools and require different services for the solution. This increases complexity and cost. With this example, a flexible machine learning has been realized with a micro-server application through a web service. This service has been created with machine learning in the online education platform. The model uses the parameters on the students' learning management system and predicts the success of all courses taken by the student. This system, which can work synchronously, will provide a connection between different platforms and help students to succeed in the courses they take on online education platforms. This will help lecturers and students to predict their course success in advance.

References

- Assante D., Fornaro, C., Weitschek, E., Castro M., Martin S., Hamburg, I., Owens, A., Gallo, R. T., Konstantinou, K., Spyros, S., Pascoal, A., Reis, C., Spatafora, M., and Cotovanu, A. M., "Smart open online tool for adaptive education on Cloud Computing," *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*, no. April, pp. 1183–1186, 2017.
- Çiftçi, S., & Kalyoncu, F. A. (2018). Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Mobil Servis Deneyimi Tahmini Mobile Service Experience Prediction Using Machine Learning Methods, (May).
- Dagger, D., Connor, A. O., Lawless, S., Walsh, E., & Wade, V. P. (2007). Service-Oriented E-Learning Platforms. *IEEE Internet Computing Special Issue*, 28–35.
- Elavarasan, D., Vincent, D. R., Sharma, V., Zomaya, A. Y., & Srinivasan, K. (2018). Forecasting yield by integrating agrarian factors and machine learning models: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 155(October), 257–282. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.024>
- Garrison, D. R., & Cleveland-Innes, M. (2005). in Online Learning: Interaction Is Not Enough. *American Journal of Distance Education*, 19(3), 133–148. <https://doi.org/10.1207/s15389286ajde1903>

Li, J., Humphrey, M., Agarwal, D., Jackson, K., Van Ingen, C., & Ryu, Y. (2010). EScience in the cloud: A MODIS satellite data reprojection and reduction pipeline in the Windows Azure platform. *Proceedings of the 2010 IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing, IPDPS 2010*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/IPDPS.2010.5470418>

Microsoft, (2019). Azure Microsoft. azure.microsoft.com (Online:10.08.2019)

Mohamed, K. S. (2018). *Machine learning for model order reduction. Machine Learning for Model Order Reduction*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-75714-8>

Shukla, N. (2018). *Machine learning with Tensorflow. Manning*. <https://doi.org/10.1201/b17476>

Subramanian, V., Wang, L., Lee, E. J., & Chen, P. (2010). Rapid processing of synthetic seismograms using windows azure cloud. *Proceedings - 2nd IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, CloudCom 2010*, 193–200. <https://doi.org/10.1109/CloudCom.2010.110>

Surjono, H. D. (2011). The Design of Adaptive E-Learning System based on Student ' s Learning Styles. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 2(5), 2350–2353.

Technofist, (2019). MACHINE LEARNING PROJECTS. <http://www.technofist.com/IEEE-machine.html> (Online: 10.08.2019)

Topuz, A. C., Yıldırım, Ö., Topu, F. B., & Göktaş, Y. (2015). Öğrenme Teorileri Üzerine İnşa Edilen Web 2.0 Uygulamalarının İncelenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 8(2), 59. <https://doi.org/10.17671/btd.03676>

Verdú, E., Regueras, L. M., Verdú, M. J., De Castro, J. P., & Pérez, M. Á. (2008). An analysis of the research on adaptive Learning: The next generation of e-learning. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 5(6), 859–868.

Wang, X., Zhang, Y., Yu, S., Liu, X., Yuan, Y., & Wang, F. Y. (2017). E-learning recommendation framework based on deep learning. *2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2017, 2017-Janua*, 455–460. <https://doi.org/10.1109/SMC.2017.8122647>

Geophysical Determination of Surface Rupture of AD740 Earthquake, Lake İznik, NW Turkey

**Oğuzhan Bozkurt¹, Ayşe Yılmaz Turgal¹, A. Evren Erginal², Oya Erenoğlu²,
Emin U. Ulugergerli³, R. Cüneyt Erenoğlu^{4*}**

Abstract: On the southern shore of Lake İznik, which is located on the middle branch of the right-lateral strike-slip North Anatolian Fault, a 100-m-long surface rupture was observed in the Late Holocene beachrock. Along the ground rupture, which cuts the beachrock beds (strike N60°E., dip 5°NW) with visible thickness of 50 cm, beds are tilted to the southeast at a maximum angle of 40°. The tilted block dated to 1.332 ± 0.145 ka by optically stimulated luminescence (OSL), is overlain by a younger generation of beachrock with an OSL age of 1.188 ± 0.096 ka. In this study, the Electrical Resistivity Tomography (ERT) method was used to detect the subsurface structure of this ground rupture caused by the destructive historical AD740 earthquake. The resistivity tomogram taken perpendicular to the shoreline allowed to observe vertical component of rupture at depth range of 3 m. Massive beachrock covers the area and a possible fault whose location is 3 to 5 m to the shoreline, observed between 16 to 18m. The tomographic image explains that values over 120 ohm.m refer to carbonate-cemented hard-bedrock beds with buried thickness of 1 m, containing gravels and sands derived from chert, limestone, marble and volcanics. The lower boundary of beachrock beds shows a clear tilting again backwards with an angle of 10 degrees or more.

Keywords: Electrical resistivity tomography, surface rupture, AD740 earthquake, North Anatolian Fault, Lake İznik, Turkey

1. Introduction

On tropical and subtropical coasts where summer drought is experienced, loose beach materials of different sizes are cemented with calcium carbonate, often forming seabed slopes at an angle of 10 ° (Ginsburg, 1953; Bricker, 1971; Neumeier, 1998). These formations along the coastline are generally dated to 1000 to 5000 years (Vousdoukas et al., 2007). Beachrocks are particularly important for understanding sea level changes and coastal neotectonics. (Bezerra et al., 1998-2004; Ramsay and Cooper, 2002; Kelletat, 2006).

One of which showed a wide range of coastal environments are also beachrocks coast of Turkey. For example, many studies have been performed on the presence of beachrock on the coasts of Mediterranean Sea (Bener, 1974; Erol, 1983; Avşarcan, 1997; Desruelles et al., 2009; Çiner et al., 2009), Marmara Sea (Ertek et al., 2016), Aegean Sea (Erol, 1972; Ertek and Erginal, 2003) and Black Sea (Erginal et al., 2013). Furthermore, the southeast of Lake Michigan (Binkley et al., 1980), the Pyramid Lakes (USA) region (Benson, 1994) and the

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Science, Division of Geomatics, Çanakkale, Turkey

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education, Dept. of Geography Education, Çanakkale, Turkey

³ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Dept. of Geophysics, Çanakkale, Turkey

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Dept. of Geomatics, Çanakkale, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): ceren@comu.edu.tr

Taupo Lake are examples of the existence of the beachrock on the shores of the lake. Another recent example of lake beachrocks is İznik Lake. İznik Lake, which has fresh waters, is the only known example in the world about the formation of beachrock in freshwater environment and it keeps the climatic records of the lake after the last ice age (Erginal et al., 2012, Öztürk et al., 2016).

The main scope of this study is the application of ERT in an area where the beachrocks keep earthquake-based deformation records at a locality on the south coast of İznik Lake (Figure 1). The fault causing the earthquake activity in the lake area is the segment that forms the northern part of the southern branch of the NAF. (Barka and Kadinsky-Cade, 1988). Numerous damaging and destructive earthquakes occurred both in historical and instrumental periods in the northern part of the southern branch in and around the study area. The earthquakes in the historical period are 29, 33, 69, 120, 368, 378, 715 and 1895 AD. Among these, the most important earthquake of AD715 is an IX magnitude earthquake and it was felt and damaged in other cities around Iznik (Ergin et al., 1967; Sosyal et al., 1981; Pınar Erdem and Lahn, 2001).

In this study, it is aimed to study the surface structure and possible deformation traces on the beachrocks by the two earthquakes in the region due to the earthquakes of 740 and 715 AD. Electrical Resistivity Tomography (ETr) technology was used to model the three-dimensional structures of the subsoil and superstructure of the coastal zone on the shores of Lake İznik. The coordinates of the 3D models produced with the help of GPS data, the representation of them in the global and local coordinate system, the spatial correlation and the interpretation of the results obtained by the electrical resistivity tomography method were performed.

2. Material and Method

The electrical resistivity method used in this study was first applied by Wenner in 1915 and developed Schlumberger in the 1920s and achieved successful results in imaging the underground. (Ward, 1988). With the development of technology, the devices used in geophysical methods have been developed and the underground structure has been evaluated in different dimensions. With this development, it was possible to eliminate being connected in a single direction and being in a monotonous way and to make investigations with more realistic approaches. (Berge, 2002; Drahor et al. 2004).

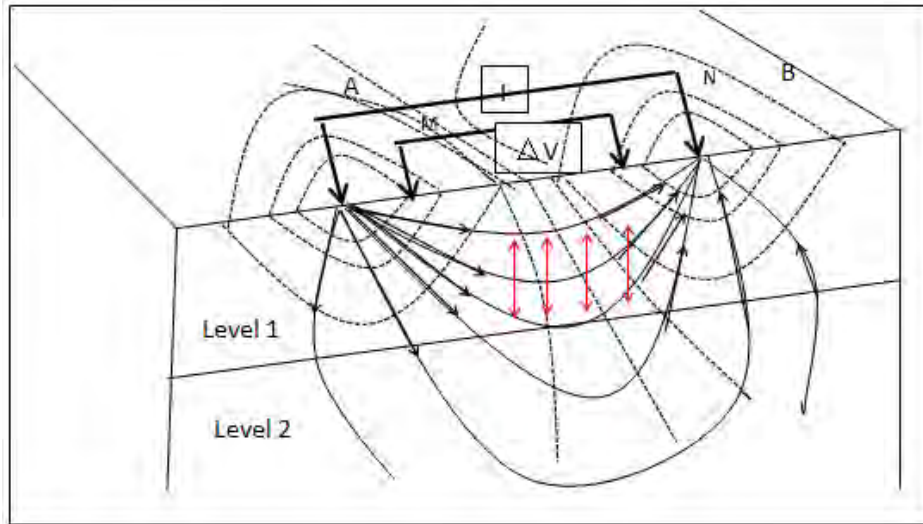


Figure 1. Working principle of electrical resistivity method in two dimensional representation: A-B current electrodes, M-N potential electrodes versus current and potential (voltage) lines formed in semi-infinite environment.

The current applied to the ground with A and B electrodes creates a voltage difference in the ground. This difference is measured from M and N electrodes (Figure 1). These measured voltage differences vary according to the distance between the electrodes and the geological structure of the underground.

Resistivity values of geological units vary. The structure characteristics of these units may vary according to the water content in the environment and the temperature differences in the environment. Different resistivity values can be seen even in the same unit. It is not correct to define a unit with a single value. The water contents and resistivity values of the rocks are shown in Table 1.

Table 1. Water contents and resistivity of rocks.

Rock and water content (%)	Electrical resistivity (W-m)
Siltstone (%0.54 H ₂ O)	1.5×10^4
Rough grained sandstone (%0.39 H ₂ O)	9.6×10^5
Medium grained sandstone (%1.00 H ₂ O)	4.2×10^2
Organic limestone (%11.0 H ₂ O)	0.6×10^3
Dolomite (%2.0 H ₂ O)	5.3×10^3
Diorit (%0.0 H ₂ O)	6×10^6
Basalt (%0.95 H ₂ O)	4×10^4

İznik Lake is located in the southeast of the Marmara region, between 40°30' - 40°22' north latitudes and 29°20' - 29°42' east longitudes. (Figure 2). The lake, 32 km long and 12 km wide, is formed on the middle segment of the North Anatolian Fault with right lateral strike slip. Geographically, most of them are located in the Samanlı region of the southern Marmara region (Darkot and Tuncel, 1981). The waters of İznik Lake, which occupies the deepest parts of İznik depression between Karlık in the north and Gürle-Avdan mountains in the south, are sweet. Excess water is discharged to Karslık stream and Gemlik Bay. The area of the lake is 302.2 km².

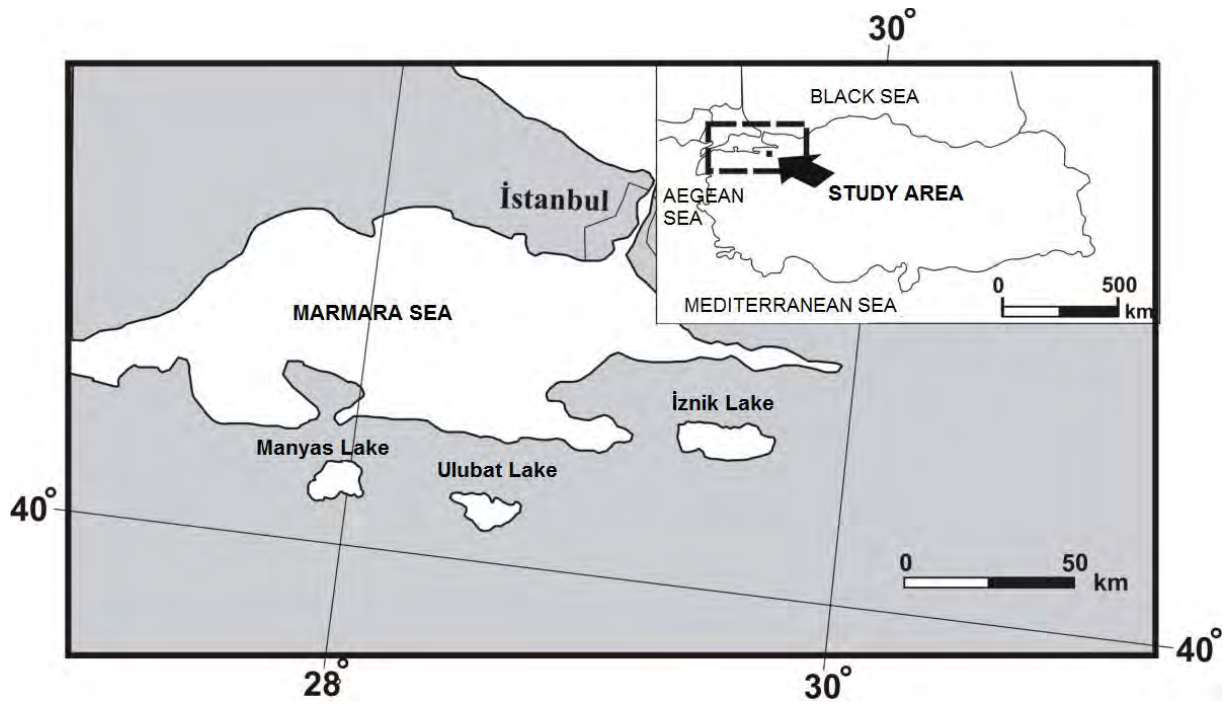


Figure 2. Location map of the work area.

The İznik Lake basin contains rock assemblages of various ages and origins, from Paleozoic to contemporary alluvium. Paleozoic lands consist of Permian and Carboniferous crystalline schists and marbles. In the northeast of the lake schists and in the west are marbles and recrystallized limestones. Mesozoic rocks begin with lower - middle Triassic metavolcanite - meta - sedimentary rocks and ophiolites and also limestone - marble, metamorphics, conglomerate and flysch as well.

Within the scope of the field study, on 18.07.2019, it was worked in the beachstone region on the shores of Lake İznik. In this context, firstly steel electrodes were installed in order to form profiles in the region. Since the sandstones on the surface are very thick and dense, the operation of the electrodes using a hammer has been a very challenging process (Figure 3).



Figure 3. Some snapshots from the work site of the beachrock region and the installation of the steel electrodes.

In the studies carried out on the coastal part of İznik lake on 18.07.2019, Electrical Resistivity method which is one of the geophysical methods was used. In this method, measurements were taken using Dipole-Dipole sequence. 1 profile was laid along and 24 electrodes were laid at 1m intervals. A and B electrodes were applied to the ground and voltage of the ground was measured with M and N electrodes. In this study, it was measured by using multiple electrode box connected to resistivity instrument.



Figure 4. Views from electrical resistivity device and GNSS measurements on the installed profile.

3. Results

The measurements were evaluated using Res2Dinv (Loke, 1999) program. The land measurements taken were not included in the inverse solution by masking the program because of the variable values due to the difficult terrain. Due to some data which is noisy (showing high or low value according to the environment), the compliance values are in the range of 15-20%. However, sections obtained from both observational and theoretical data show similar structural changes. Results are presented in the same color range (Figure 5).

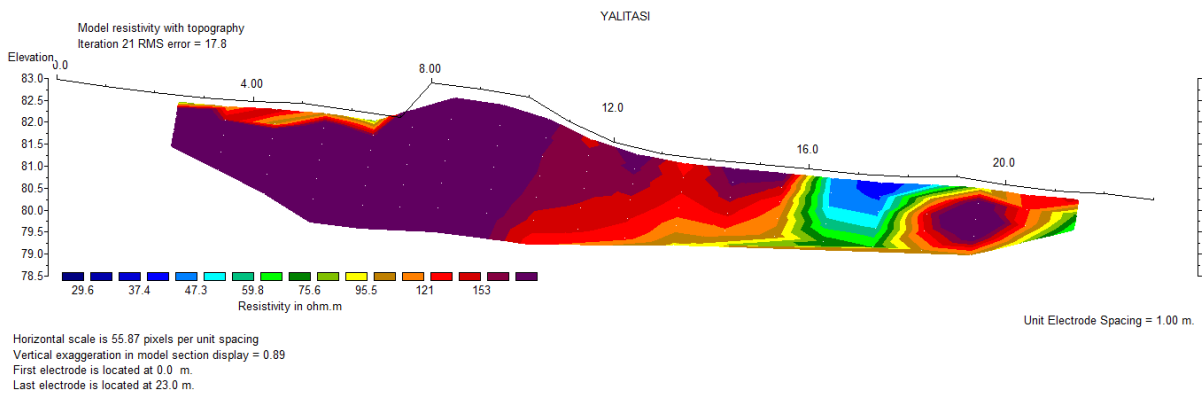


Figure 5. Electrical Resistivity Tomography model obtained as a result of the land measurement carried out on the coastal beachrocks of İznik Lake on 18.07.2019.

In general, there are two separate units. These two units can be defined as beachrock (> 100ohmm) and altered segments (<100ohmm). The low resistance value at the seaside can be considered as the conductive part, i.e. the alluvial unit. Figure 5 shows a possible fault structure below 16-18mm and is 4-5m from the shore line. Above the fresh water is the presence of high resistivity beachrock in the soil area. The 121-153 ohm range and 3m depth, dominated by dark colors, show us the presence of high resistivity in the region.

4. Discussion and Conclusions

This study is the first study carried out in terms of active tectonics and seismicity of the region in terms of tectonic deformation traces found in the Yaltaları in İznik Lake. Particularly on the shore of İznik Lake, the Yalalı region is located in 740 AD and 715 AD bears traces of deformation on the beachrocks by two earthquakes in the region. In this study, the subfloor and superficial structures of the mound are modeled in three dimensions by using Electrical Resistivity Tomography technique. Here, the presence of high resistivity in the region is proved by electrical resistivity method. The results indicated a possible fault structure below 16-18mm and is 4-5m from the shore line. Above the fresh water is the presence of high resistivity beachrock in the soil area. The 121-153 ohm range and 3m depth, dominated by dark colors, show us the presence of high resistivity in the region.

Acknowledgements

This work was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University The Scientific Research Coordination Unit, Project number: SBA-2018-2772.

References

- Barka, A. (1993). Kuzey Anadolu Fayı'nın Sapanca-İzmit ve Geyve-İznik Kolları üzerinde Paleosismik Arastırmalar, TÜBİTAK Proje No:YBAG-4/7551, İstanbul (in Turkish).
- Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K. (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7(1), 663-684.
- Berge M.A. (2002). Sığ Aramacılıkta Sonlu Farklar Yöntemi ile İki-Boyutlu Düz Çözüm Özdirenç Modellemesi. Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü (in Turkish).
- Bricker, O.P. (1971). Introduction: beachrock and intertidal cement: *Carbonate Cements*: 1-3, ed: Bricker, O.P., John Hopkins Press, Baltimore, M.D.
- Demirci, A., Ekinci, Y. L., Erginal, A. E., Öztürk, M. Z. (2015). Fosil Plaj ve Kumulların Yüzey Altı Yapılarının İncelenmesinde Elektrik Özdirenç Tekniği ve Paleo-Kıyı Ortamı Yorumuna Katkısı. *Türkiye Jeoloji Bülteni/Geological Bulletin of Turkey*, 58(1), 1-18.
- Drahor, M. G., Göktürkler, G., Berge, M. A., Kurtulmuş, Ö. T. (2004). Dört farklı elektrot dizilimine göre bazı üçboyutlu sığ yeraltı yapılarının görünür özdirenç modellemesi, *Yerbilimleri*, 30: 115-128 (in Turkish).
- Ekinci, Y.L., Demirci, A., Erginal, A.E., Öztürk, B. (2010). Detection of cavities in carbonate-cemented fossil eolian sand dunes using DC electrical resistivity survey, Bozcaada Island, Turkey, European Geosciences Union General Assembly, Geophysical Research Abstracts, v. 12, EGU2010-7005.
- Ekinci, Y.L., Demirci, A., Erginal, A., Kaya, H., Ekinci, R. (2012). The nature and subsurface geometry of Late Holocene Coquina rocks, Karaburun-İstanbul, NW Turkey,

European Geosciences Union General Assembly, Geophysical Research Abstracts, v. 14, EGU2012-9367.

Ergin, K, Güçlü, U., Uz, Z. (1967). Türkiye ve Civarının Deprem Katalogu (Milattan Önce 11yılından 1964 sonuna kadar), İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Arz Fizigi Enstitüsü Yayınları, No:24.

Erginal, A.E., Kıyak, N.G., Bozcu, M., Ertek, T.A., Güngüneş, H., Sungur, A. Türker, G. (2008). On the origin and age of Arıburnu beachrock, Gelibolu Peninsula, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences 17, 803–819.

Erginal, A.E., Kıyak, N.G. Öztürk, B. (2010). Investigation of beachrock using microanalyses and OSL dating: A case study from the Bozcaada Island, Turkey, Journal of Coastal Research 26 (2), 350–358.

Erginal A. E., Ekinci Y. L., Demirci A., Elmas E. K. Kaya K. (2012). First note on Holocene coquinite on Thrace (Black Sea) coast of Turkey, Sedimentary Geology 267–268, 55–62.

Erginal, A.E. (2012). Beachrock as evidence of sea-level lowstand during the Clasical period, Parion antique city, Marmara Sea, Turkey, Geodinamica Acta 25, 96–103.

Erginal, A.E., Ekinci, Y.L., Demirci, A., Avcioglu, M., Ozturk, M.Z.,Turkes, M. Yigitbas, E. (2013). Deposition al characteristics of carbonate- cemented fossil eolian sand dunes, Bozcaada Island, Turkey, Journal of Coastal Research 29 (1), 78–85.

Erginal, A.E., Kıyak, N.G., Ekinci, Y.L., Demirci, A., Ertek, A., Canel, T. (2013). Age, composition and paleoenvironmental significance of a late Pleistocene eolianite from the western Black Sea coast of Turkey, Quaternary International 296, 168–175.

Erginal, A.E., Ekinci, Y.L., Demirci, A., Bozcu, M., Ozturk, M.Z., Avcioglu, M., Oztura, M.Z. (2013). First record of beachrock on Black Sea coast of Turkey: Implications for Late Holocene sea-level fluctuations, Sedimentary Geology 294, 294–302.

Ginsburg, R.N. (1953). Beachrock in South Florida, Journal of Sedimentary Petrology 23, 85–92.

Loke, M.H. (2013). Tutorial: 2D and 3D Electrical Imaging Surveys. Erişim Tarihi: 05.04.2013. <http://www.geotomosoft.com/coursenotes.zip>

Lötscher, (2018). Lötscher Kies + Beton AG corporate website, <http://www.loetscher-kiesbeton.ch/>, (accessed July 17 2018).

Pınar Erdem, N., Lahn, E. (2001). Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu, 2. Basım, Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları, No. YTÜVAK.N.KT-2001.007, Y.T.Ü. Basım Yayın Merkezi, İstanbul.

Selim, H.H., Tüysüz, O. (2013). The Bursa-Gönen depression, NW Turkey: a complex basin developed on the North Anatolian Fault. Geological Magazine, 150, 801-821.

Sosyal, H., Sipahioglu, S., Kolçak, D., Altınok, Y. 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu, (M.O. 2100- M.S. 1900), TÜBİTAK Proje No:TBAK-341, İstanbul (in Turkish)

Ulugergerli, E.U. (2017). Marine effects on vertical electrical soundings along shorelines. Turkish Journal of Earth Sciences, 26(1), 57-72.

Ward, S. H. (1988). The resistivity and induced polarization methods. In Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 1988 (pp. 109-250). Society of Exploration Geophysicists.

Is Submergence of the Saint Neophytos Basilica (Lake İznik, NW Turkey) Caused by AD740 Earthquake or Climate Change? Discussion of Geoelectrical Data

**Hatice Edanur Çınar¹, Ayşe Yılmaz Turgal¹, A. Evren Erginal^{2*}, Oya Erenoğlu²,
Emin U. Ulugergerli³, R. Cüneyt Erenoğlu⁴**

Abstract: Aerial photograph surveys conducted in 2014 around Lake İznik lead to discover of the remains of underwater Byzantine basilica near the eastern shoreline of the lake. The base unit of this structure, which is about 20 meters off the shoreline at 2 meters water depth, is perfectly preserved up to the present. Archaeological research has argued that this structure has been collapsed due to the devastating AD740 earthquake. On the other hand, the existence of beachrock beds on the surveyed beach (near the protected area), which is just a few meters away from the basilica, makes an alternative interpretation possible. Beachrocks with broad distribution throughout the Lake İznik keep records of the climate changes in the late Holocene. Considering that the water level of the lake descended to 2 meters during arid periods, as supported by existing multiproxy data obtained from the sediment cores taken from the lake, existence of beachrock beds in the surveyed beach allows to think that beachrock may exists in the basilica area. In this case, if the basilica was built on beachrock beds, providing a hard and safe ground for the construction, then it may have been inundated due to rise of lake waters during the following rainy stage. This study was conducted to test the hypothesis briefly described above. Geoelectrical measurements were made using the Electrical Resistivity Tomography (ERT) method at the public beach located just 10 meters from the basilica. Beachrock beds (strike N10°E., dip 5°NW) crops in out in a limited area on the beach where the survey section was taken. ERT section was taken perpendicular to the shoreline to determine subsurface extension, thickness and the angle of dip of the buried beachrock beds as well as the existence of possible earthquake-related deformations. Our preliminary findings reveal that the measured values on resistivity values delineated the two distinct; beachrock units (>100ohm) and altered zones (100ohm<). The tomographic image shows that the beds which seem to have buried 50 cm below the surface have resistivity values over 120 ohm.m and have average dip at an angle of 10° towards the lake (i.e westward). The thickness of the buried sandstone is 1 meters. The fact that the beds are regularly inclined towards the lake, with no evidence for tectonic deformation, raise doubts about the impact of the AD740 earthquake on the collapse of the basilica. In addition, no significant deformation is observed in the underwater images of the basilica walls. In this case, if the geophysical surveys are conducted along the beach behind the basilica and if the beachrock beds are found below this underwater structure are determined, it is highly probable to obtain evidence confirming our hypohthesis.

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, Institute of Science, Division of Geomatics, Çanakkale, Turkey

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Education, Dept. of Geography Education, Çanakkale, Turkey

³ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Dept. of Geophysics, Çanakkale, Turkey

⁴ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Dept. of Geomatics, Çanakkale, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): aerginal@gmail.com

Keywords: Electrical resistivity tomography, AD740 earthquake, St. Neophytos basilica, Lake İznik, Turkey

1. Introduction

One of the distribution showed that the structure of the coastal environment beachrocks Turkey. There have been studies on the presence of beachrock on the coast of Mediterranean (Bener, 1974; Erol, 1983; Avşarcan, 1997; Desruelles et al., 2009; Çiner et al., 2009), the Sea of Marmara (Ertek et al., 2016), the Aegean Sea (Erol, 1972; Ertek and Erginal, 2003) and the Black Sea (Erginal et al., 2013). It is among the examples of the existence of the Yalta formation on the shores of the lake, e.g. Southeast of Lake Michigan (Binkley et al., 1980), Pyramid Lakes (USA) region (Benson, 1994), and Taupo Lake (Jones et al.) Are examples of the existence of the coastal lakes. Another recent example of beachrock is Lake İznik. İznik Lake, which has fresh water, is the only known example in the world about the formation of beachrocks in fresh water environment and it keeps the climatic records of the lake after the last ice age (Erginal et al., 2012., Öztürk et al., 2016).

The main scope of this study is located on the shores of Lake Iznik. It is an application of ERT in an area where seismic deformation records are kept in the seals around Neophytos Basilica. The fault causing the earthquake activity in the lake area is the segment that forms the northern part of the southern branch of the NAF. (Barka and Kadinsky-Cade, 1988). Numerous damaging and destructive earthquakes occurred both in historical and instrumental periods in the northern part of the southern branch in and around the study area. The earthquakes in the historical period are 29, 33, 69, 120, 368, 378, 715 and 1895 AD. Among these, the most important earthquake of AD715 is an IX magnitude earthquake and it was felt and damaged in other cities around Iznik (Ergin et al., 1967; Sosyal et al, 1981; Pınar Erdem and Lahn, 2001). Another aim of this study is to question the relationship of 1600 years determined from aerial photographs in 2014. Although there is no published scientific data, this Byzantine Basilica is thought to be sunken. The destructive earthquake of AD74 is discussed as a result of this earthquake or as a result of the rise of lake waters.

In this study, especially M.S. 740 and M.S. 715, three-dimensional modeling of the St Neophytos Basilica near the shore of Lake Iznik, using Electrical Resistivity Tomography (ERT) technology. In this way, it will be tried to reveal how the basilica, which is currently under water, is in this position.

2. Material and Method

The electrical resistivity method used in this study was first applied by Wenner in 1915, and in the 1920s, Schlumberger developed and obtained successful results in imaging the underground (Ward, 1988). With the development of technology, the devices used in geophysical methods have been developed and the underground structure has been evaluated in different dimensions. With this development, it was possible to eliminate the dependence on a single direction and to be in a uniform way and to make investigations with more realistic approaches (Berge, 2002; Drahor et al. 2004).

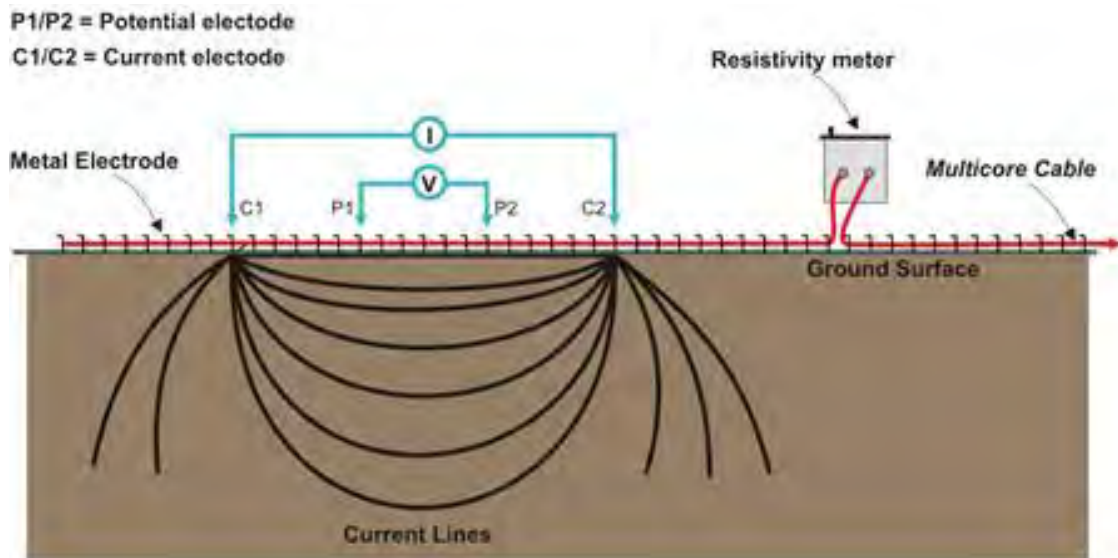


Figure 1. Electrical Resistivity method working principle in two dimensional representation: C1-C2 current electrodes P1-P2 potential electrodes versus current and voltage (voltage) lines formed in semi-infinite environment.

The current applied to the ground with the C1 and C2 electrodes creates a different voltage in the ground, and this difference is measured from the electrodes P1 and P2 (Figure 1). These voltage differences we measured vary according to the distance between the electrodes and the geological structure of the underground.

Resistivity values of geological units vary. The structure characteristics of these units may vary according to the water content in the environment and the temperature differences in the environment. Different resistivity values can be seen even in the same unit. It is not correct to define a unit with a single value. Resistivity values of geological materials are shown in Table 1.

Table 1. Resistivity values of geological materials

Geological material	Electrical resistivity Ωm
Wet excess clay soil	1-10
Wet excess silty soil and silty clay	< 10
Wet silty and sandy soil	10-100
Silt alternating sand and gravel	<1000
Coarse dry sand and gravel deposits	>1000
Very fractured rock with cracks filled with wet soil	100
Fractured rock with cracks filled with dry sand	<1000
Solid and robust rock	>1000

İznik Lake is located in the southeast of the Marmara region (Figure 2). From the west, it is bordered by the Paleozoic marbles and the Karsak Strait excavated in the Triassic metamorphic rocks. Iznik in the east and Orhangazi coastal plains to the west where the

maximum depth of the lake is 80 meters (Öztürk et al., 2009). Lake waters are warm-monomonic (Franz et.al., 2006).



Figure 2. Satellite view and photo of the study area and its vicinity and location map (Google Earth, 2019. [https:// earth.google.com / web / search](https://earth.google.com/web/search), 26 May 2019..

Beachrocks are distributed in the southern, southwestern and northwestern parts of the lake. Tertiary units consist of Paleogene - Eocene flysch, Paleogene volcanics, Paleogene - volcanic alternating sedimentary rocks and Neogene sediments and these rock assemblages

are distributed in the south, southeast and northeast of the lake. Lastly, the alluvials forming the Orhangazi and İznik Plains of the Quaternary formations, especially the alluvial fan deposits in the southern part of the lake, travertine in the northern part and the coastal rocks observed in almost all coasts.

Within the scope of the field study, on 18.07.2019; it was studied in the beachrock area near the Basilica of Neophytos. In this context, firstly steel electrodes were installed in order to form two different profiles in the region. Steel electrodes have been installed quite easily since it is foreseen that the base stones are below the surface debris and the measurements are performed (Figures 3 and 4).



Figure 3. Beachrock study area and profiles near St. Neophytos Basilica.



Figure 4. ERT and GNSS measurements performed near St. Neophytos Basilica.

3. Results

In this study, the measurements of dipole-dipole electrode were performed on two different profiles in the electrical resistivity method. The measurements were made with geotronic resistivity instrument. The electrode spacing was measured by dipole-dipole alignment along the profile with a length of 1 m. After the apparent resistivity values were collected for each profile, the tomographic inversion solution program RES2DINV (Loke and Barker 1996) was used to obtain the ground electrical section. The land measurements taken were not included in the inverse solution by masking the program because of the variable values due to the difficult terrain. Due to some data which is noisy (showing high or low value according to the environment), the mistif values are in the range of 15-20%. However, sections obtained from both observational and theoretical data show similar structural changes. The results are presented in the same color range (Figures 5 and 6).

On 18.07.2019, in the studies carried out on the wall section next to the Basilica in the coastal part of İznik lake, Electrical Resistivity method which is one of the geophysical methods was used. In this method, measurements were taken using Dipole-Dipole sequence. 1 profile was laid along and 12 electrodes were laid at 1m intervals. The current is applied to the ground with C1 and C2 electrodes and the voltage of the ground is measured with P1 and P2 electrodes. In this study, multiple electrode box connected to resistivity instrument was measured.

In general, there are two separate units. These two units can be defined as Yalı stone (> 100ohmm) and altered segments (<100ohmm) (Figure 5). As can be seen in the section taken at the base of the wall of the basilica, we can say that there is a structure which we call as high resistivity beachrock with a resistance of 121-153ohm m at a depth of 1m from the surface at 2-3m with high resistivity. Again, at a depth of about 2 m from the surface at a depth of 2 m 121-153ohm resistivity of the structure called high-resistivity beachrock can be seen. In general, in this section, the basalt and the altered surface are observed.

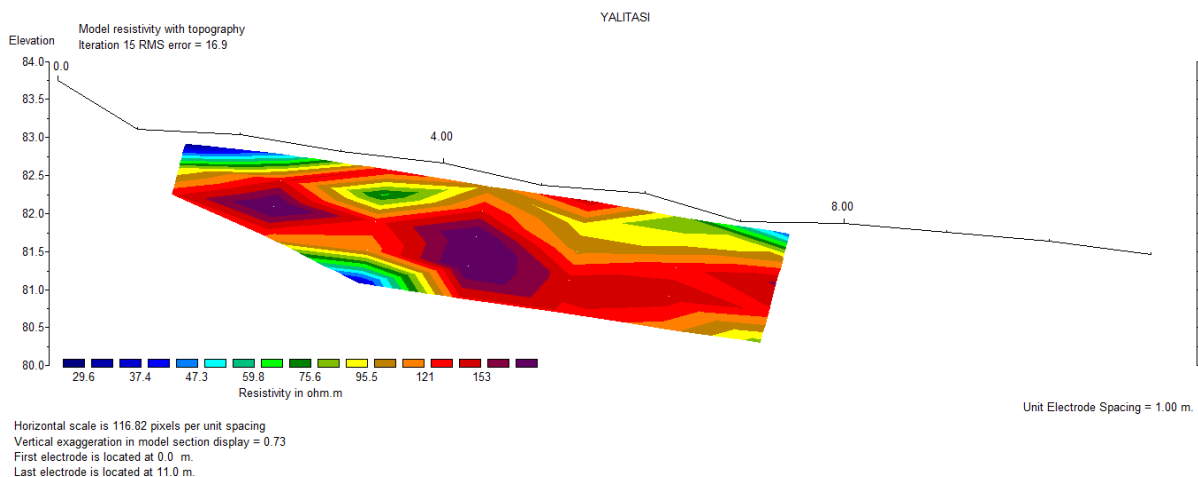


Figure 5. The electrical resistivity tomography model obtained as a result of the measurement carried out next to the Basilica in Iznik on 18.07.2019.

On 18.07.2019, in the works in front of the park in the part of the basilica on the coastal part of İznik lake, Electrical Resistivity method which is one of the geophysical methods was

used. In this selected profile, Dipole-Dipole arrangement and 12 electrodes with 1 meter spacing along 1 profile were used. The results are presented in the same color range. In general, there are two separate units. These two units can be defined as beachrock (> 100ohmm) and altered sections (<100ohmm). When the cross-section in Figure 6 is looked at, it is seen that it has a high resistivity of 121-153ohm m at a depth of approximately 2m from the surface at 2m and it is described as beachrock.

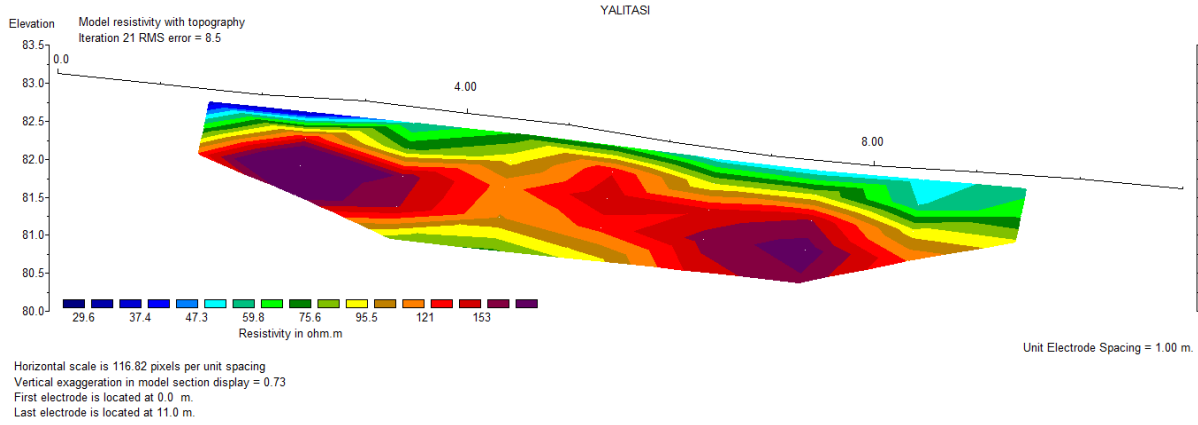


Figure 6. The electrical resistivity tomography model obtained as a result of the measurement performed in the central part of the park next to the Basilica in Iznik on 18.07.2019..

At the same time, there is still a high resistance to the depth of 3m (121-153ohm m) from the surface at a depth of 6-7m. In general, in this section, the beachrock is observed at the base and the altered section at the surface.

4. Discussion and Conclusions

This study was conducted to determine whether the 1600-year-old St Neophytos Basilica, which was first identified from aerial photographs in 2014, was submerged due to an earthquake or as a result of the rise of lake waters according to the relationships between the subsoil and superstructures. The most devastating earthquake in Lake Iznik and its vicinity is the IX severe AD 715 earthquake. It was felt in other cities around it. In this study, according to the results of the two electrical resistivity models produced in the Byzantine Basilica, which is described as submerged in Iznik, it was concluded that the Basilica of St Neophytos Basilica was built entirely on the surrounding beachrock formation. Therefore, the main reason why the basilica is submerged today is that the lake waters rise significantly over time.

Acknowledgements

This work was supported by ÇOMU BAP SBA-2018-2772.

References

- Barka, A. (1993). Kuzey Anadolu Fayı'nın Sapanca-İzmit ve Geyve-İznik Kolları üzerinde Paleosismik Araştırmalar, TÜBİTAK Proje No:YBAG-4/7551, İstanbul (in Turkish).
- Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K. (1988). Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7(1), 663-684.

Berge M.A. (2002). Sığ Aramacılıkta Sonlu Farklar Yöntemi ile İki-Boyutlu Düz Çözüm Özdirenç Modellemesi. Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü (in Turkish).

Bricker, O.P. (1971). Introduction: beachrock and intertidal cement: Carbonate Cements: 1-3, ed: Bricker, O.P., John Hopkins Press, Baltimore, M.D.

Demirci, A., Ekinci, Y. L., Erginal, A. E., Öztürk, M. Z. (2015). Fosil Plaj ve Kumulların Yüzey Altı Yapılarının İncelenmesinde Elektrik Özdirenç Tekniği ve Paleo-Kıyı Ortamı Yorumuna Katkısı. Türkiye Jeoloji Bülteni/Geological Bulletin of Turkey, 58(1), 1-18.

Drahor, M. G., Göktürkler, G., Berge, M. A., Kurtulmuş, Ö. T. (2004). Dört farklı elektrot dizilimine göre bazı üçboyutlu sığ yeraltı yapılarının görünür özdirenç modellemesi, Yerbilimleri, 30: 115-128 (in Turkish).

Ekinci, Y.L., Demirci, A., Erginal, A.E., Öztürk, B. (2010). Detection of cavities in carbonate-cemented fossil eolian sand dunes using DC electrical resistivity survey, Bozcaada Island, Turkey, European Geosciences Union General Assembly, Geophysical Research Abstracts, v. 12, EGU2010-7005.

Ekinci, Y.L., Demirci, A., Erginal, A., Kaya, H., Ekinci, R. (2012). The nature and subsurface geometry of Late Holocene Coquina rocks, Karaburun-İstanbul, NW Turkey, European Geosciences Union General Assembly, Geophysical Research Abstracts, v. 14, EGU2012-9367.

Ergin, K, Güçlü, U., Uz, Z. (1967). Türkiye ve Civarının Deprem Katalogu (Milattan Önce 11yılından 1964 sonuna kadar), İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Arz Fizigi Enstitüsü Yayınları, No:24.

Erginal, A.E., Kıyak, N.G., Bozcu, M., Ertek, T.A., Güngüneş, H., Sungur, A. Türker, G. (2008). On the origin and age of Arıburnu beachrock, Gelibolu Peninsula, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences 17, 803–819.

Erginal, A.E., Kıyak, N.G. Öztürk, B. (2010). Investigation of beachrock using microanalyses and OSL dating: A case study from the Bozcaada Island, Turkey, Journal of Coastal Research 26 (2), 350–358.

Erginal A. E., Ekinci Y. L., Demirci A., Elmas E. K. Kaya K. (2012). First note on Holocene coquinite on Thrace (Black Sea) coast of Turkey, Sedimentary Geology 267–268, 55–62.

Erginal, A.E. (2012). Beachrock as evidence of sea-level lowstand during the Classical period, Parion antique city, Marmara Sea, Turkey, Geodinamica Acta 25, 96–103.

Erginal, A.E., Ekinci, Y.L., Demirci, A., Avcioglu, M., Ozturk, M.Z., Turkes, M. Yigitbas, E. (2013). Depositional characteristics of carbonate-cemented fossil eolian sand dunes, Bozcaada Island, Turkey, Journal of Coastal Research 29 (1), 78–85.

Erginal, A.E., Kıyak, N.G., Ekinci, Y.L., Demirci, A., Ertek, A., Canel, T. (2013). Age, composition and paleoenvironmental significance of a late Pleistocene eolianite from the western Black Sea coast of Turkey, Quaternary International 296, 168–175.

Erginal, A.E., Ekinci, Y.L., Demirci, A., Bozcu, M., Ozturk, M.Z., Avcioglu, M., Oztura, M.Z. (2013). First record of beachrock on Black Sea coast of Turkey: Implications for Late Holocene sea-level fluctuations, *Sedimentary Geology* 294, 294–302.

Ginsburg, R.N. (1953). Beachrock in South Florida, *Journal of Sedimentary Petrology* 23, 85–92.

Loke, M.H. (2013). Tutorial: 2D and 3D Electrical Imaging Surveys. Erişim Tarihi: 05.04.2013. <http://www.geotomosoft.com/coursenotes.zip>

Lötscher, (2018). Lötscher Kies + Beton AG corporate website, <http://www.loetscher-kiesbeton.ch/>, (accessed July 17 2018).

Pınar Erdem, N., Lahn, E. (2001). Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu, 2. Basım, Yıldız Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları, No. YTÜVAK.N.KT-2001.007, Y.T.Ü. Basım Yayın Merkezi, İstanbul.

Selim, H.H., Tüysüz, O. (2013). The Bursa-Gönen depression, NW Turkey: a complex basin developed on the North Anatolian Fault. *Geological Magazine*, 150, 801-821.

Sosyal, H., Sipahioglu, S., Kolçak, D., Altınok, Y. 1981. Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu, (M.O. 2100- M.S. 1900), TÜBİTAK Proje No:TBAK-341, İstanbul (in Turkish)

Ulugergerli, E.U. (2017). Marine effects on vertical electrical soundings along shorelines. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26(1), 57-72.

Ward, S. H. (1988). The resistivity and induced polarization methods. In *Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems 1988* (pp. 109-250). Society of Exploration Geophysicists.

Investigation of the use of Number 10 Lube in Turkey.

Nurullah Gültekin^{1*}

Abstract: The rise in fuel prices increases transportation costs. Particularly users of heavy vehicles carrying freight and passengers are more affected by these costs. Therefore, although it has negative impacts on vehicle performance and emissions, users with higher profits prefer to use unauthorized fuels, which are called illegal diesel oil or number ten oil. Due to the illegal sale of these fuels, the state suffers a great tax loss and the economy of the country is damaged. In addition, the damages of these fuels, engine and fuel system cause frequent failure of engine and fuel systems and increase of spare parts used. Besides, it is called as number 10 lube but inside; solvent, thinner, base oil, etc. The use of mixtures containing substances in vehicles increases the risk of fire in the vehicle due to the combustion and glare properties of these substances. Especially in the summer, these fuels are among the causes of vehicle fires carrying cargo and passengers. It is very difficult to control the fuels used in road vehicles. Therefore, the control of the vendors should be ensured.

In this study, the status of the use of oil number ten in recent years has been examined. Especially since 2012, with the increase in inspections and the regulation in taxation, it has been determined that the number 10 lube price has increased and its economy has decreased. However, the use of the number ten oil is not completely terminated. In Istanbul alone, 655 thousand 209 liters of illegal fuel was seized in the first three months of 2019.

Keywords: Number 10 lube, fuel, fuel economy

Türkiye’de 10 Numara Yağ Kullanımının Araştırılması

Özet: Yakıt fiyatlarındaki yükseliş ulaşım maliyetlerini artırmaktadır. Özellikle yük ve yolcu taşıyan ağır vasıta kullanıcıları bu maliyetlerden daha fazla etkilenmektedir. Bu nedenle taşıt performansı ve emisyon açısından olumsuz etkiler oluştursa da daha fazla kâr amacı olan kullanıcılar, kaçak mazot veya on numara yağ olarak adlandırılan ve izinsiz satılan yakıtları kullanmayı tercih etmektedirler. Bu yakıtların kaçak olarak satılmasından dolayı devlet büyük vergi kaybına uğramakta ve ülke ekonomisi zarar görmektedir. Ayrıca bu yakıtların, motora ve yakıt sistemine zarar vermesi, motorun ve yakıt sistemlerinin sık arızalanmasına ve kullanılan yedek parçanın artmasına sebep olmaktadır. Bunun yanında on numara yağ olarak adlandırılan fakat içerisinde; solvent, tiner, baz yağ, vb. karışımların bulunduğu maddelerin taşıtlarda kullanılması bu maddelerin yanma ve parlama özelliklerinden dolayı araçta yangın riskini artırmaktadır. Özellikle yaz aylarında, yük ve yolcu taşıyan araç yangınlarının sebepleri arasında bu yakıtlar gösterilmektedir. Karayolundaki taşıtlarda kullanılan yakıtların kontrolünü sağlamak çok zordur. Bundan dolayı satıcıların kontrolü sağlanmalıdır.

Çalışmada, son yıllarda on numara yağ kullanımının durumu irdelenmiştir. Özellikle 2012 yılından beri denetimlerin artması ve vergilendirmedeki düzenleme ile on numara yağ fiyatının arttığı ve ekonomikliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Buna rağmen on numara yağ

¹Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Vocational School Of Technical Sciences, Karaman, Turkey

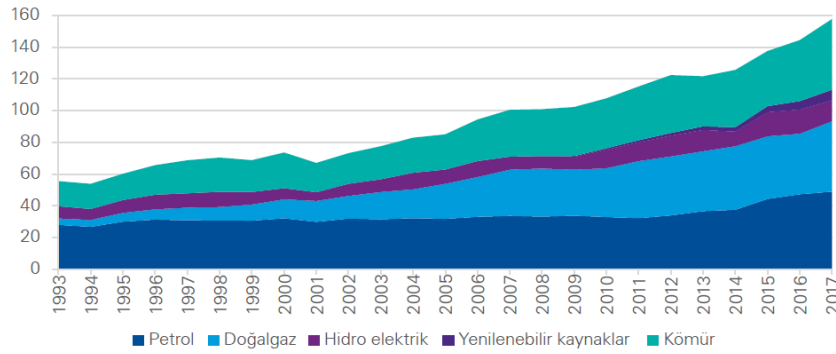
*Corresponding author (İletişim yazarı): ngultekin@kmu.edu.tr

kullanımı tamamen sonlanmış değildir. Sadece İstanbul’da 2019 yılının ilk üç ayında, toplam 655 bin 209 litre kaçak akaryakıt ele geçirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 10 numara yağ, Yakıt, Yakıt tasarrufu

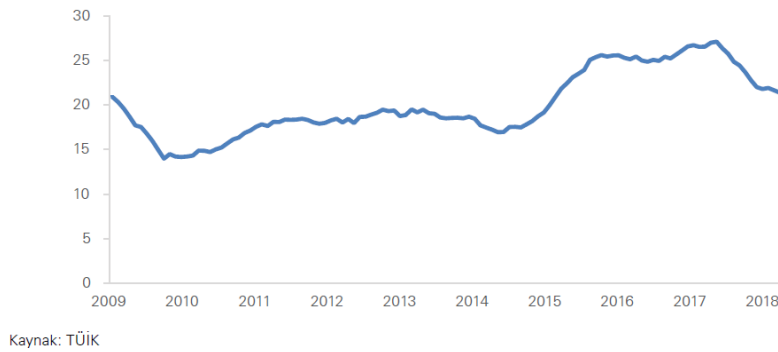
1. Giriş

Enerji, tarih boyunca insanlar için vazgeçilmez unsurlardan biri olmuştur. Çünkü enerji teknolojinin gelişmesinde ana unsur olmasının yanında, ekonomik kalkınmanın temelini oluşturmaktadır. Günümüzde de enerji dünya siyasetini belirleyen en önemli faktördür. Dünya nüfusunun her geçen yıl artmasıyla birlikte enerjiye olan talepte artmaktadır (Qiul vd.,2011). Özellikle petrolün yakıt olarak kullanılması ile birlikte petrol rezervlerinin bulunduğu ülkelerin ekonomileri önemli ölçüde gelişmiştir. Ülkemizde ise petrol rezervi fazla olmamasından dolayı dışa bağımlı bir enerji söz konusudur. Özellikle teknolojinin gelişmesi ile birlikte enerji tüketimi buna paralel olarak artmıştır. Şekil 1’de görüldüğü gibi son 25 yılda Türkiye’nin yıllık enerji tüketimi 55 milyon ton karşılığı petrolden 155 milyona çıkmıştır.



Şekil 1. Türkiye enerji tüketimi (petrol milyon ton) [BP,2018].

Enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü dışardan karşılayan Türkiye petrol fiyatlarındaki değişikliklerden olumsuz etkilenmektedir (Sektörel bakış, 2019). Şekil 2’de Türkiye’nin birikimli ham petrol ithalatı görülmektedir.



Kaynak: TÜİK

Şekil 2. Birikimli ham petrol ithalatı (milyon ton) [TÜİK,2018].

Bu çalışmada, 10 numara yağ ismi altında yasadışı yollarla satılan yakıtların Türkiye’de kullanımının son yıllardaki değişimi, etkileri, kullanım sebepleri ve oluşturulabilecek

alternatifler derlenerek tartışılmıştır. Çalışmada, 10 numara yağ kullanımının ülkemizdeki güncel durum açısından irdelenerek ilgili kurum ve kuruluşların alması gereken önlemlere dair farkındalık sağlanması amaçlanmıştır.

2. Dünyadaki Yakıt Rezervleri ve Alternatif Yakıtlar

Petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı yakıtlar dünya enerji gereksiniminin %90'nı karşılanmaktadır. Fosil yakıtların dünyadaki tahmini rezerv dağılımları, petrol eşdeğeri olarak, %68 kömür, %18 petrol ve %14 doğal gaz olarak bilinmektedir (Vogel, 1999). Geçtiğimiz çeyrek yüzyılda dünya enerji talebi ortalama olarak yılda %2 artmıştır. Dünya birincil enerji tüketimi miktarı 12.000 milyar ton eşdeğer petroldür. 2030 yılında dünya enerji ihtiyacının 16.500 milyar eşdeğeri petrole ulaşılacağı tahmin edilmektedir (Türkyılmaz ve Özgiresun, 2012). Bununla birlikte teknolojinin gelişmesi ve fosil kaynakların aşırı kullanımına bağlı olarak yaşanan çevresel sorunlar zamanla bölgesel boyuttan çıkarak küresel bir sorun haline gelmiştir. Bunun sonucu olarak ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına bakış açısı değişmiştir. Özellikle enerjide dışa bağımlı olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları maliyet avantajlarıyla birlikte, ülkelerin gelişmesinde önemli bir unsur durumuna gelmiştir (Demirbaş, 2009).

2.1. Biyodizel

Biyodizel, hayvansal veya bitkisel yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif bir dizel yakıt türüdür. Kimyasal olarak, uzun zincirli yağ asidi mono alkil esteri olarak tanımlanabilir (Alptekin ve Çanakçı, 2006). Biyodizelin elde edildiği bitkisel yağlar, direkt olarak veya kısa işlemler sonucu mevcut dizel motorlarında kullanılabilir. Bunun yanında yüksek yoğunluk, yüksek vizkozite, kötü filtreleme olanağı ve düşük buharlaşma özelliğinden dolayı yakıt sistemi ve motor çalışmasında olumsuz etki ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunun ortadan kalkması için biyodizelin vizkozite değerlerini dizel yakıtına yakın değerlere indirmek gerekmektedir. Bu yöntemlerin başlıcaları; seyreltme, mikro emülsiyon oluşturma, piroliz, transesterifikasyon ve süper kritik yöntemdir. Çalışmaların geneli incelendiğinde, bitkisel yağın motorlarda kullanımı ve vizkozitenin azaltılması için uygulanacak en uygun metodun transesterifikasyon yöntemiyle biyodizel elde etme olduğu anlaşılmaktadır. Transesterifikasyon yöntemi ayrıca bitkisel yağın teknik özelliklerini iyileştirmekte ve modern dizel motorlarında kullanılacak biyodizel duruma getirmektedir (Karabektaş ve Ergen, 2007). Mısır, kolza, susam, pamuk tohumu, soya yağı ve atık kızartma yağlarından üretilen biyodizel yağları; yüksek setan oranı, uzun indüksiyon periyodu, düşük vizkozite, düşük donma noktası ve düşük akma noktasına sahiptir (Utlu, 2009). Bununla birlikte ham bitkisel yağlar, lokanta ve yemek fabrikaları atık yağları, bozulmuş yağlar, hayvansal yağlar biyodizele dönüştürülebilir. Dizel motorlar için biyodizel araştırılması ve kullanılması 1980'lerde yoğun olarak başlamıştır. Sonraki yıllarda kullanımı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde her yıl katlanarak artmıştır (Hoda, 2007). Ülkemizde ilk kez biyodizel çalışmaları 1934 yılında traktörlerde bitkisel yağların kullanımı ile Atatürk Orman Çiftliği'nde yapılmıştır (Şahin ve Akdeniz, 2008). Enerji ihtiyacını dış alımla sağlayan ülkelerde, biyodizel üretiminin tarım, sanayi ve çevre sektörlerinin birlikte çalışmasına olanak vermesi, bu sektörlerle ilave istihdam olanakları sağlamasına ve biyodizel teknolojisinin hızlı gelişmesine neden olmaktadır (Sabancı vd., 2010).

2.2. Etanol

Motorlarda kullanılacak yakıtların, ucuz ve bol miktarda üretilmesi, ısıl değerlerinin yüksek olması, kolayca depolanabilmesi ve taşınabilmesi, yüksek sıkıştırma oranlarında çalışmaya olanak vermesi ve düşük egzoz emisyonu oluşturması istenir. Alkoller otomobillerin icat edildiği yıllardan beri motorlarda kullanılmaktadır. Alkollerden sadece metanol ve etanol petrol esaslı olmayan hammaddelerden güncel teknolojiyle pratik olarak üretilmektedir. Etanol yüksek oktan sayısına sahiptir ve tarımsal ürünlerden üretilmektedir. Etanol bu özellikleri nedeni ile benzinli motorlar için uygun bir yakıttır ve motorlarda tek başına ya da benzinle belirli oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır (Çolak, 2006). Günümüzde, dünya çapında etanol kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Etanol üretiminin petrole bağımlı olmaması ve yanması sonucu açığa çıkan egzoz gazlarının petrol kökenli yakıtlara göre daha az olması araştırmacıların bu konu üzerine çalışmalarını hızlandırmıştır. Örs vd. çalışmasında, benzin ile etanolun karıştırılması ile elde edilen yakıtın, taşıt performansı ve egzoz emisyonları üzerine etkisinin deneysel olarak incelemiştir (Örs vd., 2009). Çalışmalarda etanol kullanımının emisyon değerlerini önemli ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir.

Ülkemizde yüksek oranda ithal ettiğimiz akaryakıtta etanol katkısı yasal düzenlemelerle belirlenmiştir. Buradaki temel amaç etanolü ülke sınırları içerisinde üreterek akaryakıt ihtiyacının bir kısmının milli kaynaklarla sağlanmasıdır. Bu şekilde akaryakıt ithalatı düşürülerek cari açığı kapatmaya katkı sağlanacaktır. Benzin istasyonundan aldığımız sıradan benzin bir miktar etanol ve türevi katkıları içermektedir. Ülkemizdeki benzin türlerinin tamamı 1 Ocak 2014 itibarıyla en az %4 oranında yerli kaynaklardan üretilmiş etanol içermektedir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK)'nun almış olduğu bu karar, 1 Ocak 2013 tarihinde %3 oranıyla uygulanmaya başlanmış ve 2014 yılının başında %4 oranına çıkartılmıştır (sekizsilindir.com,2017)

3. Türkiye'de Yakıtlarla İlgili Yasal Düzenlemeler

Alternatif yakıtların taşıtlarda kullanılabilmesi için yasal düzenlemeler gerekmektedir. Türkiye'de yasal mevzuat açısından ilk kez biyodizel 04.12.2003 tarihinde 5015 sayılı Petrol Piyasası Yasası ile biyo-yakıtlarla ilgili düzenleme yetkisi Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'na verilmiştir. 5015 sayılı Petrol Piyasası Yasası biyo-yakıtları kapsamamakta biyodizel, yalnızca dağıtım ve satış boyutu ile ele alınmakta ve petrol türevi gibi işlem görmektedir. Avrupa Standardı EN 14214 13 Ekim 2005'de standart olarak kabul edilmiştir ve çok yakında EPDK tarafından zorunlu duruma getirilecektir. Kabul edilen EN 14214 kanola biyodizelinin standardıdır (Alpgiray, 2006). Bununla birlikte kullanılmış yağlar sanayi atık yağları gibi doğaya tehlike oluşturacak atıkların tekrar ekonomiye kazandırılması için yasal düzenlemeler yapılmaktadır. Atık yağlar, yüksek kalorifik değeri nedeniyle enerji geri kazanımı için uygun olan en büyük sektörlerden biri olarak nitelendirilmektedir (Nixon ve Saphores, 2002).

Ancak, atık yağların yakma veya beraber yakma işlemlerine tabi tutulmadan önce tehlikeli atık olup olmadığı belirlenmeli ve uygun yanma koşulları sağlanmalıdır (Resmi Gazete Sayısı: 27721, 2010). Yeniden üretim (rejenerasyon) ve arıtım (rafinasyon) gibi işlemlere (proseslere) tabi tutulan atık yağlardan kullanım amacına uygun orijinal yağ, baz yağ veya petrol ürünleri üretilmesi mümkündür (Resmi Gazete Sayısı: 26952, 2008). Ayrıca, asıl kullanım amacından uzaklaşan, kalorifik değeri yüksek atık yağlar, beraber yakma tesislerinde (ısıl gücünün %40'ına kadarını atıktan sağlayan çimento fabrikaları, termik

santraller, kireç üretim fırınları, demir çelik endüstrisi vb.) veya yakma tesislerinde (ısıl gücünün %40'undan fazlasını atıktan sağlayan) ilave yakıt olarak kullanılabilir (Resmi Gazete Sayısı: 27721, 2010).

Bununla birlikte bitkisel atık yağların, biyodizel gibi değerli bir ürüne dönüştürülerek araçlarda yakıt olarak kullanılması, atığın yok edilmesi ve fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasını sağlaması nedeniyle önemli ölçüde fayda sağlamaktadır. Ancak, atık yağlardan enerji geri kazanımında yakma faaliyetinin uygun koşullarda ve kontrollü bir şekilde yapılması gerekmektedir. Aksi halde uygun proseslerden geçmemiş atık yağların taşıtlarda kullanımı insan ve çevre sağlığını tehdit eden tehlikeli emisyonlarının oluşmasına sebep olmaktadır (Mahaney, 1994).

"Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği" (Resmi Gazete Sayısı: 29036, 2014) kapsamında atıkların alternatif hammadde olarak kullanılması, atıktan türetilmiş yakıtın hazırlanması ve bu hazırlama tesislerinde bulunması gereken asgari şartlara yönelik uygulamalara yer verilmiştir. Yakma amaçlı kullanımlara yönelik usul ve esaslar ise yine aynı tebliğ ile düzenlenmiştir. Yönetmelikte belirtilen atıkların beraber yakma tesislerinde ilave yakıt olarak kullanılabilmesi için halojen miktarı %1'den az olan atık yağların yanma bölgesinde en az 2 saniye süreyle $\geq 850^{\circ}\text{C}$ sıcaklığın sağlanması istenilirken %1'den fazla halojen içeren atık yağlarda yanma bölgesindeki bekleme sıcaklığının $\geq 1100^{\circ}\text{C}$ 'ye yükseltilmesi zorunlu kılınmıştır (Resmi Gazete Sayısı: 27721, 2010).

4. Türkiye'de On Numara Yağ Kullanımının Mevcut Durumu

Yağ sektörü, geniş uygulama alanına sahip ürünleri içermektedir. Mineral esaslı yağ sektörü ürünleri, sanayileşme ile birlikte yaşanan önemli gelişmelerin ardından, makineleşmenin vazgeçilmez halini almıştır. Bunun yanı sıra, artan beslenme ve enerji ihtiyacına paralel olarak bitkisel/hayvansal yağ sektörünün önemi her geçen gün artmaktadır (Taşkaya vd., 2012). Gerek makinelerde gerek gıda sektöründe kullanılan yağlar belirli periyotlarda değiştirilmektedir. Kullanım amacına uygunluğunu yitiren ve atık olarak nitelendirilen yağ ürünleri, uygun olmayan geri kazanım/bertaraf faaliyetleri sonucu insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir. İçerisinde metal, poliaromatik hidrokarbonlar, poliklorlu bifeniller, polar bozunma ürünleri, heterosiklik aminler, halojenler gibi sağlığa zararlı maddeler bulunabilen ve doğaya zarar verebilecek potansiyele sahip olan atık yağların kontrollü bir şekilde bertaraf edilmesi gerekmektedir (ATSDR, 1995).

Günümüz çevre teknolojileri ve uygulamalarında, çeşitli faaliyetler sonucu ortaya çıkan kullanılmış maddeler atık olmaktan çıkmıştır. Bu maddeler, maddi değeri olan ürünlere dönüştürebilmektedir. Mineral, sentetik veya yenebilir yağ sektörü atıkları da hammadde geri kazanım potansiyeli ve kalorifik değeri nedeniyle geri dönüşüme uygun olan en büyük atık gruplarından biridir (Nixon ve Saphores, 2002). Dolayısıyla, bu karakteristiğe sahip atıklar, yapılacak doğru yönlendirme ile çevresel sorun olmaktan çıkarak önemli bir ekonomik değer oluşturacaktır. Bu yağların ekonomiye geri dönüşümünü sağlamak için belirli işlemlere tabi tutulması gerekmektedir. Yeniden kazanımı mümkün olabilen atık yağlar, yetkilendirilmiş kurum veya kuruluşlar tarafından toplanmakta ve lisanslı tesislerde geri dönüşüm/bertaraf uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Öte yandan, yasal düzenlemeler ve yapılan denetimlere rağmen atık yağların kayıt dışı kalan kısmı, kaçak ve kontrolsüz bir şekilde, ısınma veya enerji eldesi amacıyla yağ sobaları, kazanlar vb. ortamlarda veya akaryakıtta karıştırılarak kullanılmaktadır (Çanakçı ve Akıncı, 2007).

Dünyadaki petrol fiyatlarındaki artış, ulaşım ve taşıma sektöründe çalışan şoförlerin, dizel motorlarda alternatif olarak kullanmak üzere daha ucuz bir yakıt arayışı içine girmesine neden olmuştur. Bu amaçla, ülkemizde yasal olmamasına rağmen yaygın olarak kullanılan ve esasen baz yağ ve atık yağları içeren 10 Numara Yağ, ekonomik cazibeye sahip standart dışı bir ürün veya karışım olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde yer alan 10 numara motor yağı SN100, SN150, SN500 gibi baz yağlardan imal edilen katıksız ürünlerdir (Akkapılı, 2012).

Fakat piyasada 10 numara yağ olarak adlandırılan ve taşıtlarda yakıt olarak kullanılan ürünler, ülkemize özgü ve uluslararası ölçekte karşılığının olmadığı düşünülen bir olgudur. Özellikle 2008 yılı ve sonrasında, atık motor yağı, yanık yağ, işlenmemiş ham yağ, kaçak mazot, bitkisel yağ, solvent, trafo yağı ve arıtılmış atık yağların baz yağ içerisine eklenerek ticarileştirilmesiyle yaygınlaşmıştır (PETDER, 2008). Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun (EPDK) 2012 yılında yayınladığı verilere göre ülkemizde faaliyet gösteren 301 adet madeni yağ lisansına sahip firmanın yaklaşık 5,2 ton üretim kapasitesi bulunmaktadır (PETDER, 2012-b).

Tam kapasite işletilmemesine rağmen sektör hacmine katkısı bulunan bu tesislerde yapılan baz/madeni yağ üretiminin yanı sıra ithal edilen yağlar da piyasaya arz edilmektedir. Ancak, yıllık tüketimin yaklaşık 550.000 ton olduğu baz/madeni yağ piyasasına sunulan miktar, piyasadaki talebin üzerinde kalmaktadır.

Karayolu taşımacılığı ülkemizdeki en yaygın ulaşım şeklidir (UDH Bakanlığı, 2011). 10 numara yağ sorununa yönelik hazırlanan PETDER raporu (2012-a) minibüs, otobüs ve kamyon gibi ticari araçların büyük bir bölümünün, sayısal verilerle ifade edilenden daha fazla miktarda 10 numara yağ kullandığını ortaya çıkarmıştır (PETDER, 2012-a). Bireysel nakliyecilerin neredeyse %90'ının araçlarında kullandığı 10 numara yağlar (PETDER, 2012-a) aynı zamanda şehir içi toplu ulaşım araçlarında da yaygın olarak kullanılmaktadır (Uzun ve Gedik, 2012). Yapılan yasal düzenleme ve uygulamalara rağmen 10 numara yağ ticaretinin günümüzde devam ettiği bilinmektedir. Medyada sıklıkla yer bulan 10 numara yağ ile ilgili haberlerde, farklı illerde yapılan denetimlerde ele geçirilen karışımli akaryakıtlar, bu durumu kanıtlar niteliktedir. Sadece İstanbul'da 2019 yılının ilk üç ayında, toplam 655 bin 209 litre kaçak akaryakıt ele geçirilmiştir. Ayrıca, bitkisel/hayvansal atık yağların yasal olmayan şekillerde doğrudan veya başka katkılarla karıştırılarak motorlu araçlarda yakıt olarak kullanıldığı haberleri de yer almaktadır. Kaçak akaryakıt olarak değerlendirilen alternatif yakma ürünlerinin bileşiminde kullanılan baz yağı ve solventi yurt dışından ithal eden şirketlere lisans zorunluluğu getirilmesinin ardından bitkisel kaynaklı yağların kaçak olarak akaryakıt sektörüne girdiği çeşitli platformlardan duyurulmuştur. Yük ve yolcu taşımacılığı yapan araçlarda sıklıkla kullanıldığı bilinen, tiner ve solvent gibi yanıcı ve inceltici madde katkısı içeren söz konusu karışım akaryakıtların kazalarda taşıtta yangın çıkmasına sebep olacağı ispatlanmıştır (Gedik ve Uzun,2015).

Ülkemizde 10 numara yağ olarak adlandırılan bu yakıtların taşıta ve doğaya zarar verdiği bilinmesine rağmen kullanılması kısa vadede yüksek para kazanımı sağlamasından dolayıdır. Ayrıca kullanıcıların duyarsızlığı ve denetimsizlik kullanımı artırmaktadır. Uzun yolculuğa çıkan herkes yol üzerinde 10 numara yağ reklamlarına rastlayabilmektedir.

5. On Numara Yağ Kullanımının Motora Etkileri

Ülkemizde, yüksek akaryakıt fiyatlarından dolayı atık yağ ve baz yağ karışımlarına inceltici birtakım kimyasalların ilavesiyle uygun olmayan koşullarda yapılan akaryakıt 10 numara yağ

ismiyle kaçak yollarla satılmaktadır (PETDER, 2012-a). Alternatif yakıt olarak kullanılan standart dışı bu ürün, kısa vadede ekonomik fayda sağlamasına rağmen uzun vadede motor performansını düşürmekte ve egzozdan çıkan duman, is, koku ve kirletici emisyonlarını arttırmaktadır (PETDER, 2012-a; Uyaroğlu vd., 2010).

Uyaroğlu vd., (2010) tarafından dizel motorlarda standart dışı yakıt kullanımından kaynaklanabilecek piston arızalarının araştırıldığı çalışmada 10 numara yağ kullanımı nedeniyle arızalandığı düşünülen iki farklı motor incelenmiştir. Arızalar, 10 numara yağların sahip olduğu yüksek tutuşma sıcaklığına (116-194°C) bağlı olarak tutuşma süresinin gecikmesi ve artan dizel vuruntusunun neden olabileceği piston aşınması şeklinde yorumlanmıştır. Bunun yanında, 10 numara yağların içerik ve fiziksel özelliklerinden dolayı tutuşma süresinin uzaması ve yanma odasında devam eden enjeksiyona bağlı olarak yakıtın birikmesi nedeniyle ani yanma safhasında meydana gelen basınç artış oranının, normalin üzerine çıkarak dizel vuruntusunun artmasına ve enjektörden damlayan yakıtın piston çukurunda birikip yanması sonucu pistonun ve yanma odasının hasar görmesine sebep olacağı ve bu durumun malzeme dayanımını olumsuz yönde etkileyeceği belirtilmiştir.

Öte yandan, Eryılmaz vd., (2010) tarafından standart dışı dizel yakıtların performanslarına ve kullanılması sonucu oluşabilecek emisyonlara (CO, CO₂, HC, NO_x, SO₂) dair yapılan çalışmada dizel yakıt, atık bitkisel yağ ve 10 numara yağ örnekleri kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan atık bitkisel yağ ve 10 numara yağ örneklerinin viskozitesinin dizel yakıtı göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu örneklerin dizel motorda yakılması sonucu oluşan emisyonlar incelendiğinde, 10 numara yağ ve dizel kullanıldığında CO ve SO₂ emisyonu bitkisel atık yağa göre daha yüksek bulunmuştur. CO ve NO_x emisyonunun bitkisel atık yağ kullanımında diğer yakıtlara göre daha yüksek olduğu, HC emisyonunun ise 10 numara yağ kullanımında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, standart dışı ürünlerin motor performansını düşürmesinin yanı sıra zararlı egzoz emisyonları nedeniyle çevresel sorunlara da yol açacağı düşünülmektedir.

Gedik ve Yurdakul (2014) tarafından alternatif yakıt olarak kullanılan 10 numara yağın kimyasal içeriğinin incelendiği çalışmada, Türkiye genelinden toplanan 10 numara yağ numunelerindeki Σ19 metal (Ag, As, Ba, Bi, Cd, Co, Cr, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Se, Sr, Tl, V, Zn) ve Σhalojen (Cl) dağılımının, sırasıyla, 0,04-189 µg/g ve <200-825 µg/g aralığında değiştiği belirtilmiştir. Ölçüm verileri ve ülkemizdeki yıllık ortalama baz yağ satış rakamları kullanılarak yapılan tahmini metal emisyon değerlerinin, farklı ülkelerdeki dizel araçlardan veya endüstriyel kaynaklardan ortaya çıkan toplam metal emisyonları ile kıyaslanabilir veya daha yüksek düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

TESTLER	10 Numara Kullanan Kamyon	10 Numara Tenekesi	TS EN 590
Parlama Noktası,0C,	24- 82	42	en çok 55
Yoğunluk @15 0C,kg/l,	0,8447-0,8884	0,8611	0,820-0,845
Kükürt, ppm,	2.060 -4.000	4.100	en çok 10
Viskozite, mm ² /sn	4,32-9,41	30,9	2-4,5
İlk Kaynama Noktası,0C,	25-27	28	
250 0C'de,% hacim,	12 -13	100	en çok % 65
350 0C'de,% hacim,	40 -41	100	en az % 85
%95'inin elde edildiği sıcaklık, 0C,	45 -46	100	en çok 360 0C

Şekil 3. On numara yağ analiz verileri (PETDER, 2012)

Şekil 3’de 10 numara kullanan kamyon, 10 numara tenekesi ve TS EN 590 ürünlerinin teknik karşılaştırılması görülmektedir. Alınan numunelerdeki parlama noktasının düşük olması solvent, vb. maddelerinin katıldığına önemli bir göstergesi olup parlama noktasının 55°C nin altında olması motorda düzensiz ve kontrolsüz bir yanmaya sebep olmaktadır. Teknik özellikleri tanımlanmış, standart motorine göre dizayn edilmiş araçta bu tür bir yakıtın alev alması ve aracın yanması ihtimali bulunmaktadır. 10 numara olarak ifade edilen bu sahte yakıtın içeriği sadece ve tek başına baz yağlar veya yağlama yağları olamaz. Çünkü 10 numara numunesinin yoğunluk değeri, normal madeni yağın yoğunluğunun altında olup standart yakıtın üzerindedir. Bu nedenle incelenen numunelerin motorin, solvent ve madeni yağ karışımı bir yakıt olma olasılığı çok yüksektir.

Avrupa Birliği standartlarına göre, ülkemizde satışına müsaade edilen standart motorinin kükürt içeriği en çok 10 ppm (bir milyon litrede 10 litre) olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, 10 numara yağ olarak satılan maddelerden alınan numunelerde kükürt seviyesinin 2.000-4.000 ppm seviyesine çıktığı görülmektedir. Kükürt değerinin bu derece yüksek olması, numunelerin içerisinde madeni yağların yanı sıra atık yağların da olması ihtimalini kuvvetlendirmektedir.

Diğer bir teknik veri olan viskozite sıvılarda akmazlık ölçüsüdür. Viskozitenin yüksek olması sıvının akışkanlığının da az olduğunu gösterir. İncelenen 10 numara yağ numunelerinin viskozite değerlerinin standart motorine göre daha yüksek olması, içeriğinde madeni yağ veya atık yağ gibi maddelerin olma ihtimalini güçlendirmektedir. Nitekim yapılan ilave analizlerde bu yorumu ortaya koymaktadır.

İncelenen 10 numara yağ numunelerinden bir kısmının 2500°C değerine gelmeden tamamen buharlaştığı, diğer bir kısmının ise hemen hemen hiç buharlaşmadığı görülmektedir. Hemen buharlaşan kısımda uçucu bileşiklerin olduğu diğer yandan buharlaşmayan kısım ise madeni yağ ve atık yağ karışımı olduğunu göstermektedir. Görüleceği üzere standart olmayan bu sahte yakıtın motorda ne tarz bir yanma meydana getireceği, hangi tür sorunlara neden olabileceği bilinmemektedir.

Son olarak incelenen 10 numara yağ örneklerinde özellikle yoğunluk ve viskozite değerlerinin motorine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Yakıt enjektörlerden hacimsel olarak püskürtüldüğü için yoğunluğun yüksek olması özellikle yanmanın gerçekleşeceği yanma odasında olması gerekenden çok fazla yakıtın bulunması ve yakıtın yanma odasında düzgün dağılmadığı anlamına gelmektedir. 10 numara yağların yakıtı karıştırılması motorinin viskozitesini de artıracığından yanma odasına püskürtülen yakıtın iyi püskürtülememesine neden olmakta ve bunun sonucunda da verimsiz bir yanma oluşarak egzozdan duman, is ve ağır koku çıkmaktadır. (PETDER, 2012)

6. Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de kara yolu ve deniz yolu taşımacılık sektörü oldukça gelişmiştir. Taşımacılık sektöründe kullanılan yakıtın büyük bir bölümü petrolden üretilmektedir. Ülkemiz petrolü ithal ettiği için dışa bağımlı durumdadır. Bundan dolayı yakıt fiyatları sürekli artmakta ve ulaşım maliyetleri katlanmaktadır. Ulaşım maliyetini azaltmak isteyen kullanıcılar alternatif yakıtlara yönelmektedir. Kullanıcılardan bazıları kullanımı yasak olan ve kullanımı sonucu tehlike oluşturabilecek yakıtlar kullanmaktadır. Piyasada 10 numara yağ olarak adlandırılan yakıtların kullanımı kontrol altına alınmalıdır. Bunların yerine biyodizel ve etanol gibi alternatif yakıtlara yönelim kontrollü bir şekilde yapılmalı ve standartlaştırılmalıdır. Bu

şekilde ülkemizin dışa bağımlılığı azaldığı gibi daha emniyetli yakıt kullanımı sağlanabilecektir. Bunun yanında yerli üretimi teşvik eden konular çıkartılmalıdır.

Kamu tarafından “10 Numara Yağ ve Kaçak Akaryakıt İhbar Hattı” kurulmalı ve ihbarcılara ihbar tazminatı verilmelidir. 10 numara yağ kullanan araçlara yol denetimleri sureti ile emisyon cezası uygulanmalıdır. Ulaştırma Bakanlığı kontrol noktalarında ağır vasıtaların depolarından numune alınarak kontrol yapılmalıdır (PETDER, 2012).

On numara yağ adı altında satılan ürünler yasaklanmalı ceza yaptırımları artırılmalıdır. Çünkü bu maddelerin kullanımı taşıta ve çıkardığı emisyonla doğaya zarar verdiği gibi yangın riskini de artırmaktadır. Özellikle yaz aylarında çıkan araç yangınlarının sebebi olabileceğinden dolayı yangın soruşturmalarında yakıt numunesi alınarak incelenmelidir. Yangının çıkış nedeni kesinlikle belirlenmelidir.

Taşıt üreticilerinin yeni ürettiği taşıtlarda yakıt kalitesini ölçen sistemler bulunmaktadır. Bu sistem tüm araçlarda standart hale getirilmelidir. Çünkü bu araçlara uygun olmayan yakıt konulduğunda taşıt bunun bilgisini verebilmektedir.

On numara yağ kullanımını artıran sebep yakıt fiyatlarındaki farklar olarak düşünülmektedir. Fakat 2012 yılından sonra yürürlüğe giren kanunlar ile fiyat farkı azaldığı için on numara yağ kullanımında önemli derecede düşme olmuştur.

Türkiye’de önceki yıllarda ağır vasıta araç alıcılarının model tercihlerini belirleyen en önemli faktör tercih edilen araç modelinin on numara yağı kullanabilme kabiliyetiydi. Günümüzde fiyat farkının azalması model tercihlerinde değişime sebep olmuştur.

Alternatif yakıtların üretimi kurumsal firmalar tarafından yapılmalı ve standartları iyi belirlenmelidir. İzinsiz üretilen yakıtların üretimine izin verilmemelidir. Aksi takdirde kar marjını artırmak isteyen denetimsiz firmalar standart dışı yakıt üretmekte ve bu yakıt taşıta ve doğaya zarar verebilmektedir.

Kaynaklar

Qiul, J., Fan, X., and Zou, H., (2011) “Development of biodiesel from inedible feedstock through various production processes. Review,” Chemistry and Technology of Fuels and Oils, vol. 47, no. 2. pp. 102–111.

WWF-Türkiye, (2010) “Yine Yeni Yeniden Yenilenebilir Enerji,” İstanbul.

Sektörel Bakış (2019)-<https://home.kpmg/tr/tr/home/gorusler/2019/02/sectorel-bakis-2019-enerji.html>

Vogel, C. (1999), “Coals Role in Electrical Power Generation: Will It Remain Competitive”, Proceedings of the Technical Conference on Coal Utilization and Fuel Systems, Coal and Slurry Technology Association, p.13-24.

Türkyılmaz, O. ve Özgiresun, C., (2012), Türkiye'nin Enerji Görünümü, Makine Mühendisleri Odası Raporu, Yayın No. MMO/588

Demirbaş, A., (2009), Biofuels from Agricultural Biomass. Energy Sources, Part A, 31, 1573–1582.

Demir, B. (2012), “Muhasebeye Yön Veren Gelişmeler ve Meslek Yüksekokullarında Verilen Muhasebe Eğitime Yansımaları”, Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 4, s. 109-120.

Alptekin, E., Çanakçı, M. (2006), Biyodizel ve Türkiye'nin Durumu, Mühendis ve Makine Dergisi, 47(561), 57-64.

Utlu, Z., (2009), Biyodizel Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynağı Olarak Atık Kızartma Yağlarının Değerlendirilmesi, <http://www.emo.org.tr/ekler/04f2c31e6703464|ek.pdf>

Hoda,N.,(2008),Biyodizel,ww1.akdeniz.edu.tr/fenedebiyat/kimya/Numan%20Hoda/biyodizel.doc

Şahin, A., Akdeniz, D., (2008), Yağlı Tohumlu Bitkilerin Üretiminin Önemi ve Alternatif Enerji Kaynağı: Biyodizel, Türk Tarım, Sayı: 184, 50-57.

Sabancı, A., Yaşar, B., Öztürk, H. H., Ören, M. N., Atal, M., 2010, Türkiye de Biyodizel ve Biyoetonal Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Adana.

Çolak, A., (2006), “Buji Ateşlemeli Bir Motorda Farklı Sıkıştırma Oranlarında Etanol Kullanımının Performans ve Emisyonlara Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Örs İ., Tarakçıoğlu N., Ciniviz M. (2009), Yakıt Olarak Benzin – Etanol Karışımlarının Taşıt Performansı ve Egzoz Emisyonlarına Etkisi, Politeknik Dergisi, Cilt:12 Sayı: 1 s.13-19. <https://www.sekizsilindir.com/2017/01/etanol-nedir-neye-yarar.html>

Alpgiray, B., (2006), Kanola Yağının Dizel Motorunun Performansına Ve Emisyon Karakteristiklerine Etkilerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Nixon, H. and Saphores, J. D. (2002) Used oil policies to protect the environment: An overview of Canadian experiences, American Society of Civil Engineers, doi:n10.1061/40630(255)11

Resmî Gazete Sayısı: 27721, (2010) Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Resmî Gazete Sayısı: 26952, (2008) Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Resmî Gazete Sayısı: 27721, (2010) Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Mahaney, P. A. (1994) Effects of fresh-water petroleum contamination on amphibian hatching and metamorphosis, Environmental Toxicology and Chemistry, 13 (2), 259-265. doi: 10.1897/1552-8618(1994)13[259:eofpco]2.0.co;2

Resmî Gazete Sayısı: 27721, (2010) Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Resmî Gazete Sayısı: 29036, (2014) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Atıktan Türetilmiş Yakıt, Ek Yakıt ve Alternatif Hammadde Tebliği, Ankara.

Top Taşkaya, B. and Uçum, İ. (2012) Türkiye'de Bitkisel Yağ Açığı, TEPGE BAKIŞ (Tarımsal Ekonomi ve politika Geliştirme Enstitüsü), 14(2)

Nixon, H. and Saphores, J. D. (2002) Used oil policies to protect the environment: An overview of Canadian experiences, American Society of Civil Engineers, doi:10.1061/40630(255)11

Çanakçı, M. and Akıncı, İ. (2007) Antalya ili seralarında kullanılan havalandırma ve ısıtma sistemleri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2) 241-252.

Akkapılı, Y. (2012) Madeni Yağ Ansiklopedisi, Solver Kimya, Adana.

MAPESAD. (2008) Türkiye'de Madeni Yağ Sektöründe 10 Numara Yağ Sorunu ile İlgili Rapor, Madeni Yağ ve Petrol Ürünleri Sanayicileri Derneği, İstanbul.

PETDER (2012-b) 10 Numara Yağ Sorununa İlişkin Değerlendirmeler ve Çözüm Önerileri, Petrol Sanayi Derneği, İstanbul.

UDH Bakanlığı (2011) Transportation in Turkey, Country Report, Erişim Adresi: <http://www.comcec.org/UserFiles/File/ulastirma/%C3%9CLKE%20RAPORLARI/Turkey.pdf> (Erişim Tarihi: 03.03.2015).

PETDER (2012-a) Sektör Raporu 2012, Petrol Sanayi Derneği, İstanbul.

Gedik, K. and Uzun, Y. (2015) Characterization of the properties of diesel-base oil-solventwaste oil blends used as generic fuel in diesel engines, Fuel Processing Technology <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2015.07.032>

Caterpillar, (1996), Blending used Crankcase Oil with Diesel Fuel for use in Caterpillar Heavy Duty Diesel Engines, Engine Data Sheet 62.1, USA.

Beer, T., Grant, T., Brown, R., Edwards, J., Nelson, P., Watson, H. and Williams, D. (2000) Life-cycle Emissions Analysis of Alternative Fuels for Heavy Vehicles: Stage 1, Australian Greenhouse Office, Melbourne.

Uyaroğlu, A., Yücesu, H. S. and Çıtak, R. (2010) Piston arızalarının analizi, Teknik-Online Dergisi, 9(2).

Eryılmaz, T., Hüseyin, Ö., Hidayet, O. and Bacak, S. (2010) Investigation of the Performance and Emission Values of Non-Standard Fuels at Diesel Engines, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 6 (1).

Gedik, K. and Yurdakul, M. (2014) Assessment of chemical content of base oil blends used as alternative diesel fuel for environmental safety, Transportation Research Part D:Transport and Environment, 30, 86-94. doi: 10.1016/j.trd.2014.05.010

PETDER, (2012), 10 Numara Yağ Sorununa İlişkin Değerlendirmeler ve Çözüm Önerileri, Petrol Sanayi Derneği, İstanbul.

Performance Analysis of Indirect Diesel Injection Combustion (IDI) for Heavy-Duty V16 Diesel Engine by Numerical Simulation

Ahmed Elrakb^{1*}, M. Zafer Gül²

Abstract: Although compression ignition (CI) diesel engines were discovered a century ago, researchers continue to contribute in engine development till date. The researchers are motivated by the continuous depletion of hydrocarbon fossil fuel resources and by the stringer government environmental regulations. Therefore, three primary strategic objectives were always targeted: optimal fuel economy, reduced gas emissions, and outstanding engine performance.

Above objectives can be achieved by combination of advanced experimental and computational studies. The modelling of combustion engine processes is useful to carry out extensive parametric studies, rather than hardware development and experimentation.

This paper studying the performance of CI engine that utilizes indirect diesel injection (IDI) on heavy duty locomotive 16-cylinders V-type engine model number 16 PA 4 – 185.

For a given geometry, injection characteristics, and fuel properties, the engine model will be developed and all typical engine performance parameters will be evaluated. Traditionally, the engine power, torque, and specific fuel consumption will be obtained. These curves represent the benchmark for comparison with any other results that will be obtained after changing some of the model parameters.

The engine variables that required to establish the model will be adopted from the engine specification provided by the manufacturer. However, some parameters will be assumed as per the supervisor directions.

The numerical simulation model will be constructed with specification (i.e. mesh resolution) suitable for the workstation to be utilized and in a manner that will optimize the computational cost versus the accuracy of the model output.

Several case studies will be considered by changing some of the key engine parameters in order to draw a conclusions and provide a recommendation related to the indirect diesel injection (IDI) pre-chamber profile and other indirect injection parameters

Keywords: Engine modelling, Indirect diesel injection (IDI), performance analysis, numerical simulation

1. Introduction

Compression ignition (CI) engine has the highest thermal efficiency among the internal combustion engines. Its high performance and relative low emissions, has made diesel engines more popular and expanded its application to a variety of industrial and demotic application.

Traditionally, the CI engines are utilized in heavy duty industrial stationary and mobile machinery including marine and ground moving vehicles. Nearly all heavy duty-trucks,

¹ Marmara University, Istanbul, Turkey

² Marmara University, Istanbul, Turkey

* Corresponding author: Elrakab@gmail.com

delivery vehicles, buses, trains, ships, boats and barges, farm, construction and heavy duty military vehicles and equipment have diesel engines.

Nevertheless, diesel engines became popular nowadays in passenger vehicles which expanded its market share on the expense of the spark ignition (SI) engines.

in spite of the attractive merits of the CI engines, they have fundamental disadvantages as they are pollutant by nature. The combustion process produces CO, CO₂, NO_x, and soot and environmental regulations getting more stringent. Stringent exhaust emission standards require the simultaneous reduction of soot and NO_x for diesel engines, however it seems to be very difficult to reduce NO_x emission without increasing soot emission. The reason is that there always a contradiction between NO_x and soot emissions when some combustion parameters changed [4]. Generally, there is a trade-off between soot formation and NO_x reduction that need to be optimized.

This research studying the performance of compression ignition (CI) engine that utilizes indirect diesel injection (IDI) on heavy duty locomotive 16-cylinders V-type engine and in particular the study will be carried on PIELSTICK diesel engine model number 16 PA 4 185. The application of divided combustion chamber is still frequent in internal combustion engines although its standard use in diesel engines has been decreased. Diesel indirect injection (into pre-chamber itself) is well known and has been used for many decades even if diesel direct injection has become more popular in the recent years [8].

The utilization of pre-chamber that will connect the conventional engine cylinder to a new extension volume might cause significant problems in engine modelling and simulations, this because a new thermodynamic zone is created.

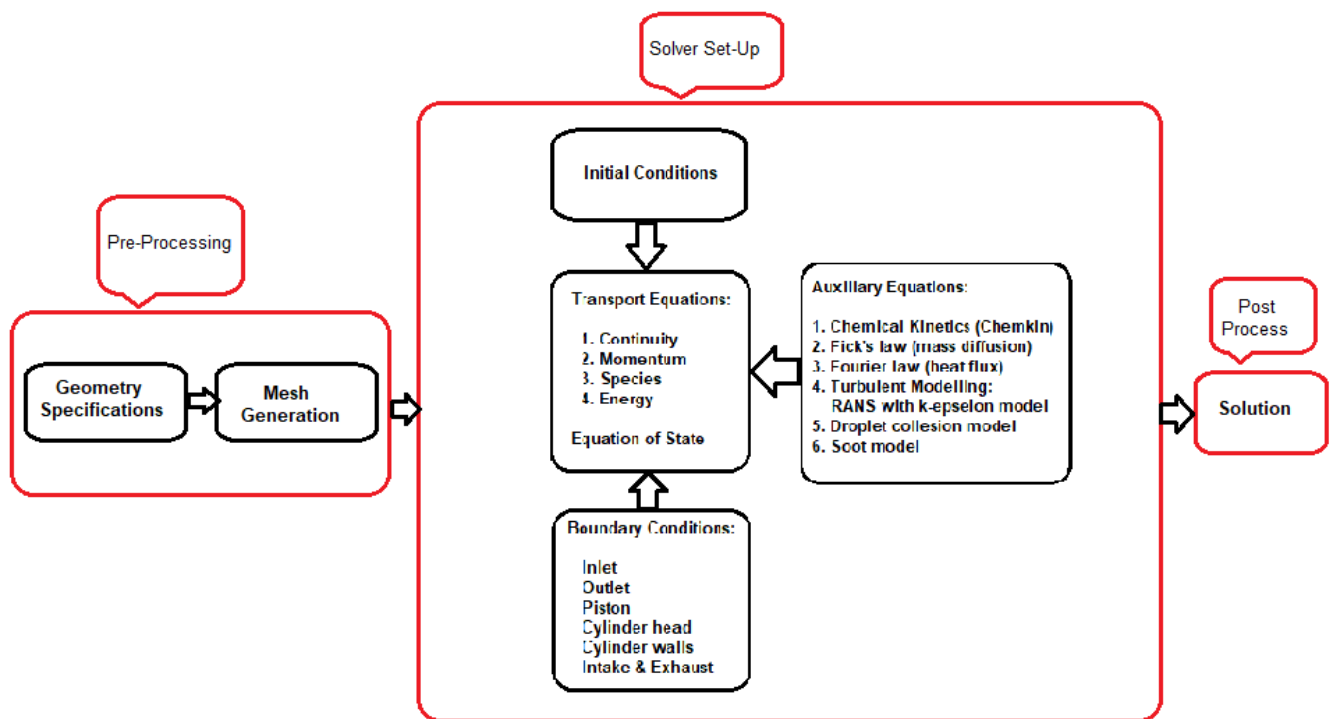
This study will challenge the adaptability of the modern numerical simulation software (e.g. ANSYS Forte) to be utilized on engines having the indirect diesel injection (IDI) with a pre-chamber diesel engine designs. Inclusively, this going to verify the suitability of the used models and sub-models utilized in these software.

2. Material and Method

Adaptability of available commercial internal combustion engines (ICE) computational fluid dynamics (CFD) software to be utilized for the simulation of IDI engines need to be verified.

2.1 Engine Specifications

The subject engine under simulation study is PIELSTICK diesel engine model number 16 PA 4 185 was designed and manufactured in the 60's of the previous century and in spite of being designed long time ago, it is an absolute advantage to subject this engine to the modern CFD analysis in order to confirm or to criticize the IDI design. However, it is important to highlight that many inputs required to the models could not be found and hence an engineering approximation was applied whenever required.



Reference [1] contains most of the technical specification of this engine.

2.2 ANSYS Forte Platform

The decision was taken to utilize ANSYS Forte for numerical simulation of this engine, Figure 1 represent the general flow work structure for a typical internal combustion engines CFD simulation, ANSYS Forte is not an exception from this general flow work.

The transport equations are the centre piece of the work structure. Bearing in mind that our ultimate objective is to solve these equations, literally given the fluid properties we want to solve for the pressure, temperature, and velocity profile as a function of time or crank angle. These three dependent variables are the corner piece in calculating all the engine performance parameters (e.g. indicated MEP, indicated power and torque).

Figure 1: ANSYS Forte

Work Flow

At the models node, ANSYS Forte provides a variety of models options for solving the “modified transport equations”, the user has to select the applicable model for the case under consideration. In many cases Forte default model, values, factors, or coefficients were used.

For indirect diesel injection simulation using ANSYS Forte software, there is no much available literature that can support my decisions to select the appropriate models or coefficients. Hence, the strategy followed during the model set up is to use the Forte default value unless there is a reason not to do so. This strategy resulted in two failed runs before a successful run was completed. During troubleshooting we recognized the failure occurring during the intake valve opening, accordingly changes to the default values related to the intake valve settings was done.

Another technique used is to examine the sensitivity of my selection to the results. An example, is the selection of the turbulent model (RANS with k-epsilon or modified k-epsilon) the only way to know which model best fit is to run the simulation and compare the results.

Reference [2] contains some recommendations depends on the physics of the case and these recommendations were followed whenever applicable.

2.4 Boundary conditions

ANSYS-Forte allow the user to create the boundary relevant to the geometry, then the user will have access to a dialogue box that allow to enter the boundary conditions. For my case following boundaries were created: Piston, Cylinder head, Cylinder Liner, Intake valve – 1, Intake valve – 2, Exhaust valve – 1, Exhaust valve – 2, Inlet, Outlet, Inlet manifold, and Exhaust manifold.

Piston and valves are dynamic boundaries were a motion pattern has to be provided during the boundary conditions setting. The piston follows the slider-crank motion that defined by cylinder stroke, connecting rod length, and rpm. The valve motion is defined by the lifting profile of the valves that was obtained from the manufacturer and uploaded to the “valve profile” field. The piston and valves temperature was considered constant following the “law of the wall”, Table 1 summarise all applicable boundary condition at the geometry under consideration:

B.C Location	T (K)	P (bar)	K.E (cm/s ²)	Additional Requirement
Piston	560	-	-	slider-crank motion
Head	480	-	-	-
Liner	400	-	-	-
IV-1	320	-	-	Lifting profile
IV-2	320	-	-	Lifting profile
EV-1	460	-	-	Lifting profile
EV-2	460	-	-	Lifting profile
Inlet	320	2.338	10000	Air Composition
Outlet	-	2.04	10000	-
Intake manifold	320	-	-	-
Outlet manifold	460	-	-	-

Table 1 Boundary Conditions

3. Results

3.1 Indicated Power Comparison

Performance parameters for PIELSTICK 16 PA 4 185 engine at 1500 rpm was extracted from the manufacturer manual and summarized in table 2

Engine Feature	Value
Rating per Cylinder Kw/cycle (HP/cycle)	110.4 (150)
Maximum continuous power rating Kw (HP)	1766 (2400)
Rated Velocity (rpm)	1500
Mean Piston Speed @ 1500 rpm m/s	10.5
MEP (bar)	16

Table 2 PIELSTICK 16 PA 4 185 Engine Performance

As specified by the manufacturer, these parameters were obtained during the engine testing under air inlet temperature 20°C and fuel Lower heating value 10100 mth/kg [1].

As shown in table 2, the manufacturer provided the power rating per cylinder equal to 110.4 Kw/cycle while the output from the simulation gave a value of 105.78 Kw/cycle, this means simulation results is 4.2% less than the manufacturer tabulated results.

In spite of bases of comparison are not completely valid, a qualitative inspection showed indicated power obtained by the simulation are comparable to the indicated power estimated by the manufacturer.

3.2 Pressure profile

The pressure profile versus the engine crank angle was obtained and plotted as indicated in figure 2, the figure also shows the main events during a full cycle including opening and closing the intake and exhaust valves and start and end of injection, in addition to start of combustion.

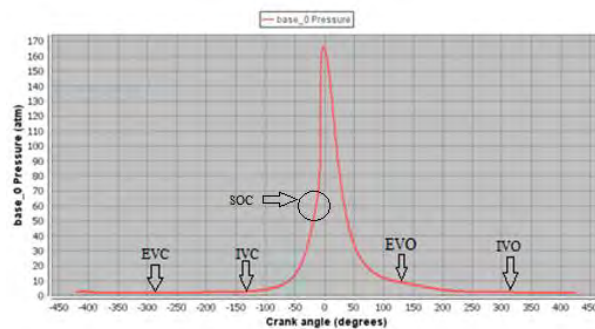


Figure 2 Pressure Vs Crank Angle

Figure 3 (a) to (b) shows the pressure distribution contours during the four engine strokes:

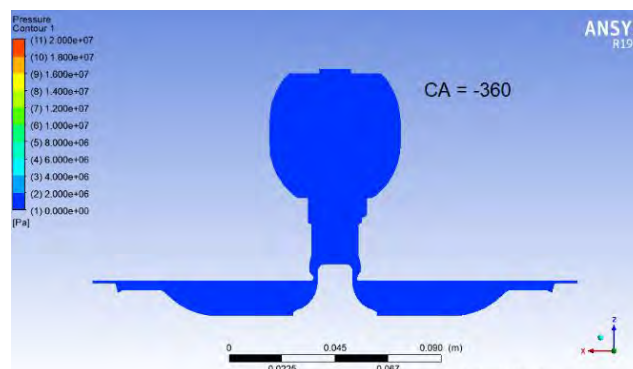


Figure 3 (a) Pressure distribution – Intake stroke

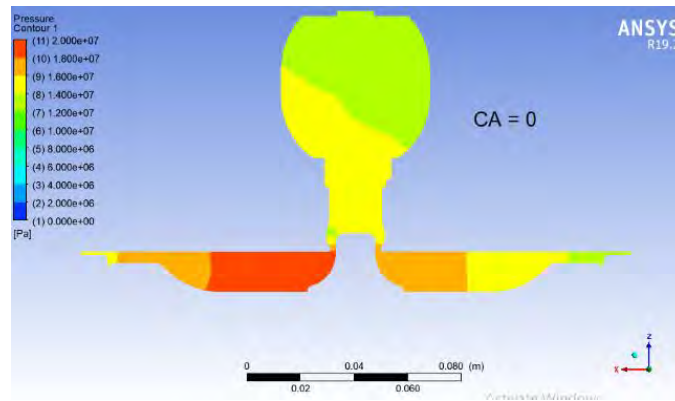


Figure 3 (b) Pressure distribution – Compression stroke

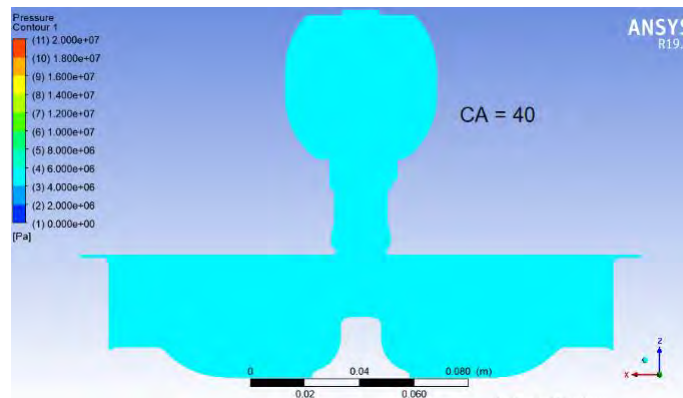


Figure 3 (c) Pressure distribution – Expansion stroke

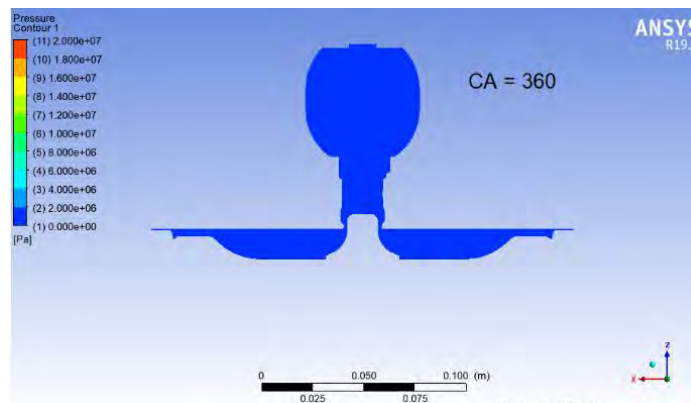


Figure 3 (d) Pressure distribution – Exhaust stroke

3.3 Heat Release Rate

The heat release rate was plotted with respect to crank angle and results represented in figure 4, where the important milestones during combustion process were labelled in the graph. The start of injection (SOI) took place at 24° bTDC during the compression stroke while the start of combustion (SOC) took place at 10° bTDC, this resulted in 14° of ignition delay. The two primary phases of combustion appeared clearly with a pre-mixed phase and mixing controlled combustion phase.

It is exceptionally important to mention that heat release rate is strongly dependent to the injection profile (i.e. fuel g/s versus crank angle), the uploaded injection profile in the model has no strong bases to verify its accuracy.

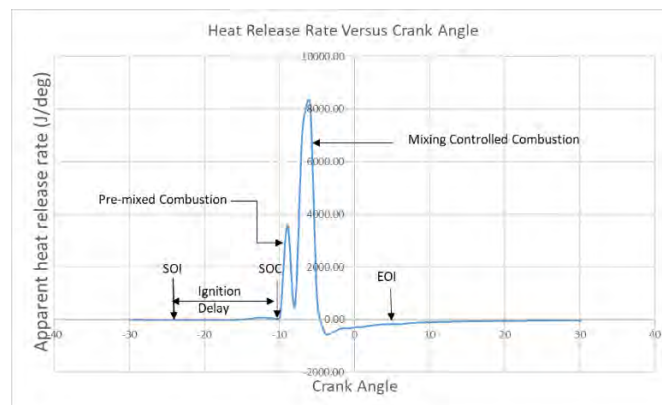


Figure 4 Heat Release Rate

3.4 Temperature Profile

The temperature profile versus the crank angle was plotted as shown in figure 3.5, the primary events during the two stroke (720°) explain the variation of temperature profile across the cycle:

- Exhaust Valve Close (EVC) at -296°
- Intake Valve Close (IVC) at -136° where compression starts
- Start of Combustion by auto-ignition (SOC) at -10° and steep temperature build up
- Exhaust Valve Open (EVO) at 122° caused a minor drop in temperature
- Intake Valve Open (IVO) at 308° that result in introducing cold air that cause a sharp drop in temperature.

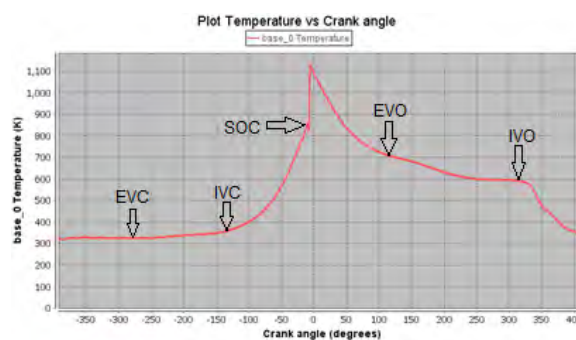


Figure 5 Gas Temperature versus crank angle

Figure 3.5 (a) to (d) shows the temperature distribution during the four strokes of the cycle.

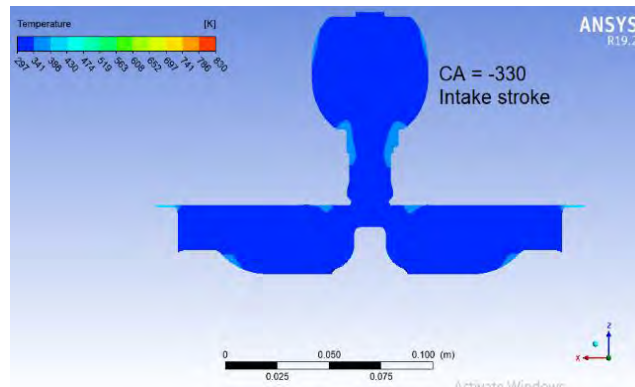


Figure 3.5 (a) Temperature distribution – intake

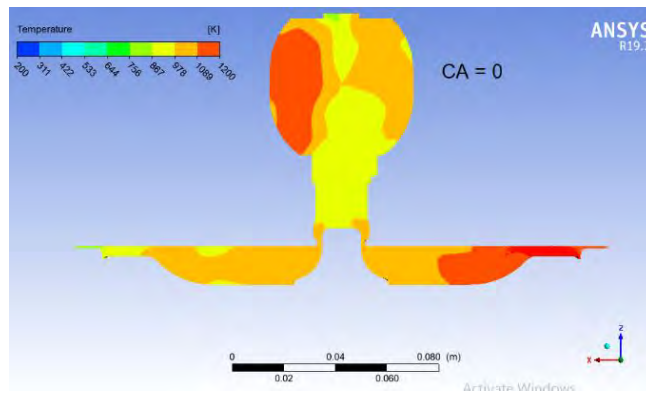


Figure 3.5 (b) Temperature distribution – Compression

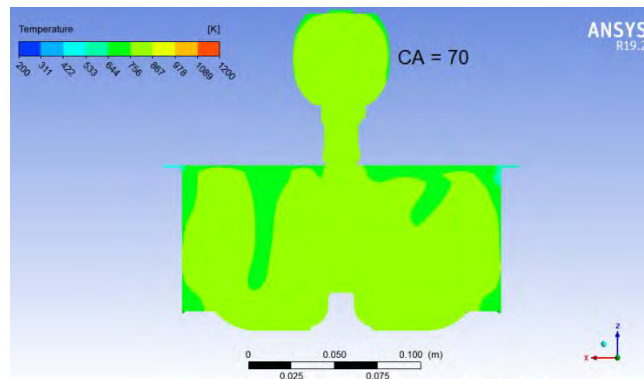


Figure 3.5 (c) Temperature distribution – Expansion

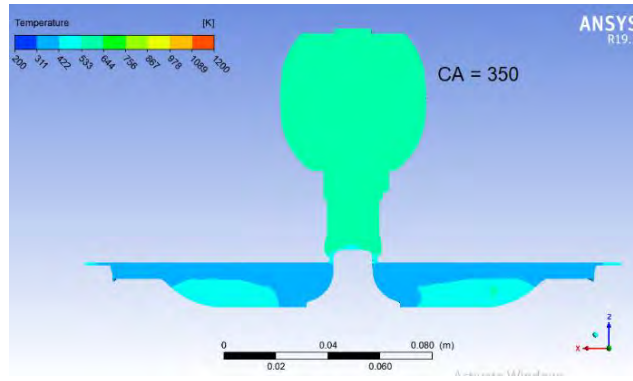


Figure 3.5 (d) Temperature distribution - Exhauste
3.5 P-V Diagram

For the full cycle the P-V diagram was obtained and plotted as shown in figure 3.6

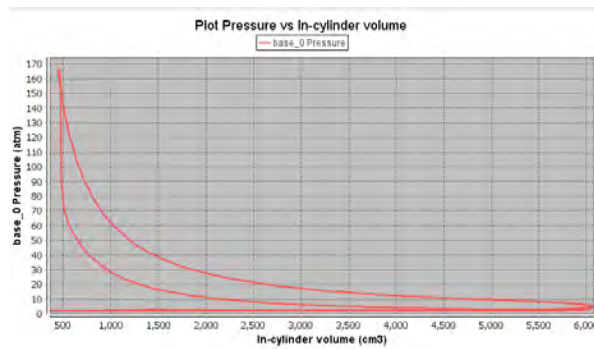


Figure 3.6 P-V diagram
3.6 Turbulent Velocity

Figure 3.7 shows the turbulent velocity stream lines inside the prechamber at -10° as the piston moving toward the TDC during the compression stroke.

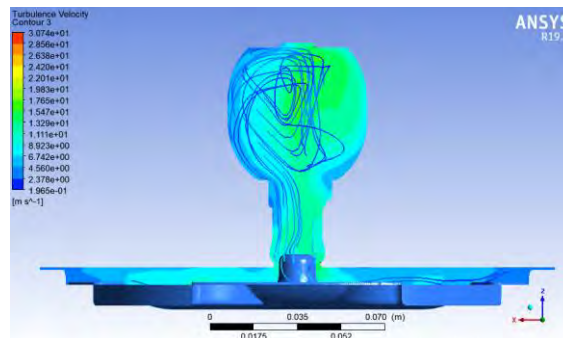


Figure 7 Turbulent Velocity inside Pre-chamber

4. Discussion and Conclusions

It is clear that an engine cylinder connected to other volume might cause significant problems in simulations because a different thermodynamic zone is going to be created. On this research the adaptability of using ANSYS Forte for simulating engine performance on indirect diesel injection (IDI) has been confirmed. Comparison of the cylinder gross power showed only 4.2% difference between simulation results and engine tabulated values.

The in-cylinder performance curves have been developed including pressure, temperature, and heat release rate. In addition, the P-V diagram was constructed and utilized to calculate the indicated power of the overall cycle.

Qualitative inspection of the curves confirmed typical profiles were obtained with steep increase of the pressure and temperature directly after start of combustion at -10° where the heat release rate started to increase sharply. The heat release rate profile recognized the different combustion stages including the ignition delay, pre-mixed, and mixed controlled combustion. The heat release profile indicated most of the combustion is due to the mixing controlled combustion and less portion of the pre-mixed combustion. This was expected due to the fact pre-combustion chamber create better turbulence.

The injection profile is the corner piece in all the in-cylinder performance parameters. It is important to highlight that we could not obtain the real injection profile from manufacturer. The results were based on assumed profile considering the type of the injector utilized (pintel) and background of the manufacturer.

Additional factor affected the results is the course mesh size used (4 mm), this decision was taken based on the availability of the workstation were limited time is dedicated for this project as other priorities is given for more important projects.

Future Work

After confirming the suitability of ANSYS Forte for performance analysis of indirect diesel injection (IDI) engines, the doors now open to fine tune the model inputs and obtaining quantitative comparison between different parameters.

The following suggestions are continuation of the study in order to improve the results quality:

1. Obtain accurate injection profile from the manufacturer. This is a top priority as the injection profile has a great effect over performance results. The injected mass is relatively big 0.5 g/cycle where obtaining the number and distribution of injector holes is gaining additional importance.
2. The study was conducted under rated speed (1500 rpm) while it is recommended to run the same model under three additional speeds, i.e. 500 and 1000 rpm. This will allow us to plot the complete range of performance curves for the gross indicated power and hence the torque and specific fuel consumption.
3. The study was conducted under full load (100% of the injected mass) it is advisable to run the study under 25%, 50%, and 75% of the full load in order to develop a complete performance curves.

References

- [1] S.E.M.T (1968). Pielstick diesel engines descriptive handbook pa 4 – 185 type, chantiers de l'atlantique engine department
- [2] ANSYS Forte theory manual (2015), ANSYS Forte reaction design, V17.0
- [3] ANSYS Forte tutorial manual (2016), ANSYS Forte reaction design, V17.0
- [4] S. Jafarmadar, (2013).The Effect of Split Injection on the Combustion and Emissions in DI and IDI Diesel Engines, INTECH
- [5] Bernard Challen, Rodica Baranescu, Diesel (1999). Engine Reference HandBook Butterworth - Heinemann
- [6] Oldřich Vítek, Jan Macek and Miloš Polášek, Simulation of Pre-Chambers in an Engine
- [7] Giacomazzi E., Picchia F.R., Arcidiacono N., On the Distribution of Lewis and Schmidt Numbers in Turbulent Flames, ENEA, TER-ENE-IMP, S.P. 081, Via Anguillarese 301, 00123 - S.M. Galeria, Rome, Italy

[8] Magdi K. Khair, Hannu Jääskeläinen, (2013). Diesel Fuel Injection DieselNet.com.
Copyright © Ecopoint Inc. Revision 2013.11

Numerical Simulation of Annular Flow boiling in Millimeter-scale Channels and Investigation of Design Parameters Using Taguchi Method

Alihsan Koca^{1*}, Mansour Nasiri Khalaji ²

Abstract:

As the technology progresses, the electronic components become smaller and at the same time continue to produce more heat, and therefore development of new high heat-flux cooling technologies have become obligatory. The mini and millimeter-scale phase change cooling systems, which have a reduced size and a large surface area where heat transfer can take place, have become an integral part of advanced cooling systems. When comparing phase-change cooling systems with other cooling systems, a relatively low flow rate of very high evaporation heat, which is associated with the phase change for most fluids, allows large amounts of heat to dissipate with flow boiling and substantially solves the many problems. The two-phase cooling technologies used for critical applications include; heat pipes, loop heat pipes and capillary pumped loops which are all passive hence very reliable solutions relying on only capillary effects. Though this passive device cannot meet future high cooling demands because of the limitations of the capillary pumping in terms of heat flux, transport distance and multiple heat source capabilities. On the other hand, in boiling and condensing flows functionality problems arise since at the micrometer and millimeter-scale, shear/pressure forces dominate over gravitational forces and cause thermally hydrodynamically ineffective/problematic liquid-vapor configurations – such as plug/slugs flow regimes. For this reason, to overcome the requirement of large amounts of heat transfer from limited spaces and resolving the above problem, novel millimeter-scale phase-change devices should be developed. In this study, for the design of millimeter-scale boilers a 3D Ansys-Fluent[®] simulation model was developed and numerical simulations were conducted for two different cooling fluids (water and FC-72), different mass flow rates and two different channel heights. Moreover, to examine the simulation results Taguchi method was used. In order to realize thin film annular flow over the boiler surface, employed specific boundary conditions in the 3D simulation model were obtained by means of one dimensional Matlab[®] simulation code. By means of utilizing the evaluated numerical results, distribution of heat transfer coefficient, vapor quality and pressure drop over the heat transfer surfaces were reported.

Keywords: Heat Transfer, Boiling flow, Phase Change, Computational Fluid Dynamics, Taguchi Method

¹ Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

* Corresponding author (İletişim yazarı): ihsankoca@hotmail.com

Introduction

The rapid improvements in the performance of miniature and electronic devices have resulted in a significant challenge in the thermal management of these devices. The heat dissipation from these high-performance and compact devices has reached great values, and as a result traditional cooling methods such as air cooling have become ineffective. The heat transfer coefficient in applications such as high-power lasers, microwave devices and radars is about 10 MW/m^2 (Lee and Mudawar, 2008). However, overpressure drop and uneven temperature distribution can be accompanied by electronic chips. In contrast, flow boiling in mini and millimeter channel heat sinks can achieve higher heat transfer rates, better axial temperature homogeneity, lower mass flow rates, and lower pressure differential or less pumping power than single-phase flow (Consolini and Thome, 2009; Karayiannis et al., 2010).

The increasing development of electrical platforms has become a growing trend among the separate branches of the Defense industry (Park and Vallury, 2006; Park and Jaura, 2002; Kuszewski and Zerby 2012; Ponnappan et al., 2002; Park and Zuo, 2004). Platform designers hope that replacing most conventional mechanical power and control systems with electronic equivalents will provide significant improvements by reducing weight or fuel use, increasing design flexibility and overall functionality (Moore, 1993).

In the defense industry of many developed countries, research has been conducted to increase the power density while reducing the size of the hybrid electric vehicle, electrical electronic subsystems, and the component parts to increase the component power that supports this strategy (Moore, 1993; Urciuoli et al., 2012). However, the new generation of electronic systems produces multiple kilowatt waste heat with heat fluxes at a predicted future device level up to 1000 W/cm^2 (Lee and Mudawar, 2009). To achieve this, innovative condensers and boilers operating in the cyclic regime and interrupted by the negligible effect of gravity must be developed (Kivisalu et al., 2014). The advantages of operating these capacitors in pulsatile mode are also discussed. Such millimeter-scale capacitors (Kivisalu et al., 2014) are of great value in the design of new generation space-based thermal systems and gravity insensitive aircraft-based systems (including avionics cooling). However, the new power-intensive electronic systems increase waste heat even further and considering traditional air cooling, the effect of high heat flux electronics is to use larger, heavier, more expensive heat sinks to compensate for insufficient convective performance and single-phase liquid cooling. Presents great challenges to the capabilities of their systems (Park and Jaura, 2002; Garimmela and Singhal, 2003; Coutteau, 2008). Therefore, there needs to be a method for improved cooling components which are smaller and lighter and have higher convective performance than conventional liquid cold plates.

Over the past few years, academic and industrial research communities have explored several options for improving the convective performance of liquid cold plate, such as alternative fluid delivery methods in the forms of macro as well as mini and micro scale jets and sprays to increase heat transfer surface area. together, the application of various micro and mini channel designs has started to gain considerable importance (Tuckerman and Pease, 1981; Sullivan, et al., 1992; Hall and Mudawar, 1995). Regardless of a particular heat sink configuration, critical cooling options carried out beyond a laboratory environment are based on almost single-phase liquid flow designs (Mudawar, 2009). But with the ever-increasing electronic heat flows and the installation of single-phase thermal management problems, cooling schemes using liquid-vapor phase change (two-phase cooling) have been examined as a new generation cooler superior to single-phase cooling systems that are practical and cost-conscious. In many studies, it has already distinguished two-stage flow technologies as an appropriate solution to meet the stringent demands for some emerging cooling requirements (Kuszewski and Zerby 2012; Ponnappan et al., 2002). In the two-phase cooling cycle, when it

exceeds the boiling point, a portion of it is obtained in a gas/liquid mixture and at least a portion of the liquid is converted into vapor upon heating. This generally means that the temperature of the heat-collecting surface is called the saturation temperature of the liquid or boiling and the use of a cooling fluid. At this temperature, the vapor pressure of the liquid is equal to the ambient pressure, thus causing vapor bubbles to form, grow and eventually detach from the surface at the solid and liquid interface. As shown in Figure 1, the heat transfer coefficients obtained from the two-phase flow may have a greater heat transfer than equivalent single-phase forced or natural heat convection (Mudawar, 2001). A larger heat transfer coefficient is called directly converts to a larger cooling capacity for the system. There is a typical rule for two-phase liquid cooling systems; the room is that the heat transfer benefits of evaporation heat and boiling can provide two to four-fold increase in heat removal capacity (Saums, 2009).

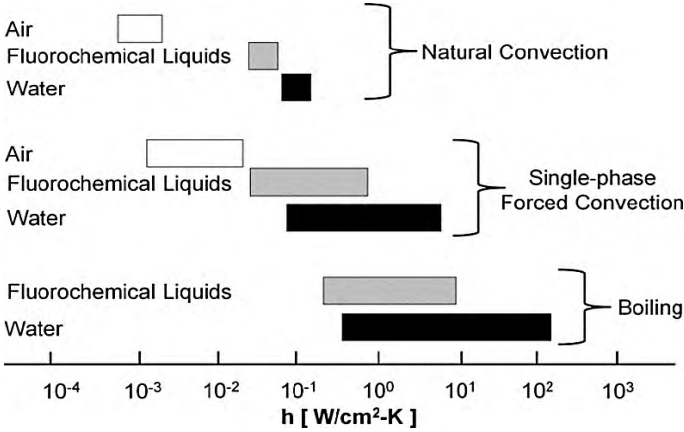


Figure 1. Heat transfer coefficients possible by natural convection, single-phase liquid forced convection and boiling for various fluids (Mudawar, 2001).

Two-phase mini and millimeter channel systems have received great interest as a method for electronic cooling with high heat flux. Although it has been shown that flow in the large surface area of the microchannels increases the heat transfer coefficient in single-phase flow (Tuckerman and Pease, 1981; Phillips, 1990). additional gains in heat transfer coefficient can be obtained by allowing the liquid to evaporate along the mini and millimeter channel walls. For these reasons, recent research has focused on two-phase cooling and mini and millimeter channel flow boiling. The controlled heat transfer mechanism in the mini and millimeter channels is thought to be the evaporation of the thin liquid film around the bubbles in the micro-channels (Chen, et al., 2013; Mersen, 2017). There are several general literature reviews of one-dimensional and two-dimensional FC-72 flow boiling and heat transfer, depending on channel geometry (Pereira et al., 2017; Ansys, 2017; Kivisalu et al., 2014; Naik, et al.2014).

In this study, we will examine the numerical heat transfer with different ducts at different heights, refrigerants with different properties, different flow rates, different dryness degrees, fluid pressures and different heat fluxes with Taguchi method and compare with experimental results.

MATERIAL and METHOD

Taguchi Method

The Taguchi method is an experimental design method that tries to minimize the number of experiments by selecting the most optimal combination of levels of factors that can be controlled against uncontrollable factors that consist of variables and levels before conducting experiments (Caniyılmaz, 2001). In this method, one of the ranking method, observation method, variance method, analysis of factor effects, column differences method and graphical representation methods are applied to determine factor levels (Ross, 1989). In another study (Caliskan, et al., 2015), using the Taguchi method, Reynolds's number and jet-plate distances performed heat transfer measurements on the surface for a sequential jet array.

In this study, optimum levels of parametric values used to obtain heat transfer in a mini and millimeter channel cooling problem determined by using Taguchi experimental design method were found. Taguchi analysis was carried out using Minitab 18.0[®], a computer program designed to perform the necessary statistical functions. The software package generates orthogonal array (OA) designs for the array design, whose degrees of freedom should be greater than or at least equal to those of the design parameters. Therefore, L8 corresponds to the design considered and the factors studied of the four parameters and four levels are given in Table 1. The aim is to achieve maximum bubble and therefore maximum heat transfer. In particular, there is a need for mini and spindle channels used to increase heat transfer. The performance statistics were chosen as the optimization criterion and used for the “large is better” condition and evaluated using the following equation.

$$Z_L = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \frac{1}{Y_i^2} \right) \quad (1)$$

Where Z shows the performance statistics, n is the number of repetitions in the confirmation experiments, and Y is the performance value of the experiment.

Table 1. Parameters and their values corresponding to their levels

<i>Parameters</i>	<i>Levels</i>	
<i>Channel height</i>	5mm	8mm
<i>Fluid Material</i>	Water	FC-72
<i>Heat flux</i>	107 w/m ²	200 w/m ²
<i>Pressure</i>	1.5 bar	3 bar
<i>Total Mass flow rate</i>	140 kg/m ² s	200 kg/m ² s
<i>Steam quality</i>	0.61	0.67

Optimum operating conditions for optimum values of parameters affecting system performance may not always be available in the test plan. The performance value corresponding to the optimum operating conditions can be estimated using the balanced character of the Orthogonal Array (OA).

The contributing ratios of all factors on the performance criteria are defined depending on the SNR given in Tables 3 and 4. Using Tables 3 and 4, the optimal combination of process parameters can be estimated. In order to implement the approval procedure of reproducibility, the difference of the SNR between optimum and current conditions about the prediction is first obtained. From SNR differences, the optimal process parameters obtained from the parameter design are verified.

Table 2. Experimental L8 (2 ^ 6) orthogonal sequence and SNR values plan

<i>Ex no</i>	<i>Channel height (A)</i>	<i>Fluid Material (B)</i>	<i>Heat flux (C)</i>	<i>Pressure (D)</i>	<i>Mass flow rate (E)</i>	<i>Steam quality (F)</i>
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2
4	1	2	2	2	2	1
5	2	1	2	1	2	1
6	2	1	2	2	1	2
7	2	2	1	1	2	2
8	2	2	1	2	1	1

Table 3. Numerical plan of L8 (2 ^ 6) orthogonal sequence and SNR values

<i>Plane Vapor Quality</i>	<i>SNR1</i>	<i>Outlet Vapor Quality</i>	<i>SNR2</i>	<i>Plane Thermal Conductivity</i>	<i>SNR3</i>
0.67	-3.4785	0.65	-3.74173	0.21	-13.5556
0.72	-2.85335	0.7	-3.09804	0.18	-14.8945
0.69	-3.22302	0.69	-3.22302	16.5	24.34968
0.64	-3.8764	0.66	-3.60912	21.12	26.49388
0.64	-3.8764	0.65	-3.74173	0.23	-12.7654
0.69	-3.22302	0.68	-3.34982	0.21	-13.5556
0.69	-3.22302	0.68	-3.34982	22.18	26.1945
0.62	-4.15217	0.63	-4.01319	24	27.60422

The levels of process parameters and factors in this study are given in Table 1, and Table 2 shows the orthogonal sequence L8 of the desired experimental design, and Tables 3, 4 and 5 show that the heat millimeter channel changer is a plurality of the assumed plates, above the x, y plane and 5 millimeters away from the z plane. The steam quality value, the value of the steam quality at the outlet and the heat conductivity value on the same plate and shows the response table of 8 experiments.

Table 4. Factorial effect and contribution ratio for projected plane vapor volume fraction

Response Table for Signal to Noise Ratios for plane Vapor friction

<i>Level</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
1	-3.358	-3.358	-3.427	-3.45	-3.519	-3.846
2	-3.619	-3.619	-3.55	-3.526	-3.457	-3.131
<i>Delta</i>	0.261	0.261	0.123	0.076	0.062	0.715
<i>Rank</i>	3	2	4	5	6	1

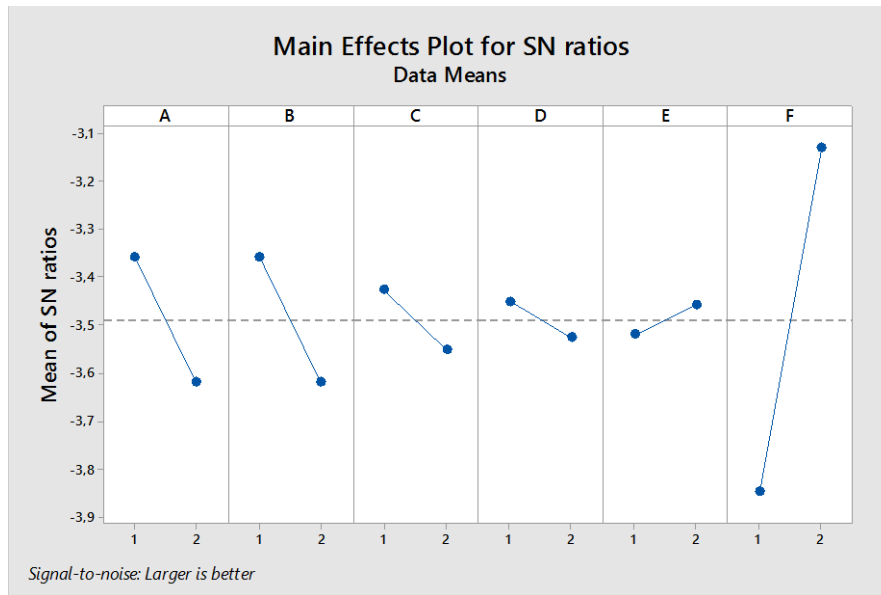


Figure 2. The Effect of the Parameter On Performance Statistics (For Vapor Quality in The Plate).

Tables 4,5 and 6 and Figures 2,3 and 4 show the S / N or signal to noise ratio and variable level. High delta refers to the high S / N ratio variation of the design parameter. Sequence refers to the surface area, which is the most important design parameter.

Table 5. Factorial effect and contribution ratio for projected outlet vapor volume fraction

Response Table for Signal to Noise Ratios for outlet Vapor friction

Level	A	B	C	D	E	F
1	-3,418	-3,483	-3,551	-3,514	-3,582	-3,776
2	-3,614	-3,549	-3,481	-3,518	-3,45	-3,255
Delta	0,196	0,066	0,07	0,003	0,132	0,521
Rank	2	5	4	6	3	1

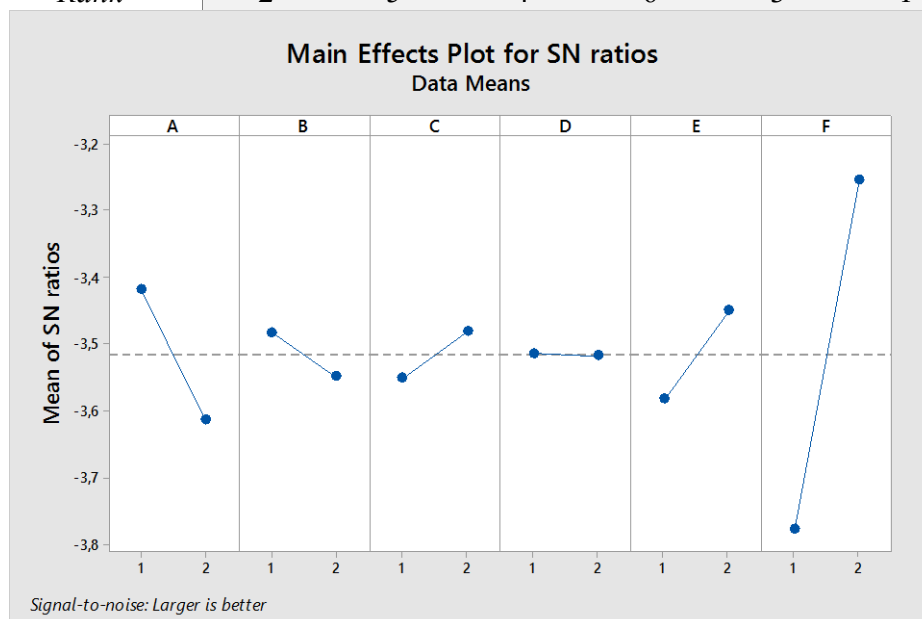


Figure 3. The Effect of the Parameter on Performance Statistics (for Vapor Quality in Outlet).

As shown in the figure 2, 3 and 4, the millimeter channel heat exchanger is open with all three effective parameters, increasing the channel height, the type of fluid flowing, and the mass efficiency as well as increasing efficiency.

Table 6. Factorial effect and contribution ratio for projected thermal conductivity

Response Table for Signal to Noise Ratios for Thermal conductivity

Level	A	B	C	D	E	F
1	5,598	-13,693	6,518	6,237	6,211	6,944
2	7,051	26,342	6,131	6,412	6,438	5,705
Delta	1,452	40,035	0,388	0,175	0,228	1,24
Rank	2	1	4	6	5	3

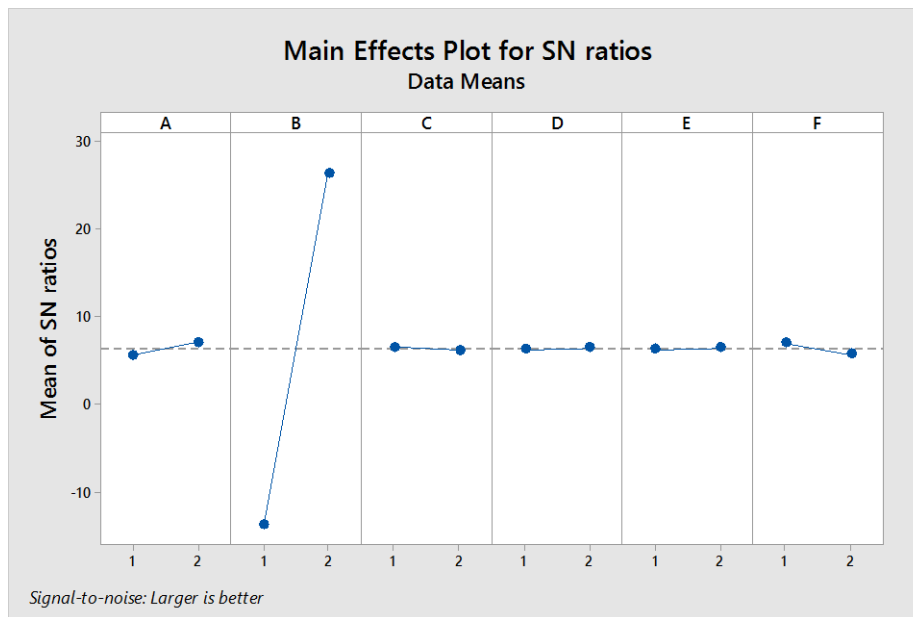


Figure 4. the effect of the parameter on performance statistics (for thermal conductivity in plate).

Taguchi analysis is also useful for predicting the best case from selected experimental cases. In this study, a response named outlet temperature was selected and the S / N ratio results discussed in the previous sections. Figures 2, 3 and 4 are 5 millimeters away from the x, y plane and the z plane, respectively. The steam quality value shows the average ratio and S / N ratio results for responses with the value of the steam quality at the outlet and the thermal conductivity value. As it can be seen from the tables and tables, for both fluid flow steam quality plays an important role in the measurement of vapor volume fraction and fluid material is considered as one of the most important and effective parameters in heat transfer coefficient.

Flow Boiling in Mini and Millimeter Channels

In two-phase heat transfer systems, it can operate at lower flow rates and lower pumping power than single-phase forced convection heat exchangers based on latent evaporation heat of the working fluid. A single-phase liquid system with a temperature increase limited to 25 ° C will require approximately 7 times the flow rate of a two-phase system to reject the same

amount of heat (Agostini, 2007; Hannemann, et al., 2004; Marcinichen and Thome, 2010; Pan, et al. 2015). It also results in the required fluid inventory allowing lower flow rates and smaller thermal management systems (Mudawar, 2001; Willingham and Mudawar, 1992). In a study related to this, (Mishima and Hibiki, 1996) examined the air / water flow of the vertical and horizontally directed capillary tubes connected to the closed rings and found that these same capillary forces affect the bubble dynamics and the flow regime of the air / water mixture.

$$Co = \frac{1}{D_h} \sqrt{\frac{\sigma}{g(\rho_1 - \rho_2)}} \quad (2)$$

Based on the analysis of data from various sources (Tran, et al.1996; Lazarek and Black, 1982; Cooper, 1984; Cooper, 1989; Liu and Winterton, 1991), they proved that the micro-regime had begun if the number of limitations was greater than 0.5 in another study (Kuznetsov, 2013), when the width of the channel falls below the capillary constant (δ_c), it points to a similar criterion at which the mini and millimeter regime begin:

$$\delta_c = \sqrt{\frac{2\sigma}{g(\rho_1 - \rho_2)}} \quad (3)$$

Investigated three micro, mini and macro regimes on Bond number (Bo), which is also related to surface tension, gravity and hydraulic diameter (Cheng, et al. 2007).

$$Bo = \frac{g(\rho_1 - \rho_2)D_h^2}{\sigma} \quad (4)$$

They investigated that the gravitational effects of the mini and millimeter channels and that the Bond number is less than 0.05 can be overlooked in this region, but in small channels the Bond number (Bo) is between 0.05 and 30 and proved that the surface tension and gravitational effects are small but still present. These results are shown in Figure 2a (Harirchian and Garimella, 2009a; Harirchian and Garimella, 2009b; Thome, et al., 2013). They proposed the convective limiting number as a combination of the Bond number and the Reynolds number, and this is the correct method to define the flow limitation.

$$Bo^{1/2} \times Re = \frac{GL_c^2}{\mu_1} \left(\frac{g(\rho_1 - \rho_2)D_h^2}{\sigma} \right)^{1/2} \quad (4)$$

Here the viscosity (μ) is the mass flux (G) and the characteristic length (L_c) is the square root of the cross-sectional area of the channel as opposed to the normal hydraulic diameter. Mathematical models and two simulation tools using this development have been described in separate articles (Narain, et al. 2004; Liang, et al., 2004). The limitation is a feature of mini and millimeter channel flow, which can be regarded as decisive criteria between mini, millimeter or macro. In many studies, the authors compared these transition criteria with other experimental data using different fluids, and all made good estimates. (Figure 2b). In Figure 2-b, the researchers emphasize that the cross-sectional area rather than the hydraulic diameter or aspect ratio is important in this determination. Although there is no clear consensus as to what distinguishes the mini and millimeter channel from a conventional channel, it is clear that there are significant differences between the two dimensions.

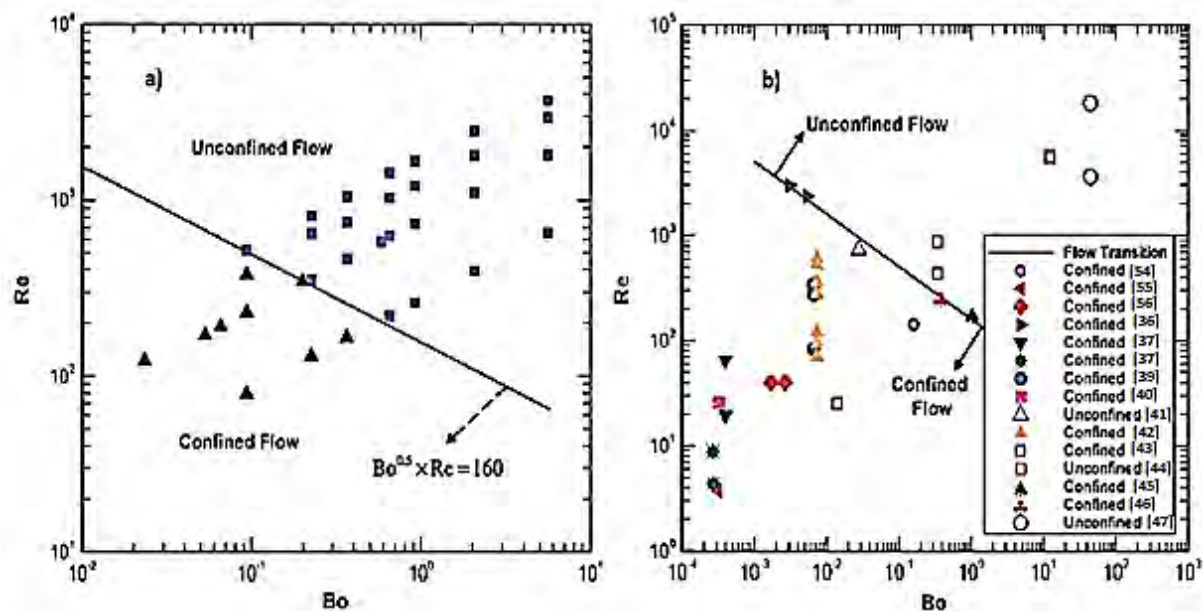


Figure 5. (a) A combination of the convective limiting number, the Bond number and the Reynolds number (Harirchian and Garimella, 2009b; Thome, et al., 2013). (b) The transition from various other studies to the unrestricted flow

Three boundary conditions are required to fully uncover the mini and millimeter channel problem and solve the management equations. Each channel has its boundary conditions set with Fluent. Boundary conditions include:

- Mass flow rate (depends on the input limit of mini and spindle channel)
- Output pressure (depends on mini and spindle channel output limit)
- Wall temperature (depends on mini and spindle channel wall limit)

Basic equations are discretized using finite difference schemes.

The geometry we first explored will be produced using drawing programs such as SolidWorks or ANSYS Design Modeler. Typically, the box geometry consists solely of the solid body structure from which the design is produced.

Figure 3 shows a mini and millimeter channel heat exchanger used to develop simple equations and management equations. In the model problem, two-phase liquid fields are formed between the thermal energy supplied from the lower wall. Each liquid phase will enter the system from different inputs and exit from two different outputs.

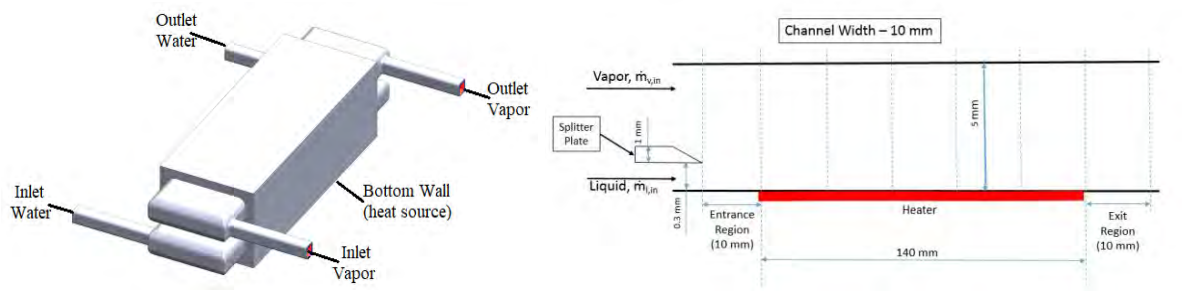


Figure 6. Two-input and two-output dual-phase heat exchanger

In figure 6 shows a schematic dual phase heat exchanger of the same mini and millimeter channel used to develop simple dual input and dual output and management equations. In further applications of CFD, geometric simplifications can also be made during geometry

generation by methods such as 3D or symmetrical to reduce the complexity of areas that do not affect the physics of the overall solution. For conjugate heat transfer problems, such as heat exchanger modeling, it is important to construct the geometry of the liquid areas in such a way that the solid boundaries in contact with the liquid are perfect and matched. The stability of the stable solutions obtained from two independent approaches (2-D and 1-D) is shown in (Naik, et al. 2015) and the stability of gravity-driven and shear-driven flows is shown in (Naik, et al. 2015), respectively.

After the geometry is created for both the gas and liquid areas, the calculation area in which the CFD simulation is solved is created. With applications such as ANSYS ICEM or ANSYS Meshing, the best mesh is produced using error-free design geometry. For conjugate heat transfer problems, it is common practice to connect solid and fluid areas to mesh using appropriate methods, and to provide a unity between areas (providing a one-to-one mesh face). Conformal meshes eliminate any interpolation found in incompatible meshes, providing accuracy for improved mesh production. In all simulation cases, the solution is highly dependent on the mesh resolution. To understand this situation, it is useful to complete a network convergence study and a mesh validation test must be performed in this. Then, for an optimal solution, the problem is carried out under initial and boundary conditions, which depend on the desired operating conditions of the design. Boundary conditions for heat exchangers are energy operating conditions, such as flow conditions passing through each fluid area, such as mass flow rates and pressure properties, or initial temperatures of liquids entering the heat exchanger. This study only deals with steady-state cases, but it is necessary to establish initial conditions for transient cases in other CFD problems.

Simulation with appropriate mesh and initial and boundary conditions can now be approached for simulation resolution, with conditions set in the CFD solvent. Under start-up conditions, a desired mass flow of liquid at a given temperature can be performed in many ways using manual initiation or automatic methods. With the combined algorithm, the iterative decoding process provides the temperature, speed and pressure profiles for each of the channel flows by solving the plug flow model using the current conditions of the CFD simulation and the solution is initiated. The linked algorithm is iterative and each of the solutions for the (plug flow) model and CFD simulation will be interconnected, and once a repetition is complete, the channel outlet pressure, wall temperature profile, and mass flow rates through the channels are updated according to the (plug flow) flow model. ANSYS Fluent is used to perform numerical functions and the liquid-vapor interface in this simulation will be solved by accepting a finite volume (VOF) model. In this model, by solving an additional continuity-like equation for the volume fraction, it is assumed and realized that the two-phases are incompressible and do not penetrate each other. The sum of the volume fractions of the two-phases in each cell is combined and the properties of a single liquid are calculated based on the volume weight fraction of each phase in the cell. In this study, a group of mathematical models, conservation laws for mass, momentum and energy will be formed.

In the current analysis study, the VOF model is used to simulate multiphase flow, while gravitational acceleration is given on the minus y axis and its value is taken as 9.813 m/s^2 . furthermore, water and FC-72 are used as the working fluid, and the thermophysical properties of the fluidity at the saturation temperature corresponding to the fluid 1bar are shown in table 1 from the Fluid substance database.

The water liquid is selected as the secondary phase (liquid phase) and, due to the dynamic behavior of the two-phase flow, a transient solution with a period time of 0.001 s is used for all cases. A combination of the SIMPLE algorithm for pressure-speed coupling and the calculation of momentum and energy and the standard k- ϵ model are used to model turbulence. Table 7 shows the thermodynamic properties of both fluids and the calculations are made using the default data in this table.

Table 7. Properties of working fluids used in simulation

Features	Water (L)	Water (V)	FC-72 (L)	FC-72 (V)
Density (kg/m ³)	1000	0.5542	1674.75	13.01
Cp (J/kg*K)	4182	2014	1052.85	1100.24
Thermal Conductivity (W/m*K)	0.6	0.0261	0.05725	0.0536
Viscosity (kg/m*s)	0.009	0.0000134	0.000643	0.000428
Molecular Weight (kg/kmol)	18.015	18.0152	340	340
Reference Temperature (K)	298.15	298.15	329.15	329.15

In order to reduce the simulation time calculation of the boiling process, the initial temperature of both the condenser wall and the liquid should be selected above the boiling point such that the condenser wall and fluid temperatures are set to 283 K after 373.15 K. The liquid selected for our analysis is perfluorohexane, a Fluorinert™ Electronic Liquid and will be used commercially as FC-72. The basic physical properties of this dielectric fluid are reported in Table 1. FC-72 is thermally and chemically stable, compatible with sensitive materials, flammable, non-toxic, colorless and has no ozone depletion potential. This combination of features makes the FC-72 particularly suitable for applications such as heat sinks for electronic components in combination with low viscosity. It is also important to note that the latent heat of the FC-72 is significantly higher (88 kJ/kg) than the specific heat capacity (1.1 kJ/kgK).

Results and Discussion

The project will develop a one-dimensional Matlab® simulation code to design an evaporator/condenser of millimeter dimensions using existing theories/correlations in the literature. Using this simulation code, evaporator/condenser designs will be realized for different fields of application and operating conditions will be optimized for these designs. Afterwards 3D simulation studies were carried out for the evaporators/condensers to be developed using the developed one-dimensional simulation code. In this study, as refrigerant; FC-72 (Fluorinert™ Electronic Liquid) and water were used. then, using the Taguchi (L8) method, after eight analyzes, as shown in table 3, the S / N numbers are calculated and tabulated, and finally the heat transfer coefficient and steam quality for both fluids are calculated and compared to the values obtained in the actual Matlab® program.

By the proposed new method (continuous steam recirculation), the thin film is provided for different thermal boundary conditions of the continuous ring flow regime, eliminating hydrodynamic and other thermally inefficient flow regimes.

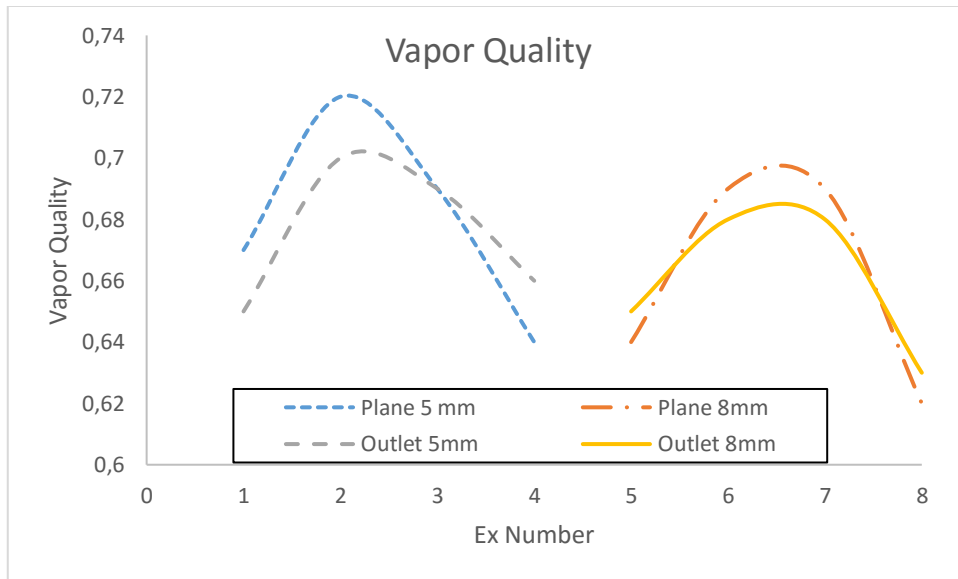


Figure 7. Vapor Quality Value for Each Experiment

Figures 7 and 9 illustrate their effect on heat transfer coefficients and steam quality for each experiment. The heat transfer coefficients of the 8 mm millichannel are approximately 12% lower than that of the 5 mm millimeter channel. This may be due to an increase in perimeter which contributes to the effective distribution of the heat load to each channel (5 and 8 mm). In addition, the heat transfer coefficients of steam quality in the 8 mm millimeter channel are smaller than those in the 5 mm millimeter channel. As a result, the height of the channel causes an adverse effect.

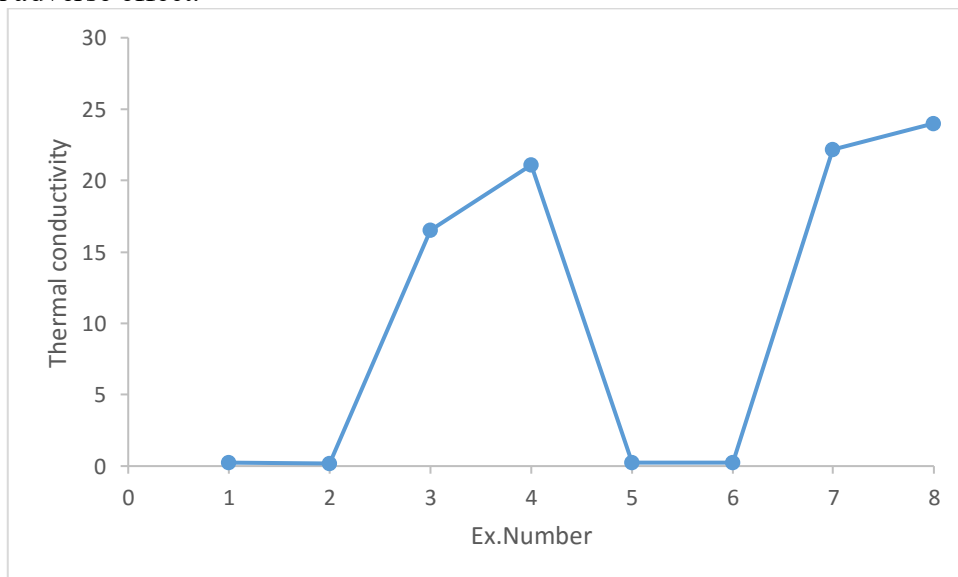


Figure 8. Thermal conductivity value for Each Experiment

In figures of 8, 11 and 12, the boiling heat transfer coefficient depends on the increase of the mass flow rate and hence the flow rate. We can see that the heat transfer coefficient increases with increasing volumetric flow rates, but this is not very important, so it is still effective in the boiling process. The reason for the increased flow boiling heat transfer is the improvement of the fluid mixture in millimeter channels, the type of refrigerant and the improvement of bubble movement.

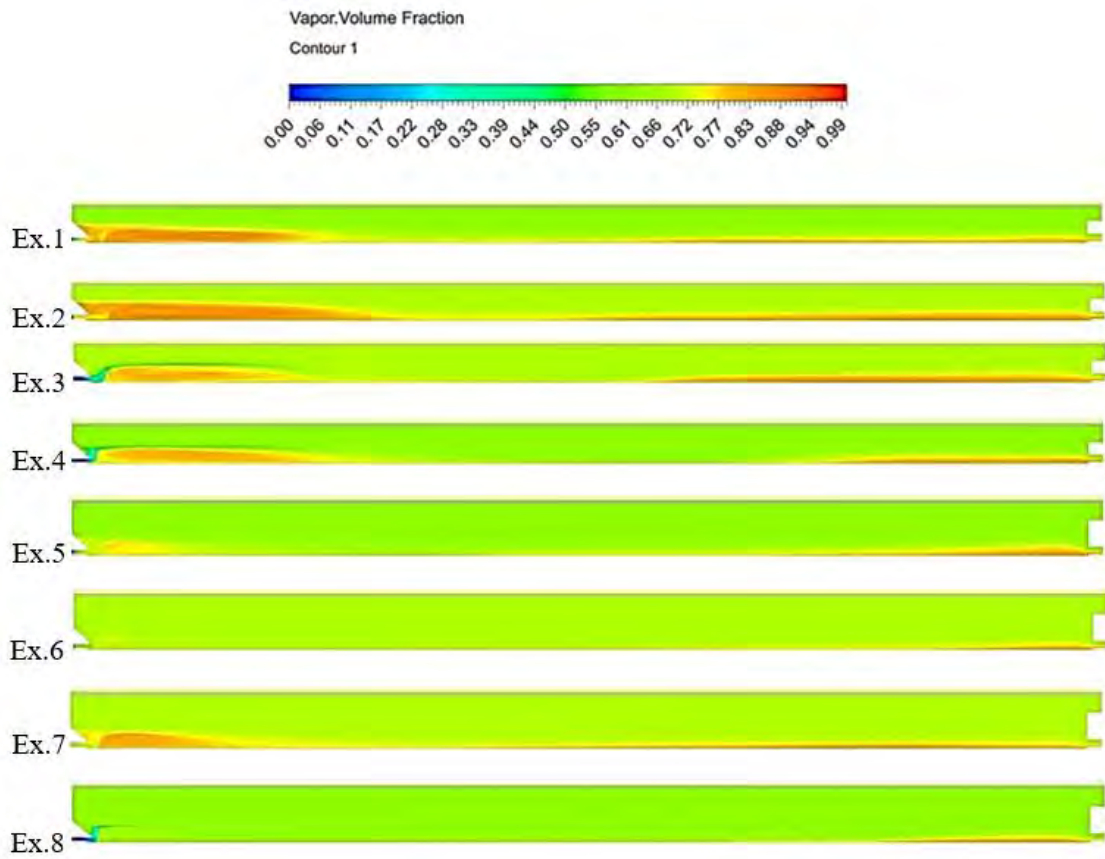


Figure 9. Vapor Volume Fraction Contours for Each Experiment

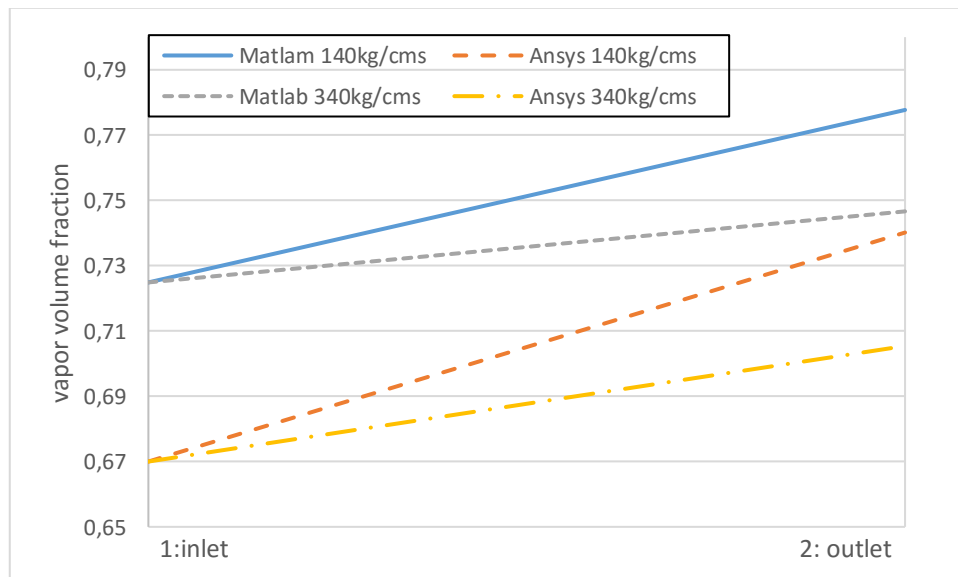


Figure 10. Vapor Volume Fraction value for Water Each Experiment Between Inlet and Outlet

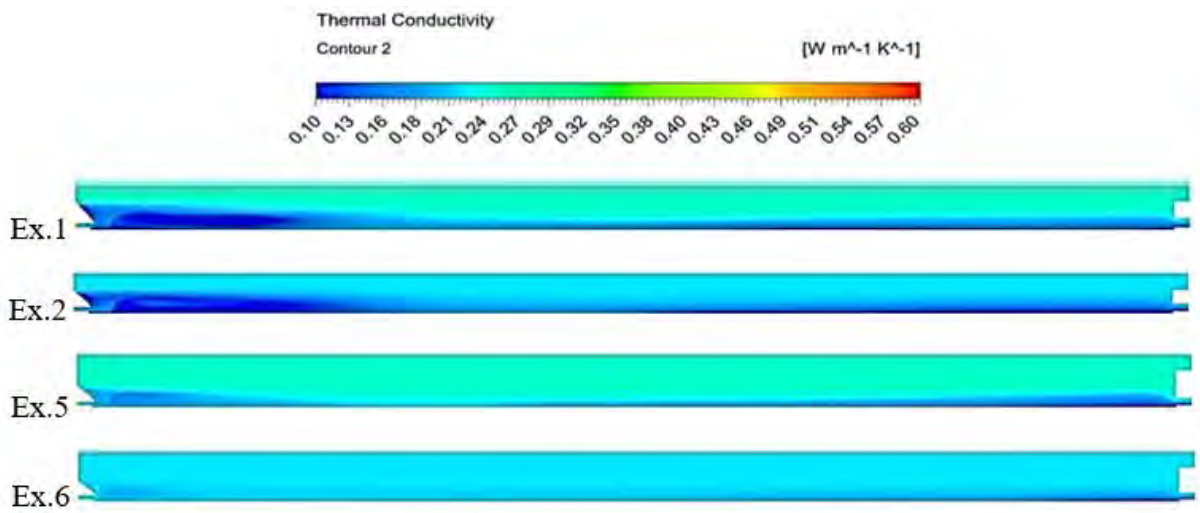


Figure 11. Thermal conductivity Contours for Water Each Experiment

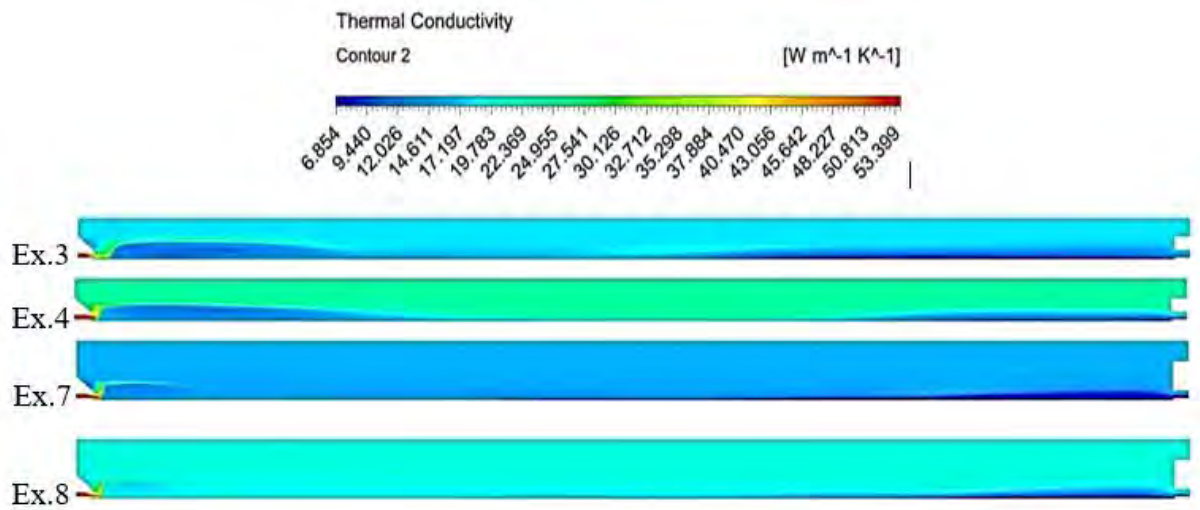


Figure 12. Thermal conductivity Contours for FC-72 Each Experiment

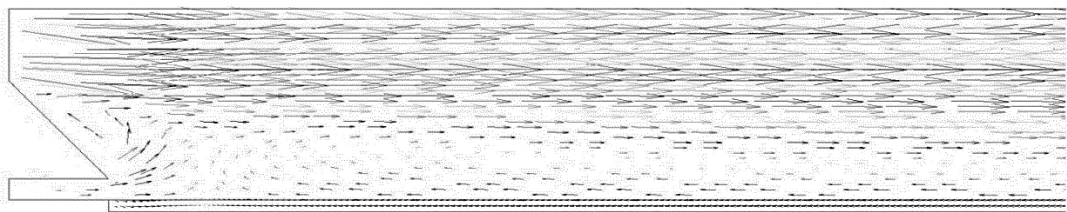


Figure 13. Fluid Flow Vector for 5 mm channel

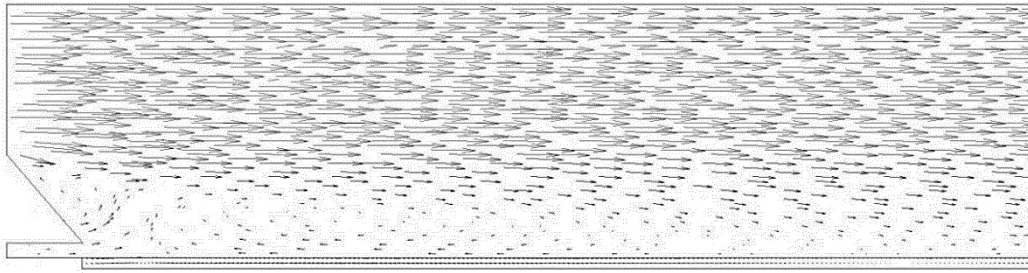


Figure 14. Fluid Flow Vector for 8 mm channel

Figures 13 and 14 show the vector (fluid distribution) of the millimeter channels of fluids at the inlet having both heights (5mm and 8mm). In the 5mm channel, the steam flow enters more forcefully than the 8mm channel, which can cause a high pressure difference. 11 is also shown sequentially for water flow and 12 for FC-72 flow.

Conclusion

Numerical research has been conducted to investigate the flow boiling of water vapor at a large inlet vapor at different flow rates in the form of several heat fluxes. The boiling flow patterns of the pure water vapor in the millimeter channel were analyzed under different inlet steam mass fluxes. The effect of external heat flow on boiling flow and the effect of some parameters on heat transfer performance are discussed. Finally, the main results are plotted as follows:

- Increasing steam increases with increasing steam flow and hence the Reynolds number, but as millimeter channel length increases, the heat transfer coefficient decreases.
- Depending on the hydraulic diameter of the microchannel, the Reynolds number of high inlet vapor and the boiling in the millimeter channel for the external heat flux will be greater than necessary conditions.
- Wall temperature decreases along the flow direction to increase thin film thicknesses. This may result in increased thermal resistance in the wall, especially if a lower input vapor is below the mass flow.
- According to the literature, the maximum variation between the obtained CFD calculation results and the Matlab data should be below 25%.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by the Scientific and Technological Research council of Turkey (TUBITAK). The study was a part of the TUBITAK 3501 project with the number of 118M457.

REFERENCES

- Ansys (2017), Electromagnetic simulation products [Online]. Available: <http://www.ansys.com/products/electronics...>
- Agostini, B., et al. (2007). State of the Art of High Heat Flux Cooling Technologies. *Heat Transf. Eng.*, 28(4), pp. 258-281.
- Bevis, T.A. (2016). High Heat Flux Phase Change Thermal Management of Laser Diode Arrays. *Colorado State University*, PhD Thesis.

- Caliskan S., Nasiri Khalaji M., Baskaya S., Kotcioglu I. (2015). Design analysis of impinging jet array heat transfer from a surface with V-shaped and convergent-divergent ribs by Taguchi method. *Heat Transfer Engineering* 37(15), pp1252-1266.
- Cheng, P., Wu, H.Y., and Hong, F.J. (2007). Phase-Change Heat Transfer in Microsystems. *J. Heat Transfer*, 129(2), p. 101.
- Canıylmaz, E. (2001). Kalite Geliştirmede Taguchi Metodu ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi*.
- Chen, Z. et al. (2013). Development of a 1200 V, 120 A SiC MOSFET module for high-temperature and high-frequency applications. *In the 1st IEEE Workshop on Wide Bandgap Power Devices and Applications*, pp.52-59.
- Cooper, M.G. (1984). Saturated Nucleate Pool Boiling – a Simple Correlation. Proc. Of the 1st UK National Heat Transfer Conference, *ICHEME Symposium*, pp. 785-793.
- Cooper, M.G. (1989). Flow Boiling-the ‘apparently Nucleate Regime. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 32(3). 459-464.
- Consolini, L., Thome J.R. (2009). Microchannel flow boiling heat transfer of R134a, R236fa and R245fa, *Microfluidics and Nanofluid*, 6 731-746.
- Coutteau, C. (2008). Advanced Planning Briefing to Industry (APBI), TARDEC Ground Vehicle and Power & Mobility (GVPM). *Held by US Army RDECOM-TARDEC, #19266 RC, Warren, Michigan*
- Garimella, S., Singhal, V. (2003). Single-Phase Flow and Heat Transport in Microchannel Heat Sinks. *1st International Conference on Microchannels and Minichannels*, Rochester, NY, April 24-25.
- Hall, D.D., Mudawar, I. (1995). Experimental and numerical study of quenching complex-shaped metallic alloys with multiple, overlapping sprays. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 38, 1201-1216.
- Hannemann, R., Joseph, M., Pitasi, M. (2004). Pumped Liquid Multiphase Cooling. IMECE, pp. 3-7.
- Garimella, S.V, Yeh, L., and Persoons, T. (2012). Thermal Management Challenges in Telecommunication Systems and Data Centers. *IEEE Trans. Components*, 2(8), pp. 1307-1316.
- Garimella, S.V, Persoons, T., Weibel, J., Yeh, L.T. (2013). Technological Drivers in Data Centers and Telecom Systems: Multiscale Thermal, Electrical, and Energy Management. *Appl. Energy*, 107, pp. 66-80.
- Harirchian, T., and Garimella, S.V. (2009a). The Critical Role of Channel Cross-Sectional Area in Microchannel Flow Boiling Heat Transfer. *Int. J. Multiph. Flow*, 35, pp. 904-913.
- Harirchian, T., and Garimella, S.V. (2009b). Effects of Channel Dimension, Heat Flux, and Mass Flux on Flow Boiling Regimes in Microchannels. *Int. J. Multiph. Flow*, 35(4), pp. 349-362.
- Karayiannis, T.G., et al. (2010). Flow pattern and heat transfer for flow boiling in small to micro diameter tubes. *Heat Transfer Engineering*, 31, 257-275.

- Karayiannis, T.G., and Mahmoud, M.M. (2017). Flow Boiling in Microchannels: Fundamentals and Applications. *Appl. Therm. Eng.*, 115, pp.1372-1397.
- Kandlikar, S.G., and Grande, W.J., (2003). Evolution of Microchannel Flow Passages- Thermohydraulic Performance and Fabrication Technology. *Heat Transf. Eng.*, 24(1), pp. 3-17.
- Kandlikar, S.G. (2012). History, Advances, and Challenges in Liquid Flow and Flow Boiling Heat Transfer in Microchannels: A Critical Review. *J. Heat Transfer*, 134 (3).
- Kew, P. A., and Cornwell, K. (1997). Correlations for the Prediction of Boiling Heat Transfer in Small Diameter Channels. *Appl. Therm. Eng.*, 17, pp. 705-715.
- Kivisalu, M.T., Gorgitrattanagul, P., and Narain, A. (2014). Results for high heat-flux flow realizations in innovative operations of milli-meter scale condensers and boilers. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 75, p. 381-398.
- Kuznetsov, V.V. (2013). Correlation of the Flow Pattern and Flow Boiling Heat Transfer in Microchannels. *Heat Transf. Eng.*, 34(2-3), pp. 235-245.
- Kuszewski, M., Zerby, M. (2012). Next generation Navy thermal management program. CARDIVNSWC-TR-82-(2002)/12.
- Lazarek, G.M., and Black, S.H. (1982). Evaporative Heat Transfer, Pressure Drop and Critical Heat Flux in a Small Vertical Tube with R-113. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 25(7), pp. 945-960.
- Lee, J., Mudawar, I. (2008). Fluid flow and heat transfer characteristics of low temperature two- phase microchannel heat sink-part I: Experimental methods and flow visualization results. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 51, 4315-4326.
- Lee, J., Mudawar, I. (2009). Low-Temperature Two-Phase Microchannel Cooling for High-heatFlux Thermal Management of Defense Electronics. *IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies* June, 2.
- Liang, Q.X. Wang and Narain, A. (2004). Effects of gravity, shear and surface tension in internal condensing flows: Results from direct computational simulations. *Journal of Heat Transfer*, 126(5), p. 676-686.
- Liu, Z., Winterton, R.H.S. (1991). A General Correlation for Saturated and Subcooled Flow Boiling in Tubes and Annuli, Based on a Nucleate Pool Boiling Equation. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 34(11), pp. 2759-2766.
- Marcinichen, J.B., and Thome, J.R. (2010). New Novel Green Computer Two-Phase Cooling Cycle: A Model for Its Steady-State Simulation. *Proc. 23rd Int. Conf. Effic. Cost, Optim. Simulation, Environ. Impact Energy Syst. ECOS*, 3, January.
- Mersen (2017, October.), R-Tools [Online]. Available: <http://epus.mersen.com/solutions/cooling-of-power-electronics/r-tools2/...>
- Mehendale, S.S., Jacobi, M.A., and Shah, R.K. (2000). Fluid Flow and Heat Transfer at Micro- and Meso-Scales with Application to Heat Exchanger Design. *Appl. Mech. Rev.*, 53(7), pp. 175-193.
- Moore, B.R. (1993). Ideas from Future Technologies Workshop. *Held by ARL/TARDEC, ARLSR*

- Mishima, K., Hibiki, T. (1996). Some Characteristics of Air-Water Two-Phase Flow in Small Diameter Vertical Tubes. *Int. J. Multiph. Flow*, 22(4), pp. 703-712.
- Mudawar, I., Bharathan, D., Kelly, K., Narumanchi, S. (2009). Two-Phase Spray Cooling of Hybrid Vehicle Electronics. *IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies*, June, 32 (2).
- Mudawar, I. (2001). Assessment of High-Heat-Flux Thermal Management Schemes. *IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies*, June, 24 (2).
- Mudawar, I. (2001). Assessment of High-Heat-Flux Thermal Management Schemes. *Components Packag. Technol. IEEE Trans.*, 24(2), pp. 122-141.
- Naik, R., Mitra, S., and Narain, A. (2015). Steady and Unsteady Simulations that Elucidate Flow Physics and Instability Mechanisms for Annular/Stratified Internal Condensing Flows inside a Channel. *Journal of Computational Physics*,
- Naik, R., Mitra, S., and Narain, A. (2014). Steady and Unsteady Computational Simulations for Annular Internal Condensing Flows in a Channel, in *Proceedings of 2014 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*: Montreal, Canada.
- Narain, A., et al. (2004). Direct computational simulations for internal condensing flows and results on attainability/stability of steady solutions, their intrinsic waviness, and their noise sensitivity. *Journal of Applied Mechanics*, 71(1), p. 69-88.
- Pan, Z., Weibel, J.A., Garimella, S.V. (2015). A Cost-Effective Modeling Approach for Simulating Phase Change and Flow Boiling in Microchannels. *Proc. of ASME 2015 Int'l Technical Conf. and Exhibition on Packaging and Integration of Electronic and Photonic Microsystems*, San Francisco, CA, pp. 1-9.
- Park, C., Zuo, J. (2004). Hybrid Loop Thermal Bus Technology for Vehicle Thermal Management. *Advanced Cooling Technologies Inc.*, Lancaster, PA.
- Park, C., Vallury, A. (2006). Advanced hybrid cooling loop technology for high performance thermal management. *4th International Energy Conversion Engineering Conference*, San Diego, California, 26-29.
- Park, C., Jaura, A.K. Thermal Analysis of Cooling System in Hybrid Electric Vehicles. *SAE Transactions*, SAE-2002-01-0710.
- Phillips, R.J. (1990). Microchannel Heat Sinks; In: A Bar-Cohen and A. D. Krous, Editors, *Advances in Thermal Modeling of Electronic Components and Systems*, Vol.2, ASME, New York.
- Pereira A., et al. (2017). Comparison Between Numerical and Analytical Methods of AC Resistance Evaluation for Medium-Frequency Transformers: Validation on a Prototype and Thermal Impact Analysis. *Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 40, no.2, pp. 101-109.
- Ponnappan, R., Donovan, B., Chow, L. (2002). High power thermal management issues in spacebased systems. *Space Technology and Applications International Forum-STAIF*, Albuquerque, New Mexico, February 3-6.
- Ross, P.J. (1989). Taguchi Techniques for Quality Engineering, *McGraw-Hill*, Singapore.

- Saums, D. (2009). Vaporizable Dielectric Fluid Cooling of IGBT Power Semiconductors for Vehicle Powertrains. *5th IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, Dearborn MI USA, September 7-11.
- Sullivan, P.F., Ramadhyani, S., Incropera, F.P. (1992). Extended surfaces to enhance impingement cooling with single circular liquid jets. *In Proceedings of ASME/JSME Joint Conference on Electronic Packages*, 207-215.
- Thome, J.R. (2006). State-of-the-Art Overview of Boiling and Two-Phase Flows in Microchannels. *Heat Transf. Eng.*, 27(9), pp. 4–19.
- Thome, J.R., Bar-Cohen, A., Revellin, R., and Zun, I. (2013). Unified Mechanistic Multiscale Mapping of Two-Phase Flow Patterns in Microchannels. *Exp. Therm. Fluid Sci.*, 44, pp. 1-22.
- Tran, T.N., Wambsganss, M.W., France, D.M. (1996). Small Circular and Rectangular Channel Boiling with Two Refrigerants. *Int. J. Multiph. Flow*, 22, pp. 485-498.
- Triplett, K.A., et al. (1999). Gas–liquid Two-Phase Flow in Microchannels Part I: Two-Phase Flow Patterns. *Int. J. Multiph. Flow*, 25(3), pp. 377-394.
- Tuckerman, D.B., Pease, R.F.W. (1981). High Performance Heat Sinking for VLSI. *IEEE Electron Device Letters*, May, 2 (5).
- Urciuoli, D., Tipton, C.W., Porschet, D. (2012). Development of a 90 kW, Two-Phase, BiDirectional DC-DC Converter for Power Dense Applications. *U.S. Army Research Laboratory*, #ADA433112, Adelphi, MD
- Willingham, T.C., Mudawar, I. (1992). Forced-Convection Boiling and Critical Heat Flux from a Linear Array of Discrete Heat Sources. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 35(11), pp. 2879-2890.

Use of Essential Oil Nanofibers in Food Industry

Hale Seçilmiş Canbay*¹

Abstract: Microbial contamination in the food industry is one of the problems that are constantly encountered and causes major problems. The use of nanotechnology helps to increase the effectiveness of existing antimicrobial structures due to the high surface/volume ratio provided by the nanomaterials. It is possible to use nanofibers obtained from volatile oil-polymer mixtures for this purpose.

Keywords: Electrospinning, polymer, nanofiber, essential oil, antimicrobial activity.

1. Introduction

Modern life, which comes with developing technology, has brought great comfort to people's lives. However, population growth together creates a constantly increasing demand in many areas. Population growth has given rise to rapidly increasing food demand for many countries around the world today. Microorganisms, moisture, gases in the environment, odors, dust, and the effects of different mechanical forces deteriorate in food. In order to eliminate such spoilage in the food industry, it is necessary to produce safe, high-quality and shelf-resistant foods (Sung et al. 2013; Vanderroost et al. 2014).

Microbial contamination in the food industry is a problem that is constantly confronted and brings great problems. Microbial contamination in the food industry is a problem that is constantly confronted and brings great problems. Nanotechnology has begun to gain an important place in the food industry to prevent or reduce degradation and growth of pathogenic microorganisms (Kayaci, and Uyar, 2012; Neo et al. 2013).

The use of nanotechnology can help to increase the effectiveness of existing antimicrobial structures due to the high surface / volume ratio provided by nanomaterials (Seil and Webster, 2012). The nano and micro fibers developed/obtained by electrospinning technique can be used for different purposes in the food industry. Electrospin is one of the most preferred, exciting, versatile and effective methods for making nanofibers using a variety of polymeric materials (Bhardwaj and Kundu, 2010). The electrospin technique provides several advantages over the other methods for obtaining nanofibers, both in terms of material selection and control over the process (Smith and Ma, 2004; Teo and Ramakrishna, 2006). The resulting structure has a higher surface area/volume ratio, tunable porosity, machinability to fit different sizes, control the nanofiber structure and other surface functionalization. It can be used in a wide range of applications (Min et al. 2004; Noh et al. 2006; Jung et al. 2009; Bhardwaj and Kundu, 2010; Irani et al., 2012; Castro-Hurtado et al. 2013).

The electrospinning systems include of major components (Bhardwaj and Kundu, 2010; Khan et al. 2018):

¹ Department of Bioengineering, Faculty of Engineering and Architecture, Burdur Mehmet Akif Ersoy University, 15030, Turkey

* Corresponding author: halecanbay@mehmetakif.edu.tr

- 1- syringe with a nozzle
- 2- a high voltage power supply
- 3- collector (metal screen, plate or rotating mandrel)
- 4- a spinneret .

Electrospin can be carried out both horizontally and vertically at room temperature [15]. The typical set up of *electrospinning machine* is shown in Fig 1.

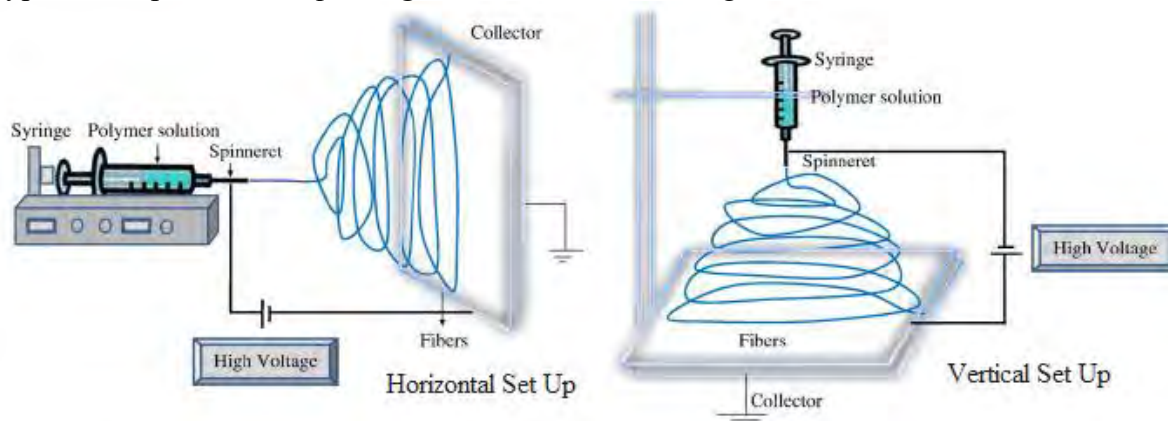


Figure 1. Schematic diagram of set up of *electrospinning machine* (Bhardwaj and Kundu, 2010)

Essential oils are mixtures of hydrocarbon terpenes, sesquiterpenes and polyterpenes, and their oxygenated derivatives. they are obtained from various parts of plant tissue. The high antimicrobial activity of essential oils leads to excessive use in the cosmetic, food, biomedical and pharmaceutical industries. Many of studies have been reported in which essential oils were electrospun for food applications. In our study, potential applications of essential oils such as antimicrobials and food packaging of nanofibers obtained by electrospin with various polymer mixtures are summarized.

2. Electrospun Essential Oils for Antibacterial and Food Packaging Applications

2.1. Cyclodextrins

Cyclodextrins (CDs) exhibit attractive properties when incorporated into electrospun fibers. These cyclic oligosaccharides consisting of 1,4-linked glucopyranoside form inclusion complexes containing various molecules, changing the solubility and stability of the guest molecule (Pose-Vilarnovo et al. 2004; Kurkov and Loftsson, 2013; Zhang and Ma, 2013; Folch-Cano et al. 2014). The most common CDs types are α -, β -, and γ - having α -1,4-linked 6, 7, and 8 glucopyranose units in the cyclic structure (Fig 2).

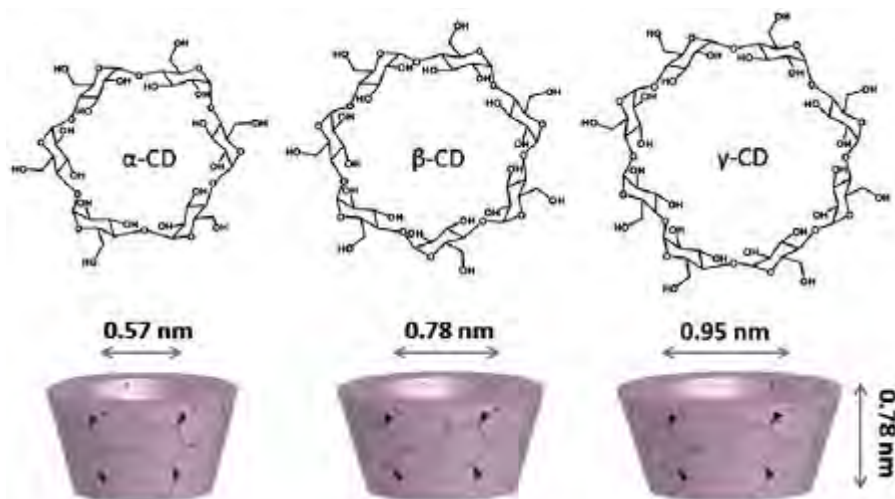


Figure 2. Chemical structures of CDs (Kayaci, and Uyar, 2012)

Geraniol, a natural component of plant essential oils, is one of the main components of some plant species such as rose. Geraniol is used as an odor / flavor in the food industry or to protect food (Solórzano-Santos and Miranda-Novales, 2012) .

Kayacı et al. (2012) studied the suitability of polymeric nanofibers obtained by using geraniol-cyclodextrin by electrospin technique as a food package. Aytac et al. (2016) have obtained polymeric nanofiber from geraniol-cyclodextrin using electrospin technique. In this way, geraniol antibacterial and antioxidant properties have been used to improve the electrospin technique. Different spectroscopic and thermal techniques are used for the characterization of the obtained nanofibers. Antunes et al. (2017) have studied the production of ultra-fine nanofibers containing eucalyptus essential oil / cyclodextrin by the electrospin technique and have investigated the antibacterial effect of these nanofibers. In addition to antibacterial activity of nanofibers, thermal, infrared – attenuated total reflection spectrometer and scanning electron microscope techniques have been used to illuminate the structure.

2.2 Gelatin

Gelatin is a widely used natural biopolymer (Sutaphanit and Chitprasert, 2014; Tongnuanchan et al. 2016). Gelatin with cross-linking has high solubility in aqueous mediums (Tavassoli-Kafrani et al. 2018). Tavassoli-Kafrani et al. (2018) studied the efficacy of electrospun gelatin Nanofibers to incorporate orange essential oil. In the study, stability tests were performed spectroscopically and characterization of the nanofibers obtained by Differential scanning calorimeter and scanning electron microscope.

2.3. Cellulose Acetate

Cellulose acetate is an acetate ester of cellulose, an important structural component of the cell wall of green plants. Naturally derived polymer cellulose acetate is used in the production of nanofibers by electrospinning technique along with some antimicrobial essential oils. Cellulose acetate electrospun fibers have good thermal stability, chemical resistance, biodegradability and biocompatibility (Liakos et al. 2017). Liakos et al. (2017) studied the efficacy of electrospun cellulose acetate to incorporate rosemary and oregano essential oils. In the study, they performed tests on the antibacterial effects and biofilm formation of the obtained

nanofibers. And characterization of the nanofibers obtained by micro-Raman spectroscopy and scanning electron microscope.

2.4. Polyvinyl Alcohol

Polyvinyl alcohol is a biocompatible and non-toxic polymer (Aytac et al. 2014; Wang et al, 2015). Wen et al. (2016) studied the production of nanofibers containing cinnamon essential oil / polyvinyl alcohol. In this study, besides polyvinyl alcohol, cyclodextrin was also used in the production of nanofibers. In addition to antimicrobial tests, characterization tests were also performed.

3. Conclusion

Electrospinning is a simple, versatile and cost-effective technology. This technique yields high surface area nanofibers. The higher surface area/volume ratio, porosity and adjustable porosity of these nanofibers. Because of these properties, nanofibers obtained by electrospinning technique, especially using volatile oil-polymers, have different applications in the field of food engineering.

References

- Antunesa M. D., da Silva Dannenberg G., Fiorentinia Â. M., Pintob V. Z., Limc L. T., da Rosa Zavarezea E., Guerra Dias A. R. (2017). Antimicrobial electrospun ultrafine fibers from zein containing eucalyptus essential oil/cyclodextrin inclusion complex. *International Journal of Biological Macromolecules* 104, 874–882.
- Aytac Z., Dogan S. Y., Tekinay T., Uyar T. (2014). Release and antibacterial activity of allyl isothiocyanate/b-cyclodextrin complex encapsulated in electrospun nanofibers. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 120(0), 125-131.
- Aytac Z., Yildiz Z. I., Kayaci-Senirmak F., San Keskin N. O., Tekinay T., Uyar T. (2016). Electrospinning of polymer-free cyclodextrin/geraniol-inclusion complex nanofibers: enhanced shelf-life of geraniol with antibacterial and antioxidant properties. *RSC Advances*, 6, 46089–46099.
- Bhardwaj N., Kundu S. C. (2010). Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique. *Biotechnology Advances*, 28, 325–347.
- Castro-Hurtado I., Mandayo G. G., Castano E. (2013). Conductometric formaldehyde gas sensors. A review: From conventional films to nanostructured materials. *Thin Solid Films*, 548, 665-676.
- Folch-Cano C., Yazdani-Pedram M., Olea-Azar C. (2014). Inclusion and functionalization of polymers with cyclodextrins: Current applications and future prospects. *Molecules*, 19, 14066–14079.
- Irani M., Keshtkar A. R., Moosavian M. A. (2012). Removal of cadmium from aqueous solution using mesoporous PVA/TEOS/APTES composite nanofiber prepared by sol-gel/electrospinning. *Chemical Engineering Journal*, 200-202, 192-201.

- Jung H. R., Ju D. H., Lee W. J., Zhang X., Kotek R. (2009). Electrospun hydrophilic fumed silica/polyacrylonitrile nanofiber-based composite electrolyte membranes. *Electrochimica Acta*, 54, 3630-3637.
- Kayaci, F., Uyar, T. (2012). Encapsulation of vanillin/cyclodextrin inclusion complex in electrospun polyvinyl alcohol (PVA) nanoweb: prolonged shelf-life and high temperature stability of vanillin. *Food Chemistry*, 133(3), 641-649.
- Khan A. R., Xiangyang S., Ahmad A., Mo X. (2018). Electrospinning of Crude Plant Extracts for Antibacterial and Wound Healing Applications: A Review. *SM Journal of Biomedical Engineering*, 4(1), 1024-1031.
- Kurkov S. V., Loftsson T. (2013). Cyclodextrins. *International Journal of Pharmaceutics*, 453, 167-180.
- Liakos I. L., Holban A. M., Carzino R., Lauciello S., Grumezescu A. M. (2017). Electrospun fiber pads of cellulose acetate and essential oils with antimicrobial activity. *Nanomaterials*, 7, 84-94.
- Min B. M., Lee G., Kim S. H., Nam Y. S., Lee T. S., Park W. H. (2004). Electrospinning of silk fibroin nanofibers and its effect on the adhesion and spreading of normal human keratinocytes and fibroblasts in vitro. *Biomaterials*, 25, 1289-1297.
- Neo, Y. P., Swift, S., Ray, S., Gizdavic-Nikolaidis, M., Jin, J., Perera, C. O. (2013). Evaluation of gallic acid loaded zein sub-micron electrospun fibre mats as novel active packaging materials. *Food Chemistry*, 141(3), 3192-3200.
- Noh H. K., Lee S. W., Kim J. M., Oh J. E., Kim K. H., Chung C. P., Choi S. C., Park W., MooMin B. (2006). Electrospinning of chitin nanofibers: degradation behavior and cellular response to normal human keratinocytes and fibroblast. *Biomaterials*, 27, 3934-3944.
- Pose-Vilarnovo B., Rodriguez-Tenreiro C., dos Santos J. F. R., Vazquez-Doval J., Concheiro A., Alvarez-Lorenzo C., Torres-Labandeira J. J. (2004). Modulating drug release with cyclodextrins in hydroxypropyl methylcellulose gels and tablets. *Journal of Controlled Release*, 94, 351-363.
- Seil, J. T., Webster T. J. (2012). Antimicrobial applications of nanotechnology: Methods and literature. *International Journal of Nanomedicine*, 7, 2767-2781.
- Smith L. A., Ma P. X. (2004). Nano-fibrous scaffolds for tissue engineering. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 239, 125-131.
- Solórzano-Santos F., Miranda-Novales, M. G. (2012). Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23(2), 136-141.
- Sung S. Y., Sin L. T., Tee T. T., Bee S.T., Rahmat A. R., Rahman W. A., Vikhraman M. (2013). Antimicrobial agents for food packaging applications. *Trends in Food Science and Technology*, 33, 110-123.

Sutaphanit P., Chitprasert, P. (2014). Optimisation of microencapsulation of holy basil essential oil in gelatin by response surface methodology. *Food Chemistry*, 150, 313–320.

Tavassoli-Kafrani E., Hossein Goli S. A. Fathi M. (2018). Encapsulation of orange essential oil using cross-linked electrospun gelatin nanofibers. *Food and Bioprocess Technology*, 11, 427–434.

Teo W. E., Ramakrishna S. (2006). A review on electrospinning design and nanofiber assemblies. *Nanotechnology*, 17, 89-106.

Tongnuanchan P., Benjakul S., Prodpran T., Pisuchpen S., Osako, K. (2016). Mechanical, thermal and heat sealing properties of fish skin gelatin film containing palm oil and basil essential oil with different surfactants. *Food Hydrocolloids*, 56, 93–107.

Vanderroost M., Ragaert P., Devlieghere F., De Meulenaer B. (2014). Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science and Technology*, 39, 47-62.

Wang X., Yue T., Lee T. (2015). Development of Pleurocidin-poly(vinyl alcohol) electrospun antimicrobial nanofibers to retain antimicrobial activity in food system application. *Food Control*, 54(0), 150-157.

Wen P., Zhu D. H., Wu H., Zong M. H., Jing Y. R., Han S. Y. (2016). Encapsulation of cinnamon essential oil in electrospun nanofibrous film for active food packaging. *Food Control*, 59, 366-376.

Zhang J., Ma P.X. (2013). Cyclodextrin-based supramolecular systems for drug delivery: Recent progress and future perspective. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 65, 1215–1233.

MPPT Algoritmalarının Gerçek Zamanlı Karşılaştırılması ve PV Sisteme Uygulanması / Real-Time Comparison of MPPT Algorithms and Application of These Algorithms to PV System

Tolga Keskin¹, Kubilay Taşdelen*¹

Özet: Günlük yaşamda maliyetlerinin azalması ve boyutlarının küçülmesinden dolayı, fotovoltaik hücrelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Güneş enerjisinden elektrik üreten fotovoltaik hücrelerin verimliliği, sıcaklık ve toz gibi dış faktörlerden etkilenir. Bu durum, üretilen enerjinin akülerde depolanmasını gerektirir ve depolanan enerji minimum kayıp ile sisteme aktarılır. Maksimum Güç Noktası Takip yöntemleri, bu amaca ulaşmak için ortaya çıkan matematiksel algoritmalar. Birçok farklı yöntem olmasına rağmen, en çok tercih edilen yöntemler, yinelemeli döngülerle maksimum güç noktasına yaklaştırmaya çalışmaktadır. Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan Değiştir ve Gözlemle ve Artan İletkenlik yöntemleri, gerçek zamanlı deneylere dayanarak elde edilen güce göre karşılaştırılmış ve daha fazla enerji veren metodu seçen bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritma, literatürde geliştirilen başka bir algoritma ile karşılaştırılmıştır. Geliştirilen algoritma, ayrı olarak çalıştırıldığında Değiştir ve Gözle ve Artan İletkenlik algoritmalarının ulaştığı seviyeler arasında bir güç seviyesine ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maksimum güç noktası takibi, Değiştir ve Gözle ve Artan İletkenlik, gerçek zaman.

Abstract: Photovoltaic cells made up of semiconductors which was once used just in space researches have become widespread in daily life due to diminishing costs and shrinking sizes. The efficiency of photovoltaic cells that generate electricity from solar energy is affected by external factors such as temperature and dust. This makes it required that the energy generated by these systems to be stored in batteries and transferred to the system with minimum loss. Maximum Power Point Tracking methods are mathematical algorithms that have emerged in order to reach this goal rather than mechanical systems that can change the angle of incidence. The most preferred methods attempt to approach to maximum power point by iterative loops although there exist a lot of distinctive methods. In this study, the most commonly used two methods, Perturb and Observe Method and Incremental Conductance Method have been compared with each other according to the power acquired based on real-time experiments and an algorithm that chooses the method that gives more energy has been developed. This algorithm has been compared with another algorithm developed from the previous literature. The algorithm developed for this algorithm has reached a power level between levels that Perturb and Observe and Incremental Conductance Algorithms have reached when run separately as expected.

Keywords: MPPT, Perturb and observe, Incremental conductance, real-time.

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): kubilaytasdelen@isparta.edu.tr

1. Giriş

Kurulum maliyeti yüksek ancak kullanımı kolay ve sınırsız enerji kaynağı olan güneşten elektrik üretimi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Evlerin ufak tefek ihtiyaçları için bu kaynaktan faydalanılabildiği gibi soğuk hava depolarının devasa enerji maliyetlerini düşürmek için geliştirilen önemli projeler de bulunmaktadır.

Atmosferik koşulların değişmesi bu enerji kaynağının sağladığı verimi düşürebilmekte, sistemin gerektirdiği enerji arzı bazı durumlarda sağlanamamaktadır. Bu durum depolama ünitelerinin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Bununla birlikte depolama ünitesi kullanılsa bile PV sistemin ışınım şiddetinin yeterli olduğu durumda en verimli şekilde çalışması şarttır. MPPT elektronik devreler yardımıyla PV (fotovoltaik) panellerinin üretebileceği en yüksek gücü üretmesine imkân sağlayan bir sistem olarak tanımlanabilir (Çalışkan, 2011). Temel amacı PV panelden en yüksek gücü aktarmak olan bu yöntemler (Dandoussou, 2017) ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Morning ve Pols (2012) ile Rajani ve Panda (2014) tarafından yapılan çalışmada değiştir ve gözle yöntemi ile artan iletkenlik yöntemleri simülasyon ortamında değişken koşullar açısından karşılaştırılmıştır. Al Mansur ve Islam (2013), Değiştir ve Gözle Yöntemi üzerinde çalışmışlardır. Güneş hücrelerinin doğrusal olmayan akım-gerilim ilişkisi, panellerin enerji dönüşüm etkinliğinin düşük olması ve çıkış gücünün ışık şiddetine ve ortam sıcaklığına bağlı olması sebebiyle, çıkış gücünün en üst düzeyde elde edilebilmesi her zaman ilgi konusu olmuştur. Aynı zamanda kaynak ve yük arası uyumsuzluk sebebiyle önemli bir güç kaybı yaşanmaktadır. Bu sebeple algoritma adım büyüklüğünün sürekli değiştirildiği bir sistem tasarlamışlardır. Isaloo ve Amiri (2016) ise artan iletkenlik yöntemi üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada klasik yöntem yerine akım verisini kullanarak algoritma adım büyüklüğünü (step size) sürekli olarak ayarlayan bir yöntem denemişlerdir. Yapılan simülasyonların sonuçlarına göre yaklaşma hızı ve algoritma etkinliğinde gelişme dikkat çekmiştir.

Bu çalışmada 20 W'lık bir PV panelden Değiştir ve Gözle ile Artan İletkenlik yöntemleri kullanılarak en yüksek güç değeri elde edilmeye çalışılmıştır. Bir algoritma geliştirilerek Değiştir ve Gözle ile Artan İletkenlik yöntemleri sağladıkları maksimum güç değerleri bakımından gerçek zamanlı olarak karşılaştırılmış ve en yüksek güç değerine ulaşan yöntemle sistemin çalışması sağlanarak sistemin sürekli olarak en yüksek güç değerinde çalışması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. MPPT

Işınım şiddeti değiştiğinde güneş panelleri maksimum güç noktasından uzaklaşmaktadır (Kumar, 2013). Maksimum Güç Noktası Takibi(MPPT) güneş panellerinin sisteme sağladığı akım ve gerilim değerlerini kontrol ederek panellerden en yüksek seviyede yararlanmayı sağlayan elektronik bir sistem olarak tanımlanabilir. Fotovoltaik panellerin maksimum güç noktası; ışık şiddeti, sıcaklık, güneş ışığının geliş açısı, panellerin yaşı ve panel yüzeyinin kirliliği gibi pek çok değişkenin etkisi altındadır. Dolayısıyla güneş panellerinin maksimum güç seviyeleri gün içerisinde ortam koşullarına göre önemli farklılıklar gösterebilir. Maksimum güç noktası takibi özetle güneş panelinin akım ve gerilimini sistemden alır ve panelden elde edilecek güç en üst seviyede olacak şekilde işlem yapar. Maksimum Güç Takibi Algoritmaları kullanılan DA-DA dönüştürücü devredeki görev döngüsünü (duty cycle) ayarlayarak güneş panellerinin direncini çeviricinin empedansı ile eşleştirerek maksimum güç

transferini gerçekleştirmeye çalışır. Bu çalışmanın uygulama kısmında yararlanılan SEPIC Çevirici devresinin empedans eşitleme denklemi aşağıda verilmektedir.

$$R_{in} = \frac{v_{in}}{I_{in}} = \left(\frac{1-D}{D}\right)^2 \frac{v_0}{I_0} = \left(\frac{1-D}{D}\right)^2 R_0 \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemde panel tarafından görülen direnç olan R_{in} değerinin R_0 yük direnci değeri hiç değiştirilmeden sadece D , görev döngüsü, değeri değiştirilerek ayarlanabileceği görülmektedir.

2.2. MPPT yöntemleri

Fotovoltaik panellerinin maksimum güç noktaları gün içerisinde değişkenlik gösterebilmektedir. Bu problemi çözmek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Rathod, vd., 2014). Temel amacı fotovolatik panelden en yüksek gücü aktarmak olan bu yöntemler (Dandoussou, 2017) dolaylı ve doğrudan yöntemler olmak üzere 2 temel gruba ayrılmaktadır.

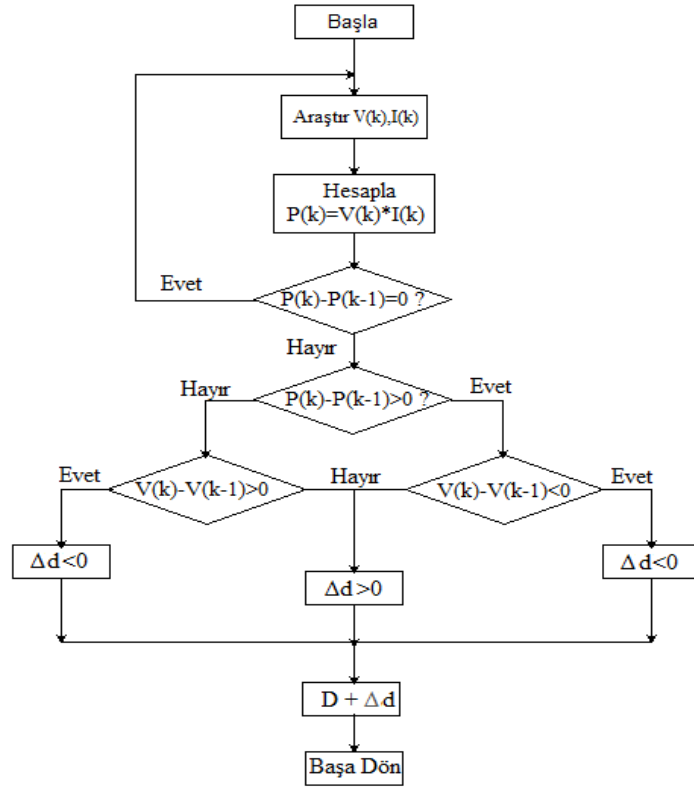
Dolaylı denetim tekniklerinde akım, gerilim, sıcaklık gibi panel çıkış gücünü etkileyebilecek veriler sürekli denetlenmezler. Dolaylı yöntemlerde PV üreticinin maksimum güçte çalışma noktası, akım, gerilim ve radyasyon değerlerinin ölçülmesi ya da deneysel verileri kullanarak nümerik yaklaşımlar veya matematiksel ifadelerle tahmin edilir.

Doğrudan denetim tekniklerinde ise panel çıkış gücü sürekli olarak denetlenerek önceki güç değeri ile karşılaştırılır ve sistem en ideal koşullarda çalışmaya zorlanır. Bu yöntemlerin sağladığı en büyük avantaj, PV üreticinin gerilimi ve akımını sürekli ölçerek o anki çalışma koşullarında PV yapıdan mevcut maksimum gücü elde ediyor olabilmeleridir. Dolayısıyla bu yöntemler her ışınım ve sıcaklık değeri için uygundur (Salas vd.,2006).

Yukarıda da bahsedildiği üzere çok sayıda MPPT yöntemi olmasına karşın yapılan çalışmanın uygulama kısmında kullanılan Değiştir ve Gözle ile Artan İletkenlik yöntemleri üzerinde durulacaktır.

2.2.1 Değiştir ve gözle yöntemi

En yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemde maksimum güç noktasına ulaşmak için yinelemelerden yararlanır. Bu yöntemde panelin akım ve gerilim değerleri sürekli okunarak anlık güç değeri hesaplanır. Çevirici ile panelin gerilimi küçük bir oranda değiştirilir ve ilk duruma göre güç değişimi hesaplanır. Eğer bu değişim pozitif yönde ise maksimum güç noktasına yaklaşıldığı negatif ise uzaklaşıldığı düşünülür ve sonraki değişim de maksimum güç noktasına yaklaşıldığı yönde yapılır.



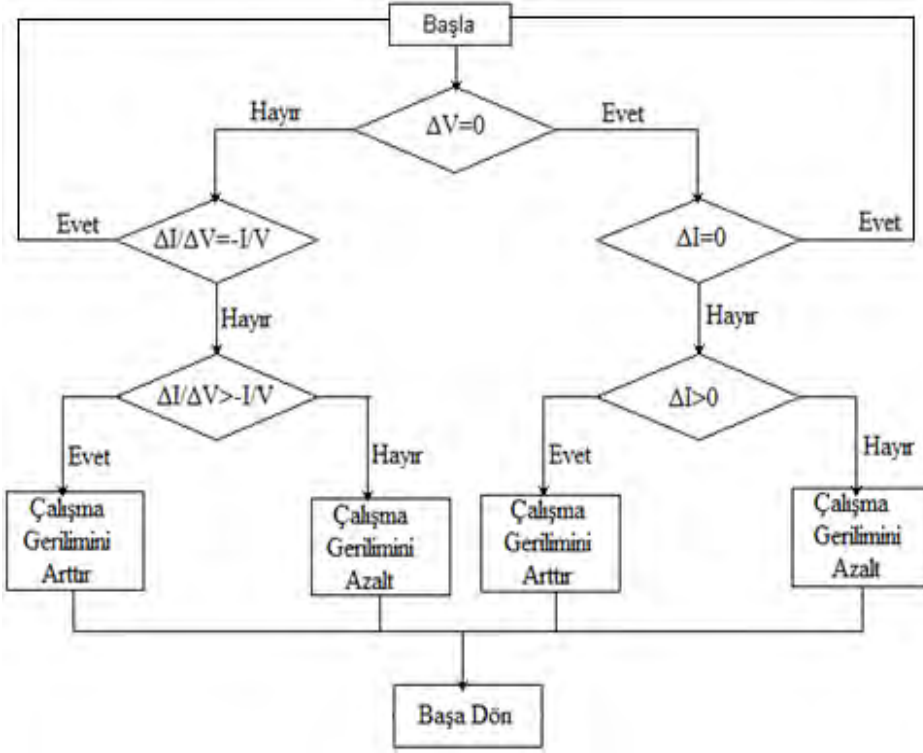
Şekil 1. Değiştir ve Gözle Yöntemi Karar Şeması(Keskin vd., 2014)

Bu yöntemde maksimum güç noktasının elde edilip edilmediği tam anlamıyla kontrol edilmemektedir. Diğer bir deyişle çalışma noktası maksimum güç noktasının etrafında hareket eder. Işık şiddeti ve sıcaklık gibi önemli dış etkenlerin sabit olduğu durumlarda ise zaman ve enerjide kayıplara sebep olmaktadır. Değişen dış etkenler de aynı zamanda bu algoritmada bazı problemlere yol açmaktadır.

Kısaca özetlemek gerekirse, panelden akım ve gerilim verisi alınır. Anlık güç değeri hesaplanır ve anlık gerilim değeri ile birlikte kaydedilir. Aynı veriler tekrar sistemden çekilir ve anlık güç verisi tekrar hesaplanır.

2.2.2. Artan iletkenlik yöntemi

Değiştir ve Gözle algoritmasına göre daha gelişmiş bir algoritmaya sahiptir. Ancak kontrol bakımından daha zordur. Artan iletkenlik yönteminde maksimum güç takibi, PV panelden anlık alınan akım ve gerilim artışlarına göre Şekil 2’ de gösterildiği gibi PV yapının iletkenliğinin gözlenmesi temeline dayanır. Algoritmanın ana fikri maksimum güç noktasında gücün gerilime göre türevinin sıfır olmasıdır.



Şekil 2. Artan İletkenlik Yöntemi Karar Şeması(Keskin vd., 2014)

Bu algoritmada öncelikle anlık gerilim ve akım değerleri okunur. Bu değerler önceki akım ve gerilim değerleri ile karşılaştırılarak dI (akımdaki değişim) ve dV (gerilimdeki değişim) değerleri hesaplanarak anlık iletkenlik değerine ulaşılır. Maksimum güç noktasının solunda kalınıyorsa gerilim arttırılacak yönde, sağında kalınıyorsa gerilim azaltılacak yönde hareket edilir. Maksimum güç noktasında bulunuluyorsa gerilim sabit tutulur.

$$\frac{dP}{dV} = \frac{d(V.I)}{dV} = I \cdot \frac{d(V)}{dV} + V \cdot \frac{d(I)}{dV} = I + V \cdot \frac{d(I)}{dV} = 0 \quad (2)$$

$$-\frac{I}{V} = \frac{d(I)}{dV} \quad (3)$$

Bu eşitlikte sol taraf anlık iletkenliği temsil ederken sağ taraf da artan iletkenliği temsil eder. Dolayısıyla bu algoritmada 3 koşul bulunmaktadır.

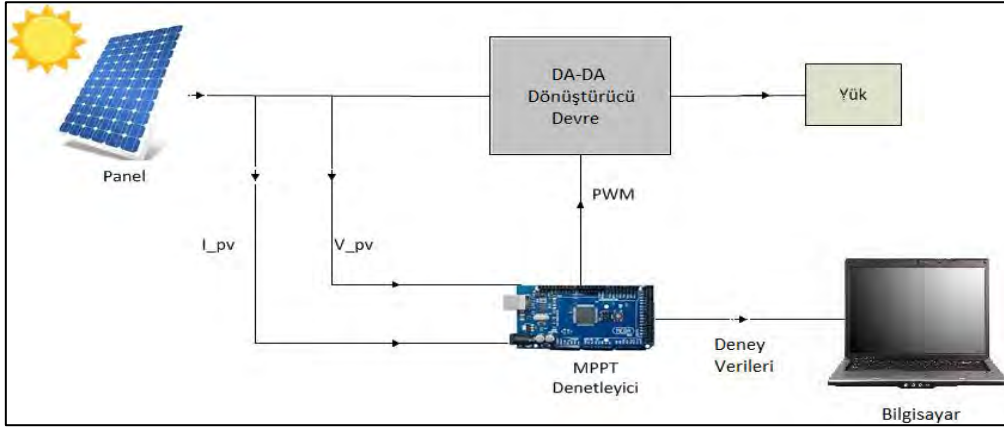
$$-\frac{I}{V} = \frac{d(I)}{dV} \quad \text{Maksimum güç noktasında} \quad (4)$$

$$-\frac{I}{V} < \frac{d(I)}{dV} \quad \text{Maksimum güç noktasının solunda} \quad (5)$$

$$-\frac{I}{V} > \frac{d(I)}{dV} \quad \text{Maksimum güç noktasının sağında} \quad (6)$$

3. Bulgular

Bu çalışmada açık devre gerilim değeri 18,18 V ve kısa devre akım değeri 1,2 A olan 20 W'lık bir güneş panelinden elde edilen güç ile çeşitli MPPT yöntemleri kullanılarak en yüksek güç değeri elde edilmeye çalışılmıştır. Sistemde denetleyici olarak Arduino Mega 2560 kullanılmıştır. DA-DA dönüştürücü olarak ise hem giriş gerilimini yükseltme hem de alçaltma vazifesi yapabilen SEPIC dönüştürücüden faydalanılmıştır. Kurulan devre parametreleri Çizelge 1'de verilmektedir. Elde edilen deney verileri deneyde kullanılan bilgisayara aktararak kaydedilmiştir. Deneylerin benzer koşullarda yapılabilmesi için deney saati olarak 12:00 ile 13:00 saatleri arası seçilmiştir. Ayrıca elde edilen güç değerini etkileyen en önemli değişkenler olan ışınım değeri ile sıcaklık değerleri de ölçülerek kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3. Kurulan Sistemin Şematik Gösterimi

Çizelge 1. Devre Parametreleri

Parametre	İsim	Değer
P_{max}	Maksimum Güç	20 W
V_{mpp}	Maksimum Güç Gerilimi	18.18 V
I_{mpp}	Maksimum Güç Akımı	1.1 A
V_{oc}	Açık Devre Gerilimi	22.14 V
I_{sc}	Kısa Devre Akımı	1.2 A
L	Bobin Değeri	330 μ H
C	Kapasite	220 μ F
f	Sistem Frekansı	62.5 kHz

İlk olarak Değişir ve Gözle Yöntemi ve Artan İletkenlik Yöntemi ayrı ayrı çalıştırılarak 2 aşamadan oluşan bir algoritma yardımıyla karşılaştırılmışlardır. Maksimum güç noktasına ulaşma süresinin kısaltılması ve maksimum güç noktası etrafında meydana gelen dalgalanmaların en aza indirgenmesi temel kriterler olmuştur.

Çizelge 2. Değiştir ve Gözle Yöntemi ile Artan İletkenlik Yöntemleri Kullanılarak Yapılan Deneylere Ait Güç Değerleri

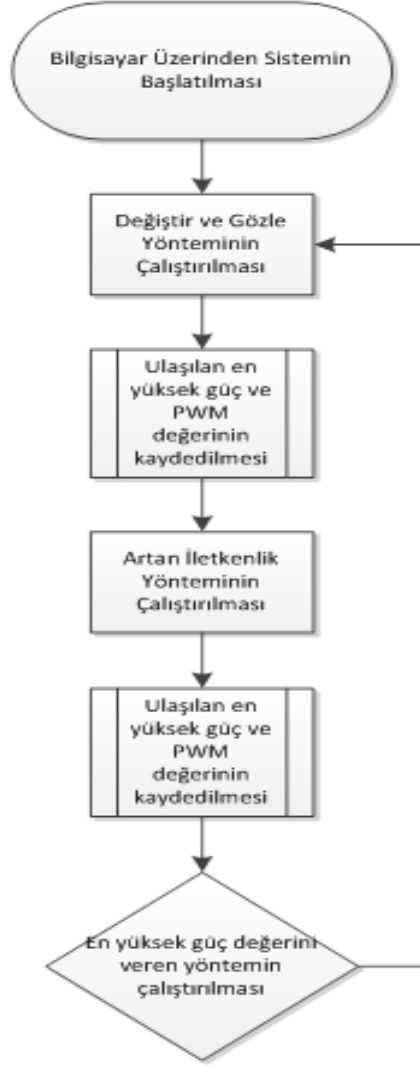
	Ortalama Güç (Watt)	Maksimum Güç (Watt)
Değiştir ve Gözle Yöntemi	12,96	14,07
Artan İletkenlik Yöntemi	12,53	14,26

Yukarıdaki çizelgede saat 12:00 ile 13:00 arasında yapılan deneylere ait güç değerleri görülmektedir. İki yöntem arasındaki güç farkının oldukça az olduğu dikkat çekmektedir. Çizelge 3 deneylerin yapıldığı sıradaki ortamın ortalama ışıınım değeri ve sıcaklık değerini göstermektedir.

Çizelge 3. Değiştir ve Gözle ile Artan İletkenlik Yöntemleriyle yapılan deneylerde ölçülen ortalama ışıınım ve sıcaklık değerleri

	Ortalama Işıınım Değeri (W/m²)	Ortalama Sıcaklık (Celsius)
Değiştir ve Gözle Yöntemi	1172,38	41,38
Artan İletkenlik Yöntemi	1169,53	42,61

Sonraki aşamada iki yöntemin bir algoritma dâhilinde karşılaştırılması tasarlanmıştır. 2 sayfaya ayrılan bu algoritmada sırayla iki yöntemin koşturulması sağlanmış ve ulaştıkları en yüksek güç değeri söz konusu değere ulaşılan PWM değeri ile beraber kaydedilmiştir. İkinci safhada ise her iki yöntem koşturulduktan sonra en yüksek değeri veren yöntem o değere ulaşılan PWM değerinden sonra koşturulmaya devam edilmiştir. Tasarlanan algoritmanın akış şeması Şekil 4'te görülmektedir.

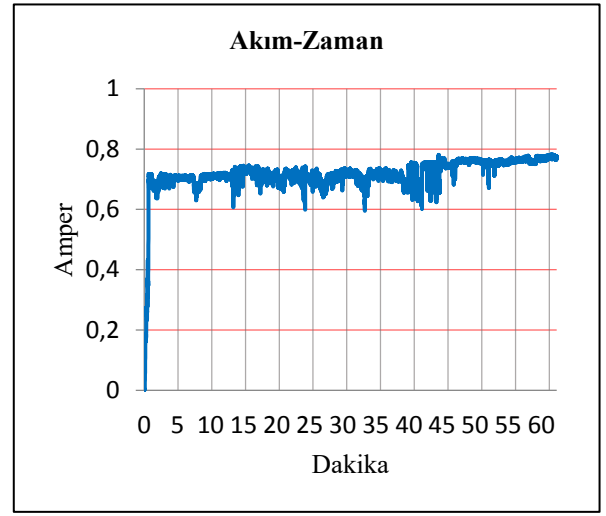
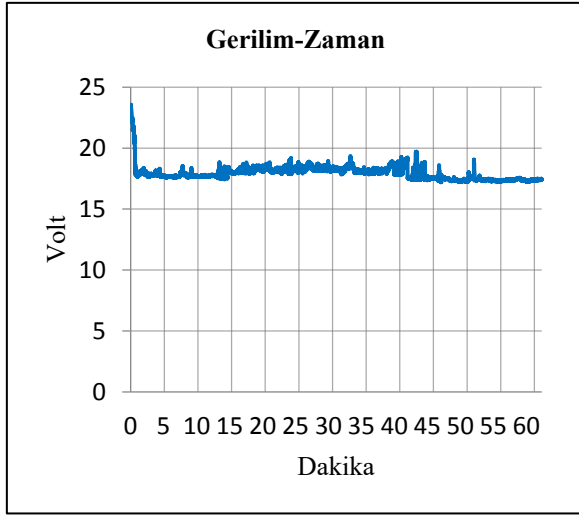
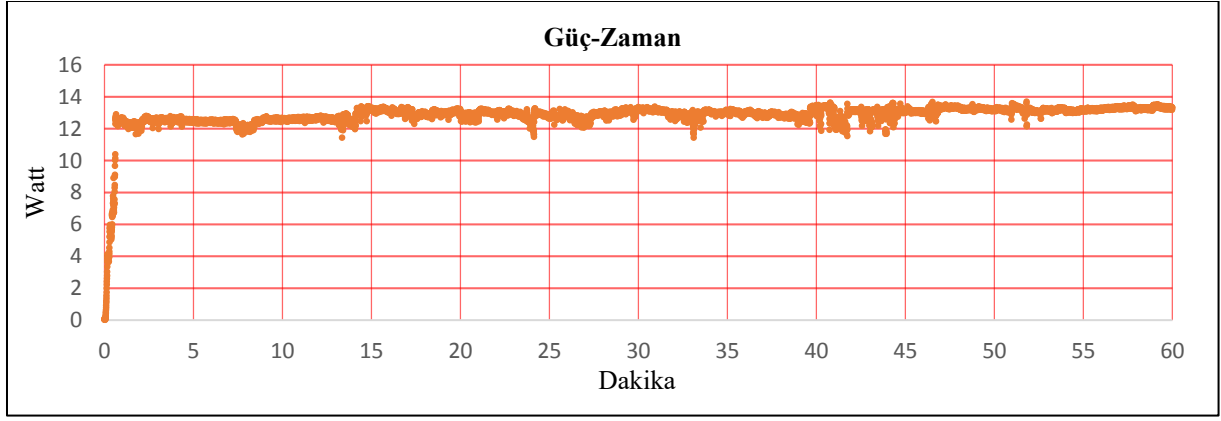


Şekil 4. Tasarlanan Algoritmanın Akış Şeması

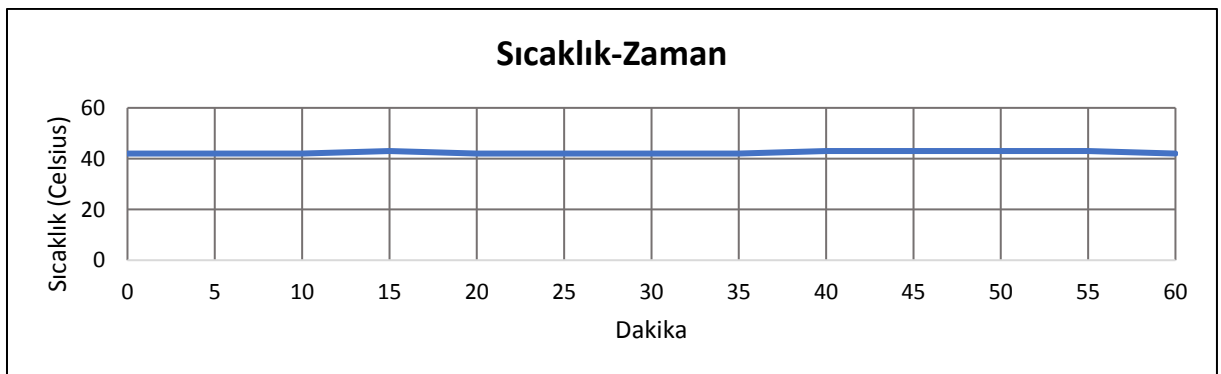
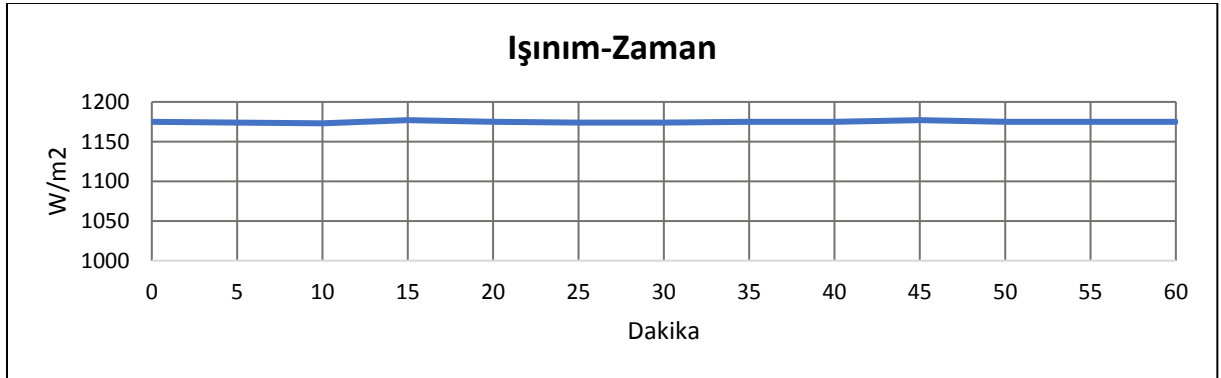
Yapılan deneylerde belirlenen bir süre dahilinde ilk olarak maksimum güç noktasının aranması sağlanmış, elde edilen maksimum güç değeri, bu değer elde edildiği PWM değeri ile birlikte kaydedilerek, sistemin belirlenen maksimum güç değerinden çalışmaya devam etmesi sağlanmıştır.

2 yöntemin peş peşe koşturulduğu algoritmaya ait Güç-PWM Dağılım grafiği incelendiğinde yüksek güç değerlerine yüksek PWM değerlerinde ulaşıldığı anlaşılmıştır. Bu değerlere ulaşıldıktan sonra sistem aynı güç değerinde ve dolayısıyla aynı PWM değerinde kalmamakta ve salınım yapmaya devam etmektedir.

İlgili algoritma uygulanarak yapılan deneyde elde edilen ortalama güç 12,84 W olarak gerçekleşmiştir. Ölçülen ortalama ışınlam değeri 1174,92 W/m² olurken, ortalama sıcaklık değeri 42,38 °C olarak ölçülmüştür. Şekil 5'te tasarlanan algoritmayla yapılan deneyde elde edilen Güç-Zaman, Gerilim-Zaman ve Akım-Zaman grafikleri, Şekil 6'da ise deneyin yapıldığı ortamda ölçülen Işınım-Zaman ve Sıcaklık-Zaman grafikleri görülmektedir.

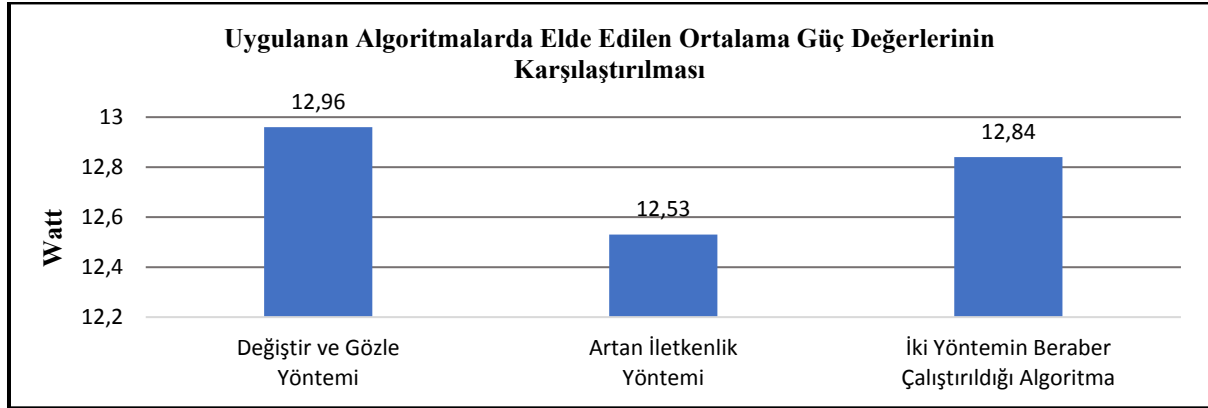


Şekil 5. Geliştirilen algoritmaya ait güç-zaman, gerilim-zaman ve akım-zaman grafikleri



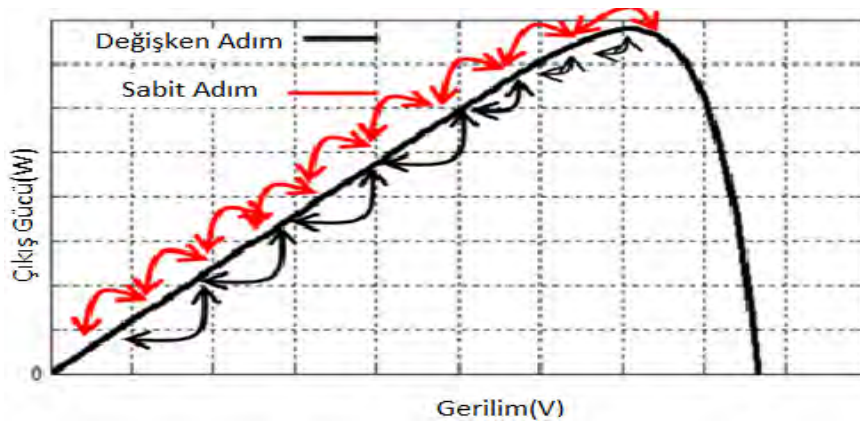
Şekil 6. Geliştirilen algoritmayla yapılan deneydeki ışınım ve sıcaklık grafikleri

Çizelge 4. Sabit Adım Büyüklüğüne Sahip Algoritmaların Elde Edilen Ortalama Güç Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



Işınım değeri ve sıcaklık gibi güneş panelinin ürettiği gücü etkileyebilecek koşulların sabit olduğu bir ortamda Güç-Gerilim grafiği dikkate alındığında maksimum güç noktasının solunda Güç-Voltaj eğimi (dP/dV) pozitif, sağında ise negatiftir. Tepe noktası etrafında salınım yapan bir sistemin Güç-Voltaj eğimi (dP/dV) pozitif ve negatif değerler arasında hareket etmelidir. Bu şekilde hareket eden bir algoritma Maksimum Güç Noktasına (MPP) yaklaştıkça adım büyüklüğü (step size) ve dolayısıyla salınım değeri düşer.

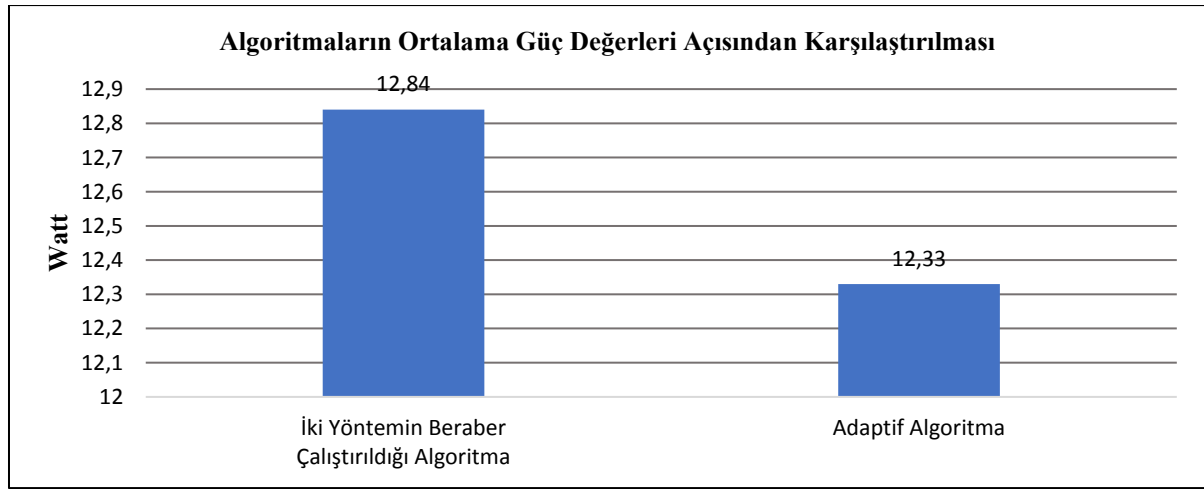
Önceki algoritmadan farklı olarak son aşamada kullanılan adaptif algoritmada hem Değiştir ve Gözle Yöntemi hem de Artan İletkenlik Yöntemi için sistemden gelen veriye göre adım büyüklüğünü değiştiren algoritmalar uygulanmıştır. Değiştir ve Gözle yönteminde uygulanan algoritma Al Mansur ve Islam (2013), tarafından önerilmiştir. Bu algoritmaya göre adım büyüklüğü dP/dV değerine göre değişiklik göstermektedir. Bu eğim değerinin algoritmaya katkısı Maksimum Güç Noktası etrafında eğim değerinin 0'a yaklaşması sırasında ortaya çıkmaktadır. Maksimum Güç Noktasına yaklaşıldıkça adım büyüklüğü küçülmekte ve salınımların da küçülmesi beklenmektedir. Şekil 4'te sabit ve değişken adım büyüklükleri şematik olarak görülebilmektedir.



Şekil 7. Adaptif Algoritma ile Tepe Noktasına Yaklaştıkça Adım Büyüklüğünün Küçültülmesi(Loukriz vd, 2016)

Artan iletkenlik yönteminde de adaptif bir algoritma uygulanmıştır. Isaloo ve Amiri (2016), tarafından yapılan çalışmada Değiştir ve Gözle Yönteminde olduğu gibi dP/dV değeri kullanılmış ve Artan İletkenlik Yönteminde kullanılan akım verisi hesaplamaya dahil edilmiştir. Buradaki amaç akım verisinin ışık şiddetiyle olan ilişkisinin kullanılarak salınımların azaltıldığı bir algoritma elde etme isteğidir. Adaptif algoritma kullanılarak yapılan deneyde ortalama güç 12,33 W olarak ölçülmüştür. Deney yapıldığı sırada ölçülen ortalama ışınım değeri 1168,92 W/m² ortalama sıcaklık değeri ise 42,92 °C'dir. Çizelge 5'te tasarlanan algoritmaların sağladığı ortalama güç değerleri görülmektedir.

Çizelge 5. Çalışmada Uygulanan Algoritmaların Ortalama Güç Değerleri Bakımından Karşılaştırılması



4. Tartışma ve Sonuçlar

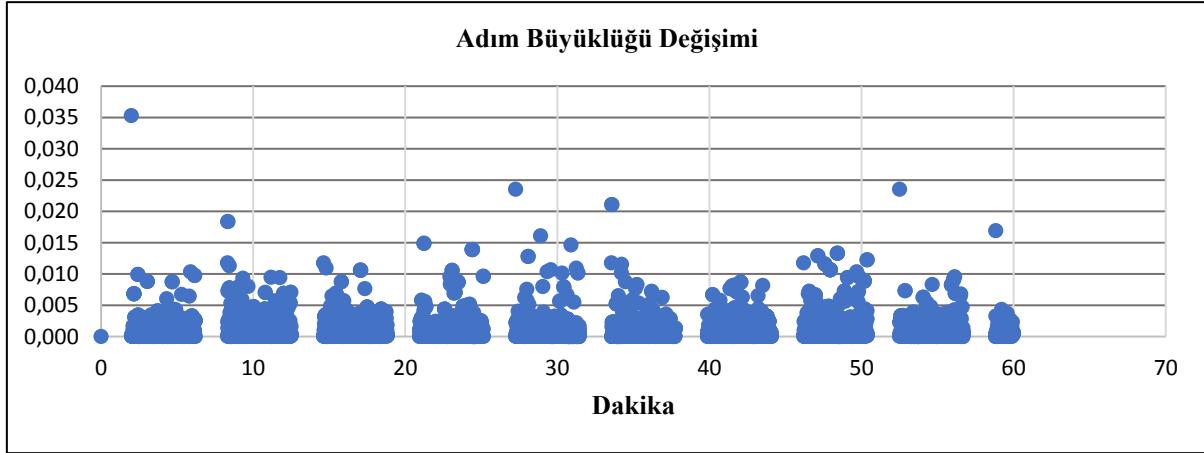
Yapılan bu çalışmada en çok faydalanılan Maksimum Güç Noktası Takibi(MPPT) yöntemleri olan Değiştir ve Gözle Yöntemi ile Artan İletkenlik Yöntemleri sağladıkları ortalama güç değeri açısından karşılaştırılmıştır. İlk aşamada bu yöntemler ayrı ayrı koşturulmuş ancak birbirlerinden belirli bir farklılık göstermedikleri belirlenmiştir. Sonraki aşamada ise dinamik olarak peş peşe koşturularak en yüksek güç değerini veren yöntemin seçilerek koşturulduğu algoritmalar denenmiştir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen verilerden çıkarılan sonuca göre Değiştir ve Gözle ile Artan İletkenlik Yöntemleri arasında sağlanan güç açısından önemli bir fark bulunmadığı anlaşılmıştır.

İki yöntemin ayrı ayrı çalıştırılmasına dayalı algoritmada elde edilen değer de beklendiği gibi Değiştir ve Gözle ile Artan İletkenlik yöntemlerinden elde edilen değere yakındır. Işınım şiddeti ve sıcaklık gibi dış etkenlerin elde edilen güç üzerinde önemli etkileri olduğu deney sonuçlarından anlaşılmaktadır. Literatürden elde edilen verilerle karşılaştırıldığında adaptif algoritmada elde edilen ortalama güç değeri beklentilerin altında kalmıştır. Bu durumun ortam koşullarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Ancak adaptif algoritmanın tercih sebeplerinden birisi adım büyüklüğünün maksimum güç noktasına yaklaşılırken küçültülmesi ve bu sayede maksimum güç noktası etrafında salınımın azaltılmasıdır. Çizelge 6'da seçim aşamalarından arındırılmış adım büyüklüğü verisi görülmektedir. Bu şekilden de anlaşıldığı

üzere adım büyüklüğü değişimi genel itibarı ile %0,5'in altında gerçekleşmiş, adaptif algoritma salınımının azaltılması noktasında beklenen performansı göstermiştir.

Çizelge 6. Adaptif Algoritmanın Adım Büyüklüğü Değişimi



Kaynaklar

Al Mansur, A., Islam, K. (2013). Combined Constant Voltage and Perturb and Observe Method Based Algorithm for Fast and Efficient Maximum Power Point Tracking Using Buck-Boost Converter. *Green University Review*, 4, 36-43.

Çalışkan, E. (2011). Fotovoltaik Sistemler için DSP Temelli Güneş Çeviricisi Tasarımı ve Uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)

Dandoussou, A. (2017). Comparative study of the reliability of MPPT algorithms for the crystalline silicon photovoltaic modules in variable weather conditions. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*, 4, 213–224.

Isaloo, B., Amiri, P. (2016). Improved Variable Step Size Incremental Conductance MPPT Method with High Convergence Speed for PV Systems. *Journal of Engineering Science and Technology*, 11(4), 516-528.

Keskin, Y., Başoğlu, M., Tekdemir, İ., Çakır, B. (2014). Fotovoltaik Sistemlerde Değiştir Gözle ve Artan İletkenlik Algoritmalarının Karşılaştırılması. *Eleco 2014 Elektrik – Elektronik – Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu*, Kasım 27-29, Bursa, 91-95.

Kumar, Ch. K., Dinesh, T., Kumar, S.G. (2013). Design and modelling of PV system and different MPPT algorithms. *Int. J. Eng. Trends Technol.* 4 (September 9).

Loukriz, A., Haddadi, M., Messalti, S. (2016). Simulation and experimental design of a new advanced variable step size Incremental Conductance MPPT Algorithm for PV Systems. *ISA Transactions*, 62, 30-38.

Moring, S. & Pols, A. (2012). Maximum Power Point Tracking: Algorithm and Software Development. (Bitirme Tezi, Delft University of Technology)

Rajani, S., Pandja, V. (2015). Simulation and Comparison of perturb and observe and incremental conductance MPPT algorithms for solar energy system connected to grid. *Sadhana*, 40(1), 139-153. <https://doi.org/10.1007/s12046-014-0312-z>

Rathod, G., Gorawar, M., Revankar, P.P., Tewari, P.G. (2014). Matlab based comparative studies on selected mppt algorithms for SPS system. *Int. J.Res. Eng. Technol.* 03 (July (07)) (eISSN: 2319-1163, pISSN: 2321-7308).

Salas, V., Ol'as, E., Barrado, A., La'zaro, A. (2006). Review of the maximum power point tracking algorithms for stand-alone photovoltaic systems. *Solar Energy Materials & Solar Cells* 90, 1555-1578.

Reuse of Rose Oil Industry Wastewater as Source of Natural Dyes in Cotton Dyeing

İrem Oğurlu¹, Mustafa Karaboyacı^{2*}

Abstract: Some chemical compounds used in the production of synthetic dyes were found to be carcinogenic and allergenic. As a result of the increasing tendency of people towards environmental awareness and healthy life, the use of organic products in the textile sector has attracted great interest and the concept of 'environment-friendly textiles' is becoming increasingly important. Many unnatural dyes and textile auxiliary chemicals are used in textile dyeing processes. Considering the harm caused by synthetic dyes to the environment, the importance of natural dyes is understood and the need to be used arises. It is possible to say that natural dyes which are not toxic and easily obtainable with the environment-friendly concept have the capacity to replace synthetic dyes in this sense.

In this study, cotton yarns were dyed with rose oil industry wastewater as natural dye source. Liquor ratio in dyeing process is 1:10, and the FeSO₄ used as mordant. Dyestuff, cationization agent and mordant optimization were performed. The resulting color range is gray, beige and light brown.

Keywords: Natural dyes, rose oil industry, wastewater, cotton

1. Introduction

The interest in healthy, environmentally friendly and organic products is increasing day by day. Textile industry wastes cause a lot of harm to the environment and the products produced with textile auxiliary chemicals cause health problems such as skin irritation and allergen reaction for the users and users working in the production. Because of these problems, the textile sector has been in search of a substitute for synthetic dyes and auxiliary chemicals.

The most preferred species in rose oil production is *Rosa Damascena* or Isparta Rose, which has an intense smell and layers of leaves. *Rosa Damascena* is harvested only once a year between the end of April and early June, depending on the season and conditions. It is a special rose which grows in only a few places in the world. While the rose flower is processed, three times as much water as the rose flower is put into the vessel. This ratio is usually 1.5 m³ of water against 500 kg rose flowers. Therefore, the average annual required water for rose flower is 36000 m³ in Isparta. The two third of the water is discharged to environment as wastewater measured 21000 m³ during only 45 days in a year. (Avşar et al. 2005).

¹ Süleyman Demirel University, Chemical Engineering Department, Isparta, Turkey

² Süleyman Demirel University, Chemical Engineering Department, Isparta, Turkey

* Corresponding author mustafakaraboyaci@sdu.edu.tr

That is, 21000 m³ natural dye containing waste water is produced every year. In this study, the usability of this 21000 m³ waste water as a natural dyestuff source was investigated. In recent years, the use of vegetable waste as a source to obtain natural dyestuffs is a popular topic that has been worked by different research groups. These studies includes the color pigments contained in these plant wastes, and the color range obtained depending on this, variation according to geographical differences, the type of used metallic mordants , the mordanting method and the type of dyed textile fiber (Bechtold et al 2006, Ismal, O. 2013, Kayahan et al 2016).

The main idea emphasized in these studies is that vegetable wastes contain a significant amount of natural dyes and that such wastes can be used as a source for dyes to be used in textile dyeing.

In this study, dyeing of cotton yarns was performed by using rose industry wastewater as natural dyestuff source. The use of waste reduces process costs, and the fact that no agricultural area will be occupied to grow dye plants is seen as an additional advantage in terms of waste ecology and declining agricultural areas worldwide.

2. Material and Method

As previously described, the rose oil industry waste water was used as a source of natural dyes. Unbleached cotton yarn was used as a textile substrate and Zetesal 2000 is used as cationizing agent. It is conformity with Oeko-Tex Standard 100 and GOTS approved. FeSO₄ is used ad mordant for all dyeing procedures.

2.1. Determination of the optimum amount of cationization agent

Cationization process is a process that is applied to cellulosic fibers in an aqueous medium to convert the amphoteric of anionic character of cellulosic fibers to the cationic. Cationization agent was applied to the cotton fabric with exhaust process with the ratio of % 1-3-5-7 by weight of dry yarn. It is carried out for 20 minutes at 40 - 50°C by arranging the pH with acetic acid range of 5 to 6. 1 g/L nonionic wetting agent was added to the bath. After the process samples were rinsed and dried.

Yarns treated with different amounts of cationizer were dyed with rose dyestuff at a rate of 5% of the yarn weight. In the experimental studies, liquor ratio is 1:10 and dyeing process is 30 minutes at 100°C. The L a b values of the obtained colors were analyzed by spectrophotometer and the least amount of cationizing agent giving the darkest color was accepted as the optimum amount of cationizing agent.

2.2. Determination of the optimum amount of dye

In order to determine the optimum amount of dyestuff, different amounts of dye solutions (1,3,5,7%) were added to the dyebath in a fixed amount of FeSO₄ (2.5 g/L) mordant and the obtained optimum amount of cationizing agent. Dyeing process is 30 minutes at 100°C at 1:10 liquor ratio. The dyed samples were analyzed with CIE-Lab color space and L *, a * and b * values were used to choose optimum dye amount. The minimum amount of dyestuff which gives the darkest color was accepted as the optimum dyestuff amount.

2.3. Determination of the optimum amount of mordant

In order to determine the optimum amount of mordant, dyeing were performed with different amounts of mordant (1, 2, 3, 4, 5 g/L) by using the optimum cationizing agent and optimum dyestuffs amount obtained from the above experiments. CIE-Lab values were used to choose optimum mordant amount. The minimum amount of mordant which gives the darkest color was accepted as the optimum mordant amount.

3. Results

Table 1 shows the CIE L a b results of the dyeings performed to determine the optimum amount of cationization agent. As seen from table 1 the darkest color was obtained with %5 cationizing agent amount.

Table 1. CIE L a b values of dyeing with different amount of cationizing agent

% Cationizing agent	L	a*	b*
%1 Zetasal	62.8	3.27	3.72
%3 Zetasal	65.43	3.64	6.35
%5 Zetasal	33.78	4.79	9.85
%7 Zetasal	59.83	5.02	8.58

Table 2 shows the CIE L a b results of the dyeings performed to determine the optimum amount of dyestuff. Table shows us that the darkest color was obtained with using %7 rose industry waste water as dyestuff.

Table 2. CIE L a b values of dyeing with different amount of dyestuff

% Dyestuff	L	a*	b*
%1	70.34	5.48	13.03
%3	66.04	5.28	11.56
%5	60.52	4,82	6.63
%7	54.06	4.24	4.31
%9	61,06	4.15	7.02

Table 3 shows the CIE L a b results of the dyeings performed to determine the optimum amount of mordant. As seen from the table 2 g/L is enough amount for to obtain darkest color. It is seen that the addition of more metal salts has no effect on the color darkness.

Table 3. CIE L a b values of dyeing with different amount of mordant

Mordant g/L	L	a*	b*
1g/L FeSO ₄	54.57	4.14	2.19
2g/L FeSO ₄	52.93	4.87	3.22
3g/L FeSO ₄	59.13	5.16	7.18
4g/L FeSO ₄	56.53	4.77	5.21
5g/L FeSO ₄	57.79	4.53	3.68

4. Discussion and Conclusions

In this study, usability of wastewater of rose industry as natural dyestuff was investigated. In order to determine the optimum values, different doses were tried for each chemical and the minimum chemical amount giving the darkest color was accepted as the optimum amount. Color measurement of the dyed samples was done with High Quality Colorimeter NH 310. Color measurements were made according to CIE LAB system. In the L*, a*, b* system. L

* value represents, whiteness-darkness (L= 100 is white and L= 0 is black) coordinate; a * value, red-green (+a is red and – a is green) coordinate; b * means the blue-yellow (+b is yellow and –b is blue) coordinate.

Table 4 represent the optimum process parameter for using rose industry waste water as dyestuff resource. Results shows that rose industry waste water can be used as a dyestuff. This useless waste water has a huge amount so it is good resource for natural dyestuff for industrial applications.

Nateri (2011) used wastewater of madder natural dye for wool dyeing and he found that quality of samples dyed in reconstructed dyebath is the same as initial wool dyeing and reusing wastewater caused 19.91% cost saving.

Table 4. Process parameters for using rose industry wastewater as dyestuff

Optimum cationizing agent amount	%5
Optimum dyestuff amount	%7
Optimum mordant amount	2 g/L
Process temperature and time	100 °C 30 mins.

Sharma et al (2019) performed a study about reusing henna natural dyeing wastewater for coloration and multifunctional finishing of linen fabric. They reported that the best advantage of their finding is reduction in requirement of fresh water in dyeing and they find a sustainable way of natural dyeing of linen with henna extract.

This kind of studies shows that natural dyes can be used for dyeing textiles at industrial scale. But many researchers uses toxic heavy metals as mordant. There is not enough studied about that natural dyes environmental friendly or not. Handayani et al performed a case study on water usage and wastewater characteristics of batik production by natural dyes application. They found that the wastewater characteristics exceeded the Quality Standard for Textile Effluent set by The World Bank and accumulation of pollutant was found to cause adverse impact to the aquatic system in the form of eutrophication.

As this study shows, the fact that a process is based on natural materials does not mean that it will be more ecological. In order to produce more ecological, process parameters must be determined, energy and water consumption should be minimized and environmental and toxicological effects of each chemical used should be considered.

References

Avşar, Y., Kurt, U., Tosun, İ., Günay, A. (2005), "Chemical Treatability of Rose Oil Process Wastewater in Isparta", Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, 22-24 September, Antalya.

Bechtold, T., Mussak, R., Mahmud-Ali, A., Ganglberger E., Geissler S., (2006), Extraction Of Natural Dyes For Textile Dyeing From Coloured Plant Wastes Released From The Food And Beverage Industry, Journal of The Science of Food and Agriculture, 86(2), 233-242 .

Handayani, W., Kristijanto, A. I., & Hunga, A. I. R. (2018). Are natural dyes eco-friendly? A case study on water usage and wastewater characteristics of batik production by natural dyes application. Sustainable Water Resources Management, 4(4), 1011-1021.

Ismal, O. E., (2013), A route from olive oil production to natural dyeing: valorisation of prina (crude olive cake) as a novel dye source, *Coloration Technology*, Society of Dyers and Colourists, 130, 147–153.

Kayahan, E., Karaboyacı, M., Dayık, M., (2016). Bitkisel Atıklar Kullanılarak Yün, Pamuk ve Rejenere Soya Lifleri için Ekolojik Boyama. *Tekstil ve Mühendis*, 23(102). 112-125.

Sharma, A., Kadam, S., Mathur, P., & Sheikh, J. (2019). Re-using henna natural dyeing wastewater for coloration and multifunctional finishing of linen fabric. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 11, 17-22.

Shams Nateri, A. (2011). Reusing wastewater of madder natural dye for wool dyeing. *Journal of Cleaner Production*, 19(6-7), 775-781.

Pollutants of Drinking Water Sources and Basin Limit Determination Measures

Leyla Suri¹

Abstract: Water; is one of the most important sources of vital importance together with soil and air. With the development in the population and settlement areas, the need for drinking, using and irrigation water is also increasing day by day.

The fresh water on earth is only 0.03 of the total amount of water. 0.75 of the fresh water resources are in the form of glaciers and permanent snow. Due to its geographical location, our country is not in the region with direct precipitation and it is among the countries with the possibility of water shortage in the future. For this reason, the storage and protection of the rainfalls that constitute the source of fresh water is of vital importance. Growing settlements and human activities reduce water efficiency in watersheds. Basin protection plans are prepared to protect resources from pollution. Standard distance and protection zones are defined in the prepared plans. However, the water product in the basin is collected in the same reservoir from the surface or under the surface. In these areas; Planning and legislation defined by the water resources may also include elements. In other words, it is not considered scientific to define pollutant sources depending on the distance in the basin. pollutant sources; quality, density, durability, water yield is among the factors that affect. In the present embodiment, the watershed protection zone boundaries generally form the water separation line. Determining the basin side boundaries only by the water separation line is not sufficient to understand the actual feeding area of the reservoir. The slope, age, fracture and fracture of the underground layers are important in determining the basin side borders. Purpose of the study; To emphasize the importance of fresh water resources, to draw attention to pollution sources in the basins and to reveal the importance of geological structure in the basin. The subject is analyzed by natural basin system and by induction method. Plans and laws are among the effective tools for watershed protection. In order to clarify the issue, the current legislation and the plan decisions of the Istanbul Elmalı basin were examined. It has been observed that the measures to protect and sustain basins need to be detailed in the legislation. Geological structure analysis in the basins is expected to be a guide for the new plans.

Keywords; water basin, Elmalı basin, basin boundaries, geological structure in the basin

1. Giriş

Canlı hayatının devam etmesi, hava, su, toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına bağlıdır. Artan nüfusa bağlı yerleşme alanı talepleri, endüstriyel faaliyetler, doğal kaynakların kontrolsüz ve aşırı kullanılması gibi nedenler, canlı yaşamını olumsuz etkilemektedir. İnsan faaliyetleri ile ortaya çıkan çevre sorunları, bilimsel yaklaşımlarla çözümlenmesi gereken başlıca konular arasındadır.

Doğal kaynakların sürdürülebilirliği, kaynakları sürdürerek optimum yararın sağlanması, fen ve sosyal bilimler alanında çok disiplinli çalışma gerektirir. Doğal sistemler; birbiri ile

karşılıklı etkileşimi olan hassas bir dengeye sahiptir. Sistem unsurlarından herhangi birindeki değişiklik diğerlerini ve sistemin tamamını etkilemektedir. “Su”, tüm canlıların oluşması ve sürdürülmesinde temel yaşam kaynakları arasındadır. Yeryüzündeki su kaynakları 0.97 oranında tuzlu sulardan oluşmaktadır. 0.03 oranındaki tatlı suların dörtte üçü ise kalıcı kar şeklinde buz dağlarında ve kullanılır durumda değildir (Eruz, 1991). Kullanılabilir tatlı suların (mevcut su kaynaklarının 0.0075’i) dağılımı aşağıdaki gibidir (Yolcubal, 2015) .

- Yeraltı suları % 95
- Göller, nehirler % 3.5
- Toprağın nemi %1.5

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeni ile doğrudan yağış alan bölgede değildir ve gelecekte de su kıtlığı olasılığı bulunan ülkeler arasındadır. Bu nedenle tatlı su kaynağını oluşturan yağışların depolanması ve korunması hayati önem taşımaktadır. Buyuyen yerleşme alanları ve insan faaliyetleri ile ortaya çıkan kirlilik, su temin edilen havzalardaki su verimini düşürmektedir. 1970’lerde su kaynaklarının planlanması, daha çok, taşkınların önlenmesi, akarsu rejiminin düzenlenmesi amacıyla yönelik olmasına karşın, sonraki yıllarda artan çevre kirliliği, içme ve kullanma suyu elde edilen havzaların planlı geliştirilmesine yönelik gereksinimi artırmıştır. Havza koruma planları, su kaynaklarını kirlilikten korumak üzere hazırlanmaktadır. Planlar, bilimsel analizlerle hazırlanmalı, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve plan kararlarının uygulanabilirliği hedeflenmelidir. Hazırlanan planlarda koruma kusakları; standart mesafeler ile tanımlanmıştır. Ancak havzada, kısa, orta, uzun mesafedeki su ürünü, yüzeyden ya da yüzey altından hareketle aynı rezervuarda toplanmaktadır. Bu alanlarda; plan ve mevzuat ile tanımlı, su kaynağını kirletebilecek unsurlar da yer alabilmektedir. Havzada uzaklığa bağlı olarak kirletici kaynak tanımlamak bilimsel görülmemektedir. Kirletici kaynakların; niteliği, yoğunluğu ve sürekliliği, su verimine etkileri belirleyen ölçütler arasındadır. Güncel uygulamada, havza koruma alanı sınırlarını, genellikle topografyanın en yüksek tepelerinin birleştirilmesi ile belirlenen su ayırım çizgisi oluşturur. Havza yan sınırlarının sadece su ayırım çizgisi ile belirlenmesi, rezervuarın gerçek beslenme alanını anlamak için yeterli değildir. Yer altı tabakalarının eğimi, yası, kırık ve catlaklı olması havza yan sınırlarının belirlenmesinde önem taşır. Çalışmanın amacı; tatlı su kaynağının önemini vurgulamak, havzalardaki kirlilik kaynaklarına dikkat çekmek ve havzada jeolojik yapının önemini ortaya koymaktır. İstanbul Anadolu Yakası’ndaki Elmalı havzası plan kararları, örnek olarak belirlenen amaçlar doğrultusunda irdelenmiştir.

2. Materyel ve Yöntem

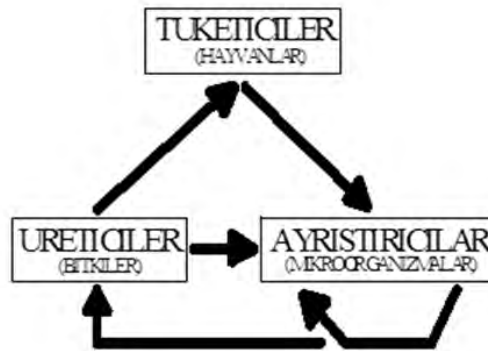
Su Havzaları, doğal karakterde, karasal ve akvatik özellikte sistem unsurları barındırmaktadır. Ekosistemin alt sistemi olarak da nitelendirilebilir. İnsan müdahalesi olmaması halinde, doğal döngüsünü sağlar ve sürdürebilir. Ancak kentsel sistemler ve havza ekosistemi ile bağdaşmayan yasal ve yönetsel uygulamalar, su havzalarında antropojen (bozguna) etki yaratmaktadır. Antropojen etkiler, sebep sonuç ilişkileri (tümevarım) ile ele alınmış, havza ekosisteminin yapısı, işlevi incelenmiştir.. Doğal sistem unsurlarının yanı sıra, kentsel sistemler kapsamındaki yasalar, planlar ve yönetsel uygulamalar da çalışmanın girdi niteliğindeki materyelleri arasındadır. Doğal havza sistemi ve kentsel sistemlerin karşılıklı ilişkileri, sistematik yaklaşımla çözümlenmiştir. Buna göre; mevcut kesitteki etkiler, sistemin parametreleri ve parametreler arasındaki etkileşim analiz edilmiş ve sürdürülebilir havza yönetimi için alternatif yaklaşımlar önerilmiştir..

2.1. Sistem ve ekosistem

Sistemi Churchman, “Birbiriyle etkileşim içinde olan bağımlı parçaların (öğelerin) oluşturduğu bütün” olarak tanımlamıştır. Sistemin anlaşılabilmesi; sistemin; çevresi, kaynakları, bileşenleri, işlevi, amacı ve performans ölçütleri ve yönetiminin, bütüncül yaklaşımı ile mümkündür (Churchman, 1968, s. 29,30). Başka bir ifade ile Arslan’ın tanımına göre sistem; “ünitelerden meydana gelen, arasında kararlı ve anlamlı ilişkiler bulunan bir bütünün adıdır” (Arslan, 1993, s.32). Sistemin genel yapısı aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Sistem; kapsamındaki ünitelerin karşılıklı ilişkide olduğu işlevsel bütündür,
- Çevresindeki sistemlerin alt sistemi ya da ünitesi olabilir,
- Sistemin tamamı ya da bir bölümü diğer sistemlerle kesişebilir,
- Sistemler genellikle açık sistemdir,
- Üniteler ve sistemler arasında işlevsel, sürekli, kararlı ilişki vardır.

Ekosistem biosferin¹ bütününe ya da bir bölümünü tanımlamak için kullanılır. Doğal döngüler, Biyosferde sayısız sistem ağını düzenli ve kararlı olarak çalıştırır. Buna göre; doğadaki biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) varlıkların aralarındaki karşılıklı bağlarla oluşturdukları sisteme Ekolojik Sistem ya da Ekosistem denilir (Çepel, 1995). Ekosistem tanımı, “Birbiri ile ilişkili biyotik ve abiyotik varlıklardan oluşan ve varlıklar arasında madde ve enerji dolaşımı ile kendini besleyen ve yenileyen bir mekan birimidir” (Erinç, 1984) şeklinde detaylandırılabilir (Suri, 2000, s. 9). Dengeli ekosistemlerde, madde döngüsü sürekli, enerji giriş-çıkışları eşittir, üretici-tüketici-ayrıştırıcılar arasında altın denge olarak tanımlanan denge mevcuttur (Şekil 1).



Şekil 1. Dengeli Ekosistemin Altın Üçgeni

Dengenin korunabilmesi ve sürdürülebilirliği, besin zinciri ile tüketilen maddelerin, yeniden üretim için sisteme iade edilmesine bağlıdır. Ekosistemdeki hammaddenin varlığı bellidir, kullanım sonrası tekrar sisteme dönmesi gerekir. Kullanılan hammaddenin sisteme dönmemesi, sistem unsurlarının aşırı çoğalması ya da azalması, aradaki bağlantıların kesilmesi (Işık, 1997), sisteme gelen dışsal etkiler, altın dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Su havzalarında insan eli ile bitki örtüsüne yapılan müdahale, toprak ve suya karışan atıklar unsurlar arasındaki bağlantıyı koparacak, madde döngüsünü, enerji giriş çıkışlarını ve ekosistem unsurlarını etkileyerek, havza ekosisteminin dengesini bozacaktır (Suri, 2000, s. 13).

¹ Dünya yüzeyindeki kayaçlar, toprak (litosfer), su yüzeyleri (hidrosfer), atmosferin alt tabakaları ile tüm canlı varlıklar bir araya gelerek biosferi oluşturmaktadır.

2.2. Havza ve havza ekosistemi

Çalışma kapsamında ele alınan su havzaları, dört grupta ele alınabilir.

- Küçük Havzalar $A < 100\text{ha}$
- Orta Büyüklükte Havzalar $100\text{ha} < A < 1000\text{ha}$
- Büyük Havzalar $1000\text{ha} < A < 10000\text{ha}$
- Çok Büyük Havzalar $A < 10000\text{ha}$

Şekil 2. Alanına Göre Havza Sınıflaması²

Küçük havzalar, “catchment” “watershed”, büyük havzalar “drainage basin” sözcüğüne karşılık gelmektedir. Çalışma kapsamında plan kararları irdelenen Elmalı Havzası 83.4 km² alanı (İSKİ, 1999) ile, küçük havzalar sınıfında yer almaktadır.

Kaynaklardaki havza tanımlarının bazıları aşağıda verilmiştir.

“Yağış ve kaynak suları aynı mecraya ya da göle akan, su kesimi (su ayırım çizgisi) denilen sırtlarla çevrili olan su çekim alanıdır”(Uzunsoy ve Görçelioğlu, 1985). “Sırtlardan geçen su bölüm hattının sınırladığı ve yağışlarla üzerinde toplanan yüzeysel suların bir tek çıkışa ulaşabildiği, içbükey topoğrafik yapıya sahip bir arazi parçasıdır”(Balcı, 1985).

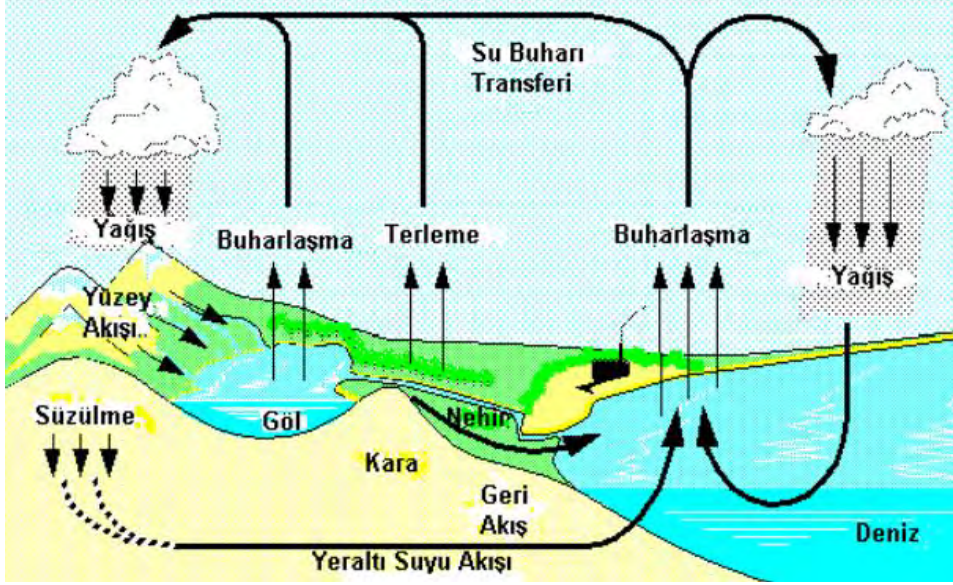
Havza alanındaki orman, su, akarsu, bitki örtüsü, göl, mikroorganizma, fauna, toprak ile iklim, jeomorfoloji gibi diğer faktörlerin birlikte oluşturduğu doğal sistem, “Havza ekosistemi” olarak tanımlanabilir. Havza ekosistemi hem karasal hem de akvatik özellikler taşımaktadır. Bu nedenle, havza ekosistemi, unsur, işlev ve etkileşim açısından son derece karmaşıktır. Sistem unsurlarının belirlenebilmesi, buna göre analiz, plan ve uygulama yapılabilmesi, öncelikle havza ekosistemi sınırlarının bilinmesini gerektirir.

2.3. Havza ekosisteminde suyun hareketi

Suyun kaynağı yağışlardır ve su, yenilenebilir doğal kaynaklar arasındadır. Atmosferde, okyanuslarda, yer üstü ve yer altında depolanır, kaynaklar arasında sürekli sirkülasyon halindedir. Yeryüzü ve okyanuslardan buharlaşan su atmosfere ulaşır, atmosferdeki su buharı yoğunlaşarak kar ya da yağmur şeklinde tekrar yeryüzüne ulaşır. Yeryüzüne gelen suyun bir kısmı deniz, göl, akarsu, gibi açık su yüzeylerine bir kısmı da toprak, bitki örtüsü, orman yüzeylerine düşer. Toprağa gelen sular, kısmen yüzeysel akışla, kısmen de yeraltına doğru ilerleyerek yer altı su tablalarına ulaşır, hareketli ve durgun su kaynaklarını beslemektedir..

Su havzalarında baraj gölünü besleyen derelerdeki su verimi; yüzeysel ve yüzey altı akışları ile bağlantılıdır. Toprağa gelen yağışın, toprak tarafından, infiltre edilemeyen kısmı yüzeysel akış ile derelere doğru akar. Yüzeysel akışlar, yüzeyden taşıdığı materyellerle dere yataklarının ve baraj gölünün dolmasına, kirlenmesine neden olabilir. Özellikle de insan faaliyetleri ile açık alana ve sert zemine dönüşmüş kesimlerde, kaynağa daha fazla kirlilik taşınmasının yanı sıra, ani su baskını ve taşkın sorunları da ortaya çıkabilmektedir.

² Uzunsoy ve Görçelioğlu, 1985’den uyarlanmıştır.



Şekil 2. Hidrolojik döngü (Koç, 2018)

Yüzey altına sızan su, toprak katmanları arasından süzülerek, temizlenerek daha uzun sürede, ancak düzenli şekilde yeraltı su rezervlerine erişmektedir. Toprak içine giren suyun toprağın tutamayacağı ölçüde fazla olması durumunda, toprak derinliklerine doğru süzülen fazla suyun bir kısmı, kaynak suyu olarak tekrar toprağın yüzüne ulaşabilir, bir kısmı derelere ve göllere, bir kısmı da toprak altı sulara karışabilir. Dere akımlarının düzeni, suyun topraktan süzülerek ya da yüzeysel akış ile derelere ulaşmasına bağlıdır. İnsan faktörü, bitki örtüsü ve toprak üzerinde etkilidir. Bitki örtüsünün azalması, havzanın hidrolojik durumunu etkileyerek erozyon ve sedimentasyonu artırmaktadır. Suyun her mevsim düzenli elde edilmesi, niteliği ve miktarı açısından havza sisteminde rezervuarı besleyen suların yeraltından gelmesi, tercih edilmektedir.

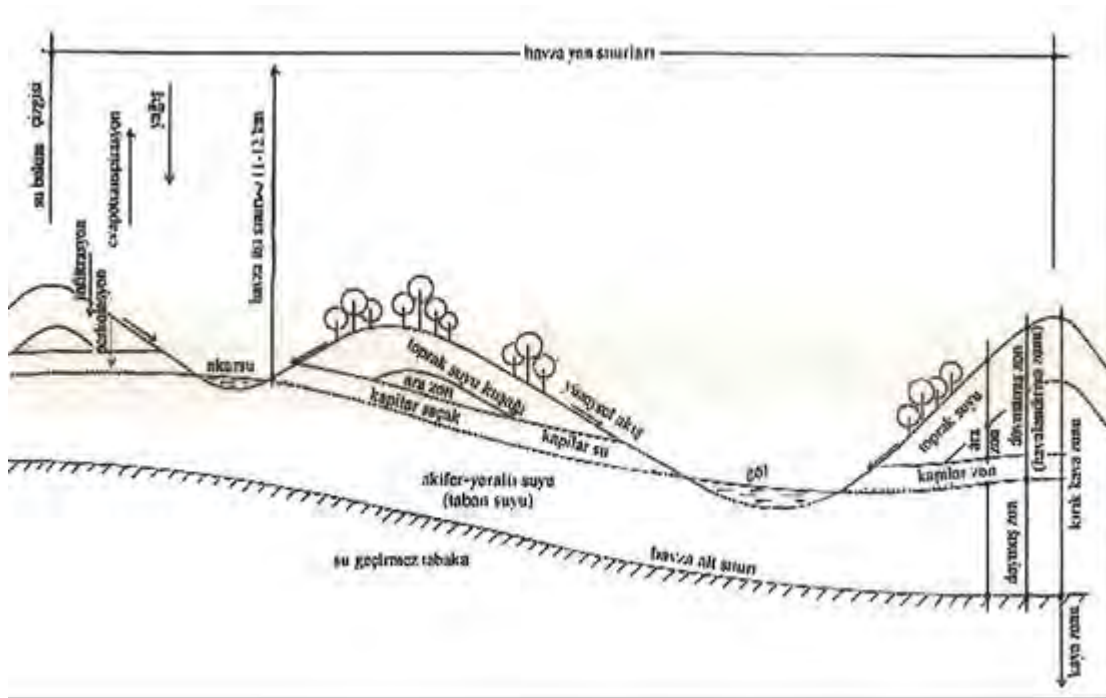
Suyun kaliteli, bol ve her mevsim düzenli elde edilebilmesi, su veriminin optimizasyonu, yağışların yeraltı su depolarında toplanması ile doğru orantılıdır (maksimum bitki örtüsü, minimum sert zemin). Yağışların tutularak yeraltına iletilmesi için toprağın korunması, toprak katmanlarının erozyonla kaybedilmemesi öncelikli koşuldur. Bitki örtüsü özellikle de ölü örtüsü bulunan orman dokusu, toprağın korunmasında önemli işleve sahiptir. Su kaynağına doğal sistem dışında müdahale olmaması, su verimine negatif etki yapacak kullanım bulunmaması halinde hidrolojik döngü ile sürekliliği sağlanabilir.

İnsan faaliyetlerine bağlı, kontrolsüz gelişme, sulak alanların ve bataklıkların kurutulması, erozyon, kirli sıvı ve katı materyellerin kontrolsüz deşarjı, ormanların bilinçsiz kullanım ile azalması, vb. negatif girdiler, ekosistemin dengesini bozmaktadır. Belirtilen antropojen etkiyle, ekosistemin alt sistemleri olan karasal ve akvatik sistemlerin ekolojik dengesi, birbirinden etkilenerek bozulma sürecine girmektedir. Hidrolojik döngüdeki aksaklıklar, yüzey ve yeraltı sularının rejiminin bozulmasına, kirlenmesine miktarının azalmasına yol açmaktadır.

2.4. Su havzası sınırları

Havza ve havza ekosistemi tanımlarından da görülebileceği gibi; havza sınırı, yüzey sularını toplayarak rezervuara ileten alan (su havzası) sınırı, yüzeydeki topografyanın, en yüksek noktalarından geçen sınır (su bölüm çizgisi, hattı bala) şeklinde tanımlanmaktadır. Ancak yüzeyden gelen yağış sularının bir bölümü düşey hareketle yeraltından baraj gölüne

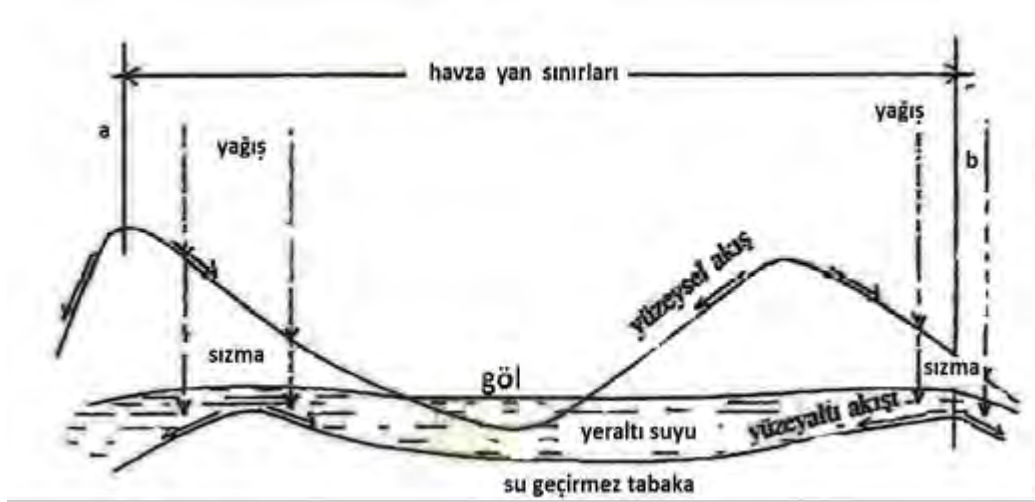
ulaşmaktadır. Buna bağlı olarak; yüzeyaltındaki jeolojik yapı, havza beslenme alanının doğru saptanması ve su ürünü niteliğine etkisi nedeni ile detaylı incelenmesi gereken unsurların başında yer almaktadır. Düşey hareketle toprağın alt katmanlarına ilerleyen yeraltı suları boşluk ve çatlakları doldurur. Yeraltındaki çatlak ve kırıklar yolu ile derelere kadar gidebilir ya da belirli bir noktadan yeryüzüne kaynak suyu şeklinde çıkabilir. Su geçirimsiz tabakaya ulaştığında burada birikerek yeraltı akışı şeklinde derelere ve göle ulaşır. Yeraltı su yüzeyi genellikle topoğrafya yüzeyine uygun, tepelerde yüksek, akarsularda alçaktır (Erguvanlı ve Yüzer, 1984). Karstik kökenli yapıya sahip arazilerde havzaya gelen yağışın, yeraltı akışı ile havza dışına çıkması olasıdır. Arazinin jeomorfolojik yapısı ile bağlantılı olan bu durum, havzadaki su miktarında etkilidir. Havza ekosisteminde suyun atmosferden baraj gölüne gelinceye kadarki aşamaları, Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Havza ekosisteminde suyun hareketi (Suri, 2000)

Doğal havza ekosisteminde havzanın yan sınırlarını, "su bölüm hattı"nın oluşturduğu söylenilebilir. Sadece yüzeysel akışa göre incelendiğinde tanım yeterli sayılabilir. Ancak yeraltı suları için her zaman aynı durum söz konusu olmayabilir. Palezoik döneme ait yaşlı formasyonlarda kırık ve çatlaklı yapıların varlığı olasıdır. Özellikle de bölgenin karstik yapıya sahip olması, rezervuar beslenme alanının, yüzey suları ve yeraltı suları arasında değişiklik göstermesi durumunu ortaya çıkarma olasılığını artırabilir. Havza sınırının yüzey topoğrafyasına göre belirlendiği alanda kirlilik yaratan unsur olmamasına rağmen, su bölüm hattı dışında olup, yeraltı suları ile baraj gölünü kirleten unsurlar olabilir (Oktay vd., 1997). Genellikle yeraltı su yüzeyi topoğrafyaya uygun olduğundan (Erguvanlı ve Yüzer, 1984), havza yan sınırlarının yüzeysel ve yeraltı suları açısından aynı olduğu kabul edilebilir. Ancak yüzey ve yüzeyaltı tabaka eğimlerinin aynı olmadığı durumlarda havza beslenme alanı, su bölüm çizgisi dışındaki kesimleri de kapsayabilir. Bu nedenle jeolojik ve jeomorfolojik etüdler ve havza yan sınırlarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Havza planı analitik etüd aşamasında, su bilançosunun hesaplanması, sudan optimal faydanın sağlanması (Öztaş, 1997) ve havza plan kararlarının belirlenmesi açısından gerçek havza beslenme alanının bilinmesi doğru olacaktır. Geçirimsiz tabaka eğimine göre düzenlenmesi önerilen havza yan sınırları, Şekil 4’de şematize edilmiştir; sol tarafta yüzey topoğrafyasının oluşturduğu su bölüm hattı,

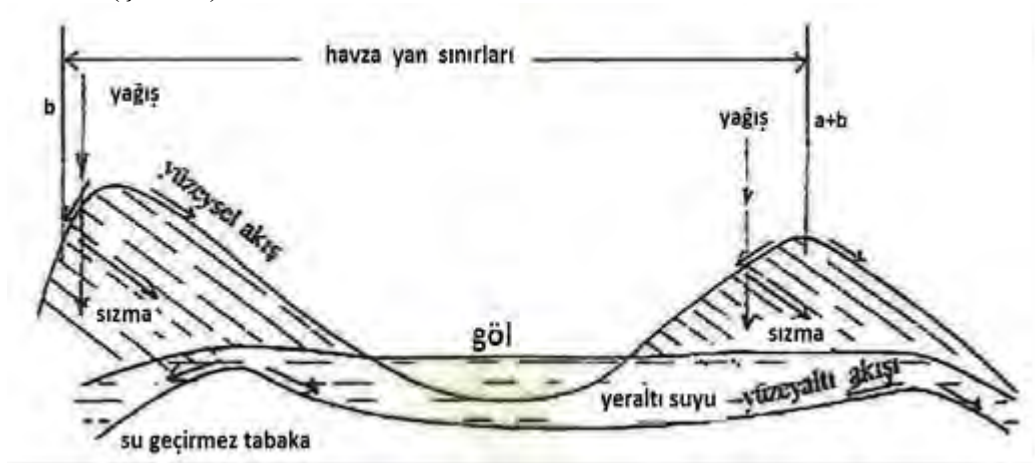
geçirimsiz tabaka eğimi dışında sınır belirlemede, sağ tarafta ise yüzey altında geçirimsiz tabaka eğimi, su bölüm hattının dışında sınır belirlemektedir.



a sınırı: yüzeysel akışa göre
b sınırı: yüzeysel akışa göre

Şekil 4. Geçirimsiz tabakanın eğimine göre yan sınırlar (Suri, 2000)

Yüzeysel tabaka eğimleri ise havza yan sınırlarının belirlenmesinde dikkat edilmesi gereken diğer konudur (Şekil 5).



a sınırı: yüzeysel akışa göre
b sınırı: yüzeysel akışa göre

Şekil 5. Tabaka eğimine göre yan sınırlar (Suri, 2000)

Şekil 5'te; sol tarafta, yüzeysel tabakalarının suyu, su bölüm çizgisi dışından da rezervuara yönlendirebileceği görülmekte ve havza sınırının bu kısımda, tabaka eğimi ve geçirimsiz tabaka eğimi dikkate alınarak su bölüm hattının dışından geçirilmesi önerilmektedir. Sağ tarafta ise tabaka eğimi ve geçirimsiz tabaka eğimi su bölüm hattının bulunduğu sınıra denk gelmiştir.

Özetlemek gerekirse, havza yan sınırlarının saptanması, yüzeydeki topografya, geçirimsiz tabakanın jeomorfolojisi, yüzeysel tabakalarının eğim yönü, jeolojik formasyonların; yaşı, kırık ve çatlaklı olması, geçirimsizliği gibi bir çok faktörün birarada analizini gerektirmektedir.

Atmosferin 11-12 km yüksekliğindeki (Erinç, 1984) kısmı havza ekosistemi üst sınırı, geçirimsiz tabakanın yüzeyi havza ekosistemi alt sınırı (Seyhan, 1977) olarak kabul edilebilir.

Su havzalarına ilişkin yasalar, yönetmelikler ve planlar, kaynakları koruma, sürdürme amacına yönelik olarak çıkarılmaktadır. Havza ekosistemindeki doğal karakterlerinin korunması ve sürdürülmesi hedeflenen unsurların saptanabilmesi, su veriminin artırılması, su bölüm hattı dışında havza gerçek beslenme alanının, başka bir ifade ile havza sınırlarının bilinmesi ile doğru orantılıdır. Havzadaki yüzeyaltı jeolojik, jeomorfolojik yapının, havza sınırlarının saptanmasındaki rolü dışında, tektonik hareketler ve kayaçların geçirimsizliği paralelinde; yeraltı suyunu yönlendirme, süzerek temizleme, mineralleri ile niteliğini değiştirme özellikleri de bulunmaktadır.

2.5. Havza ekosistemi kirletici kaynaklar

Baraj gölü, suyun yüzey ve yüzeyaltına hareketi ile beslenirken su ile birlikte taşınan materyeller ve kirlilik de rezervuara ulaşmaktadır. Yenilenebilen doğal sistemlerin taşıma kapasitesini aşmayan ve doğal sisteme yabancı olmayan unsurlar, sistemin doğal döngüleri içinde temizlenebilir. Ancak, insan faaliyetlerinden kaynaklanan; doğal sistemin tanımadığı, temizlenme yeteneği dışında, yüksek hacimde ve sürekliliği olan kirleticiler, hava-su-toprak kaynaklarında birikmekte ve rezervuara taşınmaktadır. Daha önce belirtilen altın üçgen kurallarının bozulması havza ekosisteminde geri dönüşü olmayan ya da maliyeti yüksek tedbir alınması durumunu ortaya çıkarmaktadır. Buna bağlı olarak; havzada su miktarı azalmakta, niteliği bozulmakta, her mevsim düzenli suya erişim³ olanağı kısıtlanmaktadır. Her türlü plan kararı bütüncül yaklaşım gerektirmektedir (Aksu, 2014). Havzadaki suyun verimini düşüren unsurlar; planlamaya bütüncül yaklaşılmaması, orman dokusunun ve orman dışında bitki örtüsünün azalması, açık alanlardaki erozyonla toprak kaybı, bilinçsiz tarım faaliyetleri, yerleşme ve sanayi alanlarının (sert zeminin) çoğalması, çöp döküm alanı benzeri gayri sıhhi alanların varlığı ve yanlış yer seçimi, atıkların doğrudan su kaynağı, toprak ya da havaya deşarjı, maden arama çalışmaları, otoyol benzeri büyük altyapı projeleri... vb olarak özetlenebilir.

Doğrudan insan faaliyetlerine dayanan yaşamsal su kaynaklarındaki kirlenme, iklim değişikliği nedeniyle etkisini artırmaktadır. Yasalar, yönetmelikler ve plan çalışmaları su kaynaklarındaki antropojen etkileri giderecek, ekolojik ve ekonomik çözüm arayışında olmalıdır.

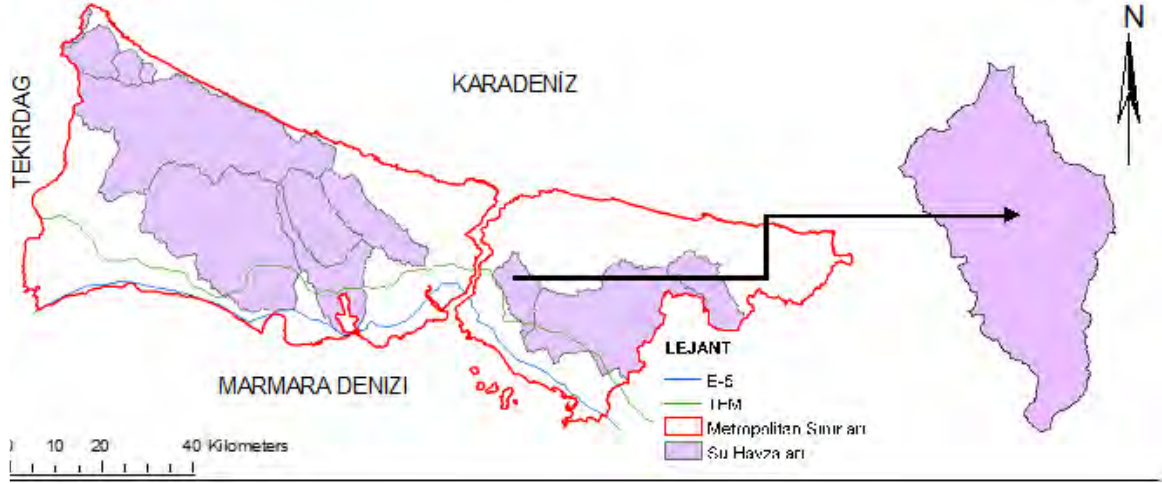
Elmalı Barajı Havzası Koruma Planı, belirtilen amaçla irdelenmiştir.

3. Elmalı İçme Suyu Havzası ve Bulgular

Elmalı barajı İstanbul merkezine 15 km mesafede, İstanbul Boğazını doğusunda, Ömerli barajının batısında İstanbul Anadolu Yakası, Kocaeli Yarımada'sı üzerindedir. Beykoz, Çekmeköy, Sancaktepe, Maltepe ve Çekmeköy ilçe sınırları içinde, yaklaşık 83 km² alanı ve 15 milyon m³ su tutma hacmi ile İstanbul'un en küçük barajları arasındadır.

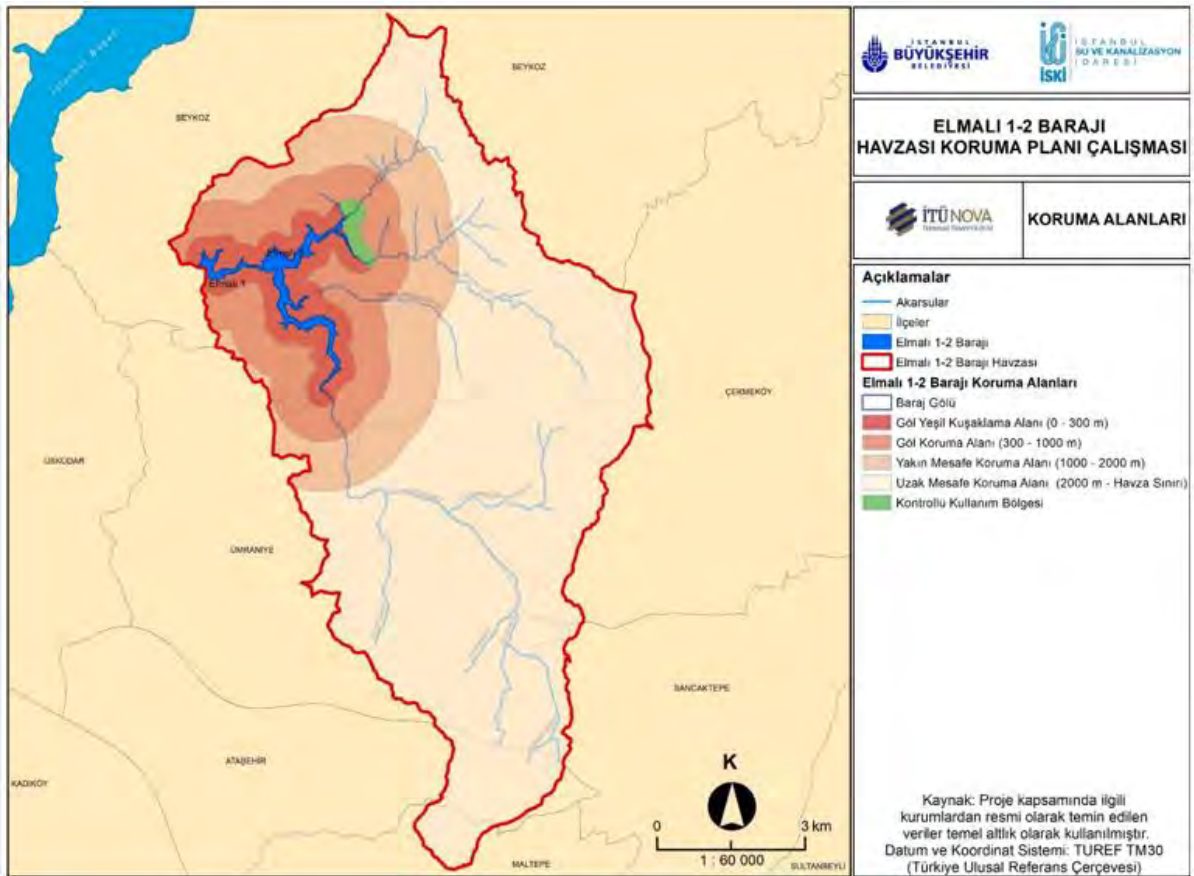
Elmalı Deresi (Elmalı 1, 1926-1948) ve Çavuşbaşı Deresi (Elmalı 2, 1955) üzerinde yapılan iki baraj, bütüncül yapıda çalışmaktadır.

³ Havza suyunun, miktarı, niteliği ve rejimi kısaca "su verimi" olarak ifadelendirilebilir.



Şekil 6. Elmalı içme suyu havzasının konumu (Geymen, 2016)

Elmalı Barajı, bir çok dere tarafından beslenmektedir (Şekil 7) (Sakıran Deresi, Arnavut Deresi, Çiftlik Dere, Armutyatağı Deresi, Çekmeköy Deresi, Değirmen Dere, Karaağaç Deresi, Köprü Dere (Kemer Dere)) (T.C.Ç.Ş.B., 2018)



Şekil 7. Elmalı içme suyu havzasındaki dereler ve koruma kuşakları (İSKİ, 2019)

İstanbul metropolü tamamında olduğu gibi, Elmalı Havzasında da nüfus ve yerleşme alanları özellikle 1980'li yıllarda hızla artmaya başlamıştır. 1984 yılında İstanbul Boğazında ikinci köprü (Fatih Sultan Mehmet Köprüsü) ve bağlantı sağlayan yolların (TEM) açılması, havza

ve hinterlandında Dudullu, İMES gibi organize sanayi bölgelerinin kurulması paralelinde, barınma alanı talepleri de gündeme gelmiştir. Diğer taraftan İmar Affi, Orman Köylülerinin Kalkınmalarının Desteklenmesi Hakkında Kanun, imar affi niteliğindeki İmar Barışı vb yasalar, havzalarda yerleşme ve kirliliğe neden olabilecek kullanımlara izin veren yönetmelikler, belirtilen dönemde İstanbul büyükşehir Belediyesi sorumluluğu dışında bağımsız plan ve uygulama yetkisine sahip belde belediyelerinin varlığı, üst ölçekli plan kararlarının; havza doğal ekosistem özelliklerinin sürdürülebilirliğine yönelik; alt ölçekli plan ve uygulamalar için yeterli çözüm barındırmaması benzeri nedenler, yüksek nüfus ve yerleşim baskısı ile havzada su veriminin düşmesine neden olmuştur (Suri, 2000).

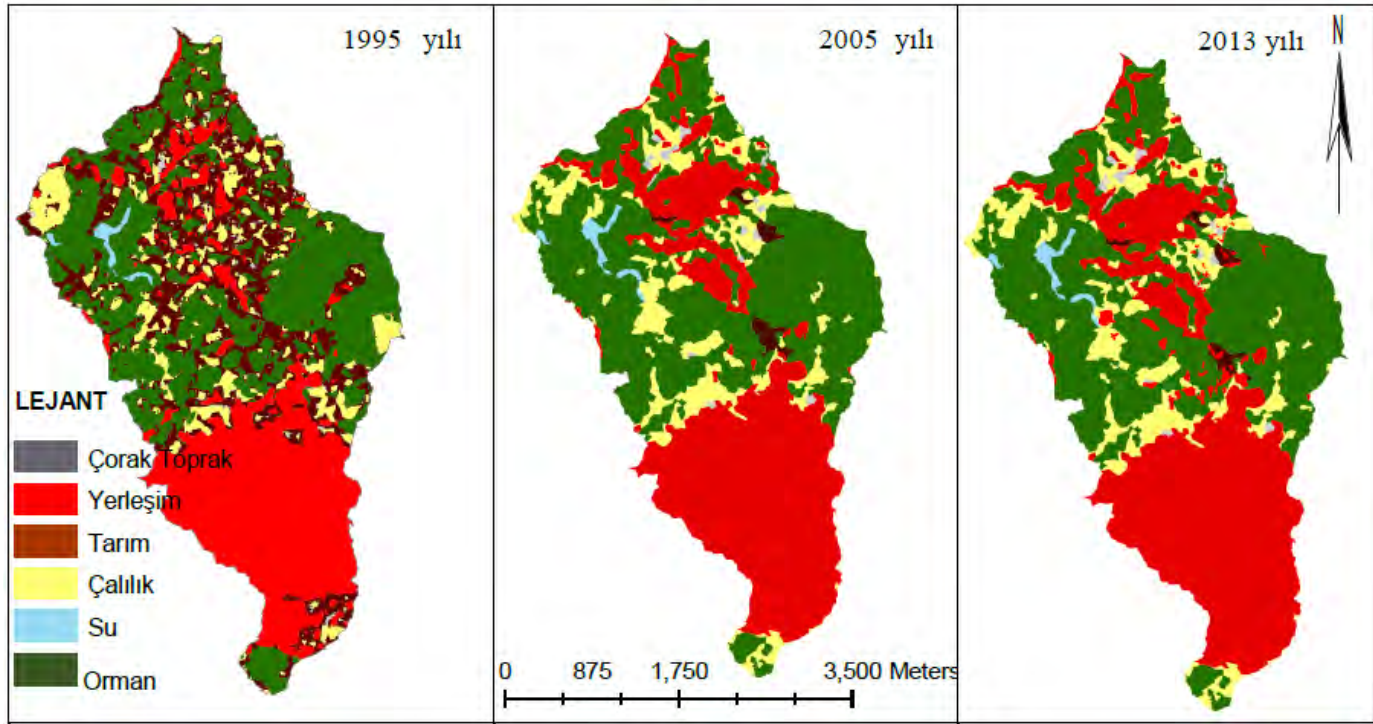
Çizelge 1. Elmalı Su Havzasında Arazi Kullanışdaki Değişim (Geymen, 2016, s.177)

Sınıf/Yıl	1995		2005		2013	
	ha	%	ha	%	ha	%
Çorak Toprak	92	1	61	1	59	1
Tarım	423	5	117	1	84	1
Orman	4135	50	3778	45	3757	45
Yerleşim	2444	29	3233	39	3378	40
Su	97	1	72	1	72	1
Çalılık	1150	14	1080	13	991	12
Toplam	8341	100	8341	100	8341	100

Çizelge 1’den izlenebileceği gibi, ormanlık, çalılık gibi suyu tutarak toprağa ileten, erozyonu önleyen alanlar belirtilen yıllar arasında %57 azalmış, havzada sert zemin oluşturan yerleşim alanları %40 oranında artmıştır (Çizelge1, Şekil 8). Yerleşim alanları; endüstriyel faaliyetler ve evsel atıklarla kirliliğe neden olmaktadır. Aynı zamanda, sert zemin, yüzey akışlarını artırarak bir taraftan yüzeydeki kirlilik unsurlarını su kaynaklarına ulaştırmakta, diğer taraftan da yeraltı su tablalarına düzenli su akışını engelleyerek suyun miktarını ve rejimini negatif etkilemektedir.

Yerleşme alanları, havzanın güney kesiminde yoğunlaşmış, ve havzayı besleyen Baklacık, Budak, Çekmeköy, Kemer, Karaağaç, Değirmen... derelerini kuşatmıştır. Yerleşme alanları havzanın kuzeyinde de yıllara göre yoğunlaşmıştır.

Su miktarı, kalitesi ve rejimi, havzadaki bitki örtüsünün varlığı ile doğru orantılıdır. Suyu az tüketen, altında ölü örtü bulunan ormanlık alanlarda; çevresindeki alanlara oranla yağış miktarının %15-%50 daha fazla olduğu (Çepel, 1994), toprakta daha fazla su tutulduğu, yağışın yarısına yakın oranının kullanılabilir su ürünü haline geldiği (açık alanlarda bu oran %14) (Balcı, 1976), yağmur ve rüzgar erozyonunun olmadığı, topraktaki boşluklu yapıyı artması nedeniyle alt katmanlara iletilen suyun çoğaldığı (Çepel, 1995) yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır.



Şekil 8. Elmalı Havzasında yıllara göre değişen arazi kullanış ((Geymen, 2016, s.177))

Nüfus büyüklüklerinin havza alanlarına oranlanarak listelenmesi halinde, başta Elmalı, Alibey, Sazlıdere ve Ömerli Havzaları gelmektedir (İÇDP, 2011). Elmalı Havzası, alansal değeri görece diğer havzalardan küçük olmasına rağmen nüfus ve yerleşme yoğunluğu en yüksek havzalar arasındadır. Bir taraftan artan su talebi, diğer taraftan azalan ve kirlenen su arzı, yüksek maliyetlerle yeni su isale hatlarının ve arıtma tesislerinin yapılmasını gündeme getirerek ekonomik yük yaratmaktadır. İstanbul'da mevcut kaynakların su ihtiyacını karşılayamaması sonucunda daha uzun mesafelerden (Melen, Yeşilçay, Istranca, Sakarya) su temin edilmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Melen Çayı'ndan İstanbul'a Su Sağlama Sistemi (dsi.gov.tr, İlhan, vd. 2014, s. 20)

Akarsu kaynaklarına göre oluşan temiz su havza ekosistemleri, başka sistemlerin baskısı olmadığı sürece, kapasitesi oranında, yakın hinterlandındaki canlı varlığın sürdürülebilmesini sağlamaktadır. Ancak kaynağın, uzak mesafedeki görece daha yüksek su taleplerine göre

yönlendirilmesi, kaynağın yakın çevresindeki ekosistem özelliklerinin de negatif etkilenmesi sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

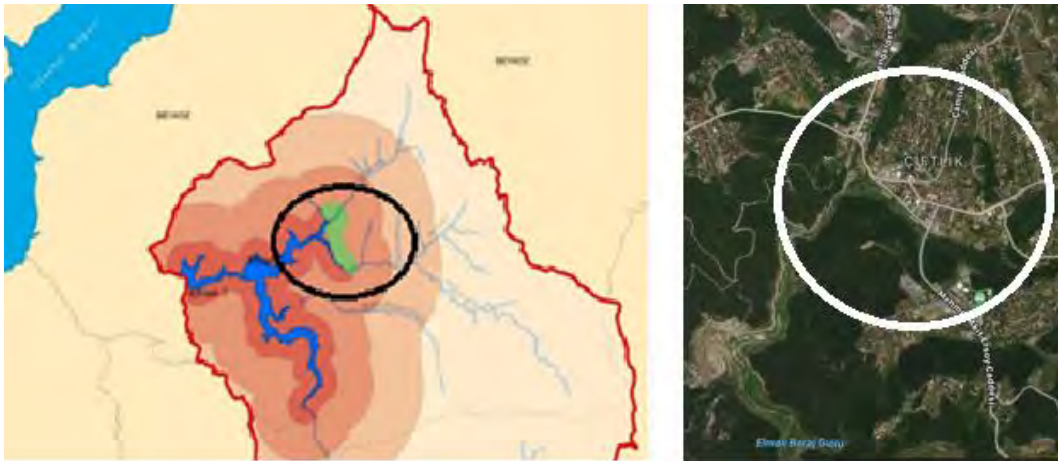
3.1. Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planı

Havza ekosistemi ve Elmalı Havzası'na ilişkin bu bölüme kadar özetle verilen bilgiler, Elmalı Baraj Havzası Koruma Planı kapsamında, planın havzaya etkileri açısından irdelenmeye çalışılmış, aşağıda, önemli görülen başlıklara değinilmiştir.

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 20.03.2019 günlü oluru ile onaylanarak yürürlüğe giren Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planının (İSKİ, 2019); içme suyu elde edilen barajın su veriminin korunması, sürdürülebilmesi, baraj havzasındaki her türlü faaliyetin düzenlemesine ilişkin hukuki ve teknik esasların oluşturulması amacı ile hazırlandığı belirtilmiştir.

Havza sınırlarının; önceki bölümlerde açıklanan detayları içeren jeolojik çalışma sonucunda belirlenmesi ve havzanın gerçek beslenme alanının bilinmesi, plan amacının gerçekleştirilmesinde önem kazanmaktadır. Bölgede, küçük ölçekli jeolojik harita mevcut değildir ve havzalarda ayrıntılı ek jeolojik çalışma yapılmasına gereksinim duyulmaktadır (Var, 2008, s. 30).

Yönetmelik ve planlardaki mutlak-kısa-orta-uzun mesafe koruma kuşağı tanımları, Elmalı havzası planı 'havza koruma alanları' başlığında; göl yeşil kuşaklama alanı (baraj gölü sınırı) 0-300 m arasındaki alan), göl koruma alanı (300-700 m), yakın mesafe koruma alanı (700-1000 m), uzak mesafe koruma alanı (1000-havza sınırı) şeklinde tanımlanmıştır. Bunların dışında, "Koruma Planı oluşturulmadan önce kurulmuş, yerleşim ve kentsel gelişim için zorunlu olan, insan faaliyetlerinin yoğun olduğu ve bu faaliyetlerin baraj ekosistemine olumsuz etkilerinin asgariye indirilmesi için gerekli tedbirlerin alındığı bölgeyi" kapsayan "Kontrollü Kullanım Bölgesi" tanımlanmıştır(Şekil 10).



Şekil 10. Elmalı Havza Planı Kontrollü Kullanım Bölgesi⁴

Belirtilen bölge, baraj gölünün kuzeydoğu sınırına bitişik, konut ve donatıların bulunduğu yerleşim alanıdır. Bitişiginde baraj gölü bulunan ve yoğun olduğu, planda belirtilen ancak korunan yerleşimde, insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirlenmenin asgariye indirilmesi yüksek maliyet getirecektir. Yerleşmeler, sert zemin oluşturmasından kaynaklanan sorunları beraberinde getirmektedir. Evsel atıkların toplandığı yerlerde hastalık taşıyan organizmaların kolaylıkla çoğalması, yüzeyden sızan sularla birleşerek su kaynaklarına kirliliğin ulaşması

⁴ İSKİ 2019 ve Google map kaynağından yararlanarak hazırlanmıştır.

yüksek hastalık riski taşımaktadır (Şanlısoy 2002). Bölgenin jeolojik yapısının detaylı analizi gerekir ve zaman içinde yerleşmeden arındırılarak sert zemin yerine bitki örtüsü bulunan yumuşak zemine dönüştürülmesi hedeflenebilir.

Standart değerler ile uygulanan “koruma kuşakları” kavramı, 1976 yılında DSİ ve Bakanlık arasında imzalanan protokol uyarınca gündeme gelmiş ve imar planları yapılıncaya kadar içme su kaynakları çevresinde koruma sağlamak amacı ile kullanılmıştır. İlgili protokolde; "...Öncelikleri belirlenecek yörelerde detaylı yerel araştırmalar yapıldıktan sonra, protokol alanları için yönetmelikler hazırlanır. Bu yöreler için hazırlanacak yönetmeliklerde, mutlak, kısa ve orta mesafeli koruma alanları, protokol ile belirlenen sınır asgari sayılmak kaydı ile genişletilebilir..." açıklaması yapılmıştır. Sonraki tarihlerde onaylanan planlarda ve yönetmeliklerde, protokoldeki havza özelinde yapılması önerilen çalışmalar yerine, koruma kuşak mesafeleri standart değer olarak kullanılmıştır. Elmalı Havzası Planında da aynı durum geçerlidir. Baraj gölünü yüzeyden ve yüzey altından besleyen sular, havza tanımından da anlaşılabilir gibi; havzanın tamamını katederek göle ulaşmaktadır.

Planda (İSKİ, 2019) baraj gölüne bitişik kısımdaki kontrollü kullanım bölgesinde yapı stoklarının zaman içinde azaltılacağından bahsedilmiştir. Mülkiyet sorununun çözümü ve ‘zamanla’ tabiri, uygulamada karşılık bulamayabilir. Bu kesimde; brüt yoğunluk 30 kişi/ha olmakla birlikte makTAKS:30 değeri, kentsel ölçekte sert zemin niteliğindedir.. Aynı başlıkta ‘Endüstriyel atıksu oluşturmeyen mevcut sanayi tesisleri ile ticari işletmeler endüstriyel atıksu oluşturmaksızın faaliyetlerine devam edebilir.’ ifadesi de havza ekosistemi ile bağdaşmamaktadır.

Aynı planda mesafelere bağlı olarak yoğunluk değerleri artırılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planı (İSKİ, 2019)⁵

Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planı	Brüt Yoğunluk kişi/hektar	TAKS	Fonksiyon
KONTROLLÜ KULLANIM BÖLGESİ	30	30	Konut, ticaret, yeni karayolu, demiryolu yapılabilir.
GÖL KORUMA ALANI	50	30 (konut) 50 (sosyal altyapı)	Konut, üniversite, öğrenci yurtları, misafirhaneler, yatılı ilköğretim, yatılı ortaokul, yatılı lise, konaklama tesisleri, pansiyon nitelikli olanlar hariç turizm tesisleri, kongre ve konferans merkezleri, sosyo-kültürel tesisler, aile sağlığı merkezi, yeni karayolu, demiryolu yapılabilir. Mevcut sanayi ve ticari tesisler ve devam edebilir, mevcut mezarlık kullanılabilir.
YAKIN MESAFE KORUMA	Beykoz Ümraniye Çekmeköy Sancaktepe	60 80 60 40	- Yukarıdakilere ek olarak; Mevcut OSB korunur. Mevcut istasyonların akaryakıt ve LPG/CNG ikmal faaliyetlerine devam etmesine ilgili TSE standartlarını sağlamak ve atıksularını ön arıtma işlemine tabi tutarak kollektör hattına bağlamak şartıyla izin verilir. çevreye

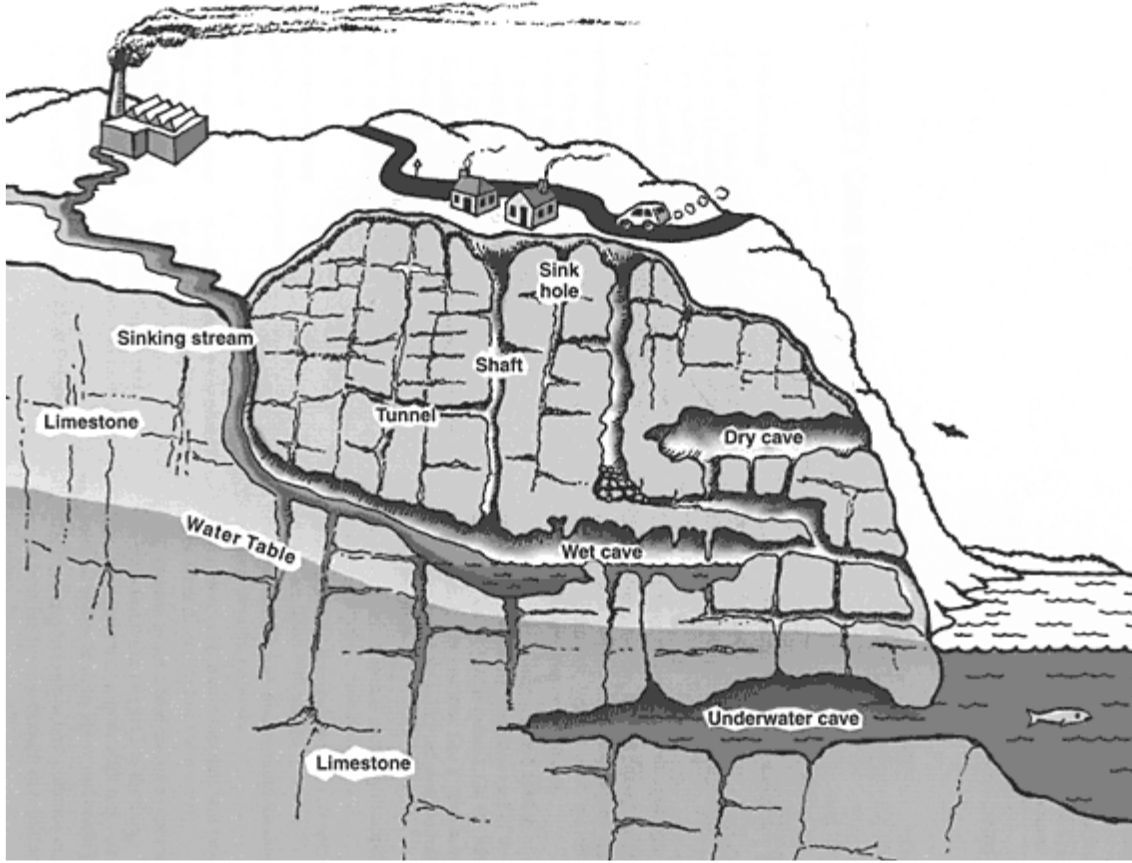
⁵ Yazar tarafından plandan uyarlanmıştır.

ALANI	Ataşehir Maltepe	60 20		duyarlı ekoturizm tesisleri dışında yeni turizm tesisine izin verilmez, mevcut mezarlık kullanılabilir, madencilik faaliyetlerine koşullu izin verilir, katı atık aktarma istasyonlarına koşullu izin verilir, yeni karayolu, demiryolu yapılabilir, Ev ve Süs Hayvanları Satış, Barınma ve Eğitim Yerleri, satış yeri, konukevi, pansiyonu, otel gibi barındırma veya eğitim yeri yapılabilir,
UZAK MESAFE KORUMA ALANI	Beykoz Ümraniye Çekmeköy Sancaktepe Ataşehir Maltepe	75 140 100 120 140 25	-	Yukarıdakilere ek olarak; Dinlenme tesisi, akaryakıt istasyonu ve benzeri diğer faaliyetler, yollar yapılabilir, mevcut OSB korunur, Düzenli depolama maden atığı bertaraf tesislerine tesislerine Uzak Mesafe Koruma Alanı'nın Yakın Mesafe Koruma Alanı sınırından itibaren yatay olarak 3 (üç) km genişliğindeki kısımdan sonrasına izin verilir. Mevcut akaryakıt istasyonlarına, gaz dolun istasyonlarına ve kimyasal madde depolarına istasyonlarda servis faaliyetleri hariç dolun faaliyetleri, akaryakıt ve LPG ikmal faaliyetlerine ilgili TSE standartlarını sağlamak şartıyla izin verilir, katı atık aktarma istasyonlarına koşullu izin verilir, Madencilik faaliyeti ve sonucu ortaya çıkan paşalarına koşullu izin verilir. Ev ve Süs Hayvanları Satış, Barınma ve Eğitim Yerleri, satış yeri, konukevi, pansiyonu, otel gibi barındırma veya eğitim yeri yapılabilir,

4. Tartışma ve Sonuçlar

Elmalı Barajı Havzası Koruma Planı, Çizelge 2'den de izlenebileceği gibi havzada konut, sanayi, akaryakıt tesisi, sosyal kültürel tesisler, mezarlık, osb gibi kentsel dokuda yer alabilecek gayri sıhhi tesislerin de dahil olduğu tüm kullanışlara yer verebilmektedir. Yerleşimlerdeki enerji tüketimi, sirkülasyon arterlerindeki araba ve benzerinin kullandığı fosil yakıtlarından ortaya çıkan CO2 emisyonu (Civelekoğlu, Bıyık, 2018) da doğrudan havzadaki hava, su, toprak kaynaklarına ulaşmaktadır. Bazı tesislerin koşullu gerçekleştirilmesi hükümleri, günümüzdeki benzer uygulama örneklerinde görüldüğü haliyle, türlü güçlükler içermektedir. Planın devamında 'tedbirlerin uygulanmasına ilişkin iş programı' başlığı ile bulunan EK 2 çizelgesi, evsel, endüstriyel, tehlikeli ve özel atıklar, tıbbi atıklar, maden atıklarının yönetimine ilişkin program içermektedir. Doğal havza ekosisteminin tanımadığı, temizleyemediği, taşıma kapasitesinin dışında gelişmeye neden olacak arazi kullanım kararları verilmesi bilimsel yöntemler arasında sayılamamaktadır. Havzanın plan kararı ile kirletilmesi, yönetmelik ve uygulamaların plan kararlarını desteklemesi, kirlenen kaynakların geri dönüşü olmayacak şekilde tükenmesine neden olmakta, Şekil 8 bu durumun

uygulamadaki karşılığını yansıtmaktadır. Kirlenen kaynağı arıtma ve başka bölgelerden su taşınması yüksek maliyetlerle gerçekleştirilen uygulamalardır. Havza sınırı içinde, herhangi bir konumdaki kirlilik, sularla baraj gölüne taşınacaktır.



Şekil. 11. Havzada suyun mesafeye bağlı olmaksızın baraj gölüne ulaşması (Yolcubal, 2015)

Havza ekosistemi unsurları analiz edilmeden, sadece baraj gölü etrafına bağlı koruma anlayışı, standart mesafe tanımı, koruma kuşaklarının rezervuara uzaklığı ile orantılı yapılaşma koşullarının artırılması bilimsel verilerle bağdaşmamaktadır ve bütüncül planlama anlayışından uzaktır. Havza planlarının ve havza sınırının detay içerek jeolojik haritalar bağlamında hazırlanmasında yarar görülmektedir. Jeolojik haritaların, ilgili disiplinlerin katılımı ile, formasyonların; su geçirimsizliği, gelen suyun içeriğine bağlı olarak kayaların kimyasal tepkisi, su içindeki farklı oluşumları süzme-depolama kapasite ve yeteneği, kayacın suyun niteliğine katkısı, gözenek-kırık-çatlaklı yapı ya da geçirimsizliği vb. analizlerin hassas bölgelerde gerekirse düşey kesitler ile birlikte ele alınması önerilebilir.

Mevcut ihtiyaçları karşılamak üzere, acil eylem planları şeklinde aranan çözümler, uzun vadede ve temelde su kıtlığına çözüm üretmemektedir. Su kaynaklarının doğal özelliklerinden yararlanarak aynı zamanda sürdürülebilmesi hedeflenmelidir. Buna göre;

- Plan nüfusunun kaynağın taşıma kapasitesi (Luo, 2019) doğrultusunda hesaplanması,
- Planlardaki arazi kullanım kararlarının, hesaplanan nüfus ve havza dağal yapı özellikleri referansına göre belirlenmesi,
- Plan kararlarının, bölgesel yığılmalara engel olacak önlemleri kapsamaması,
- Yasaların, plan kararlarını destekleyecek doğrultuda hüküm içermesi, sürdürülebilir temel çözümlerin ilkeleri arasında sayılabilir.

Su havzaları ekosistemine baskı oluşturan kentsel sistemler, toplumların sosyokültürel yapısı bağlamında üst kademede, bütünleşik yapıda planlanmalı, alt kademede planlara uygulanabilir, sürdürülebilir çözüm sağlayan içeriğe sahip olmalıdır.

Kaynaklar

Aksu, G. A., (2014), Bütüncül (Holistik) Peyzaj Planlama Yaklaşımı, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 13(26), 21-34

Arslan, R., (1993), Kent Planlamasında Değerlendirme Teknikleri, YTÜ Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Yayınları, 270, İstanbul

Balcı, N., (1976), “Vejetasyonun -Özellikle Ormanların- Hidrolojide, Arazi Kullanma ve Toprak Dengesindeki Rolü”, 1. Orman Kadastro Semineri 15 Ocak-22 Şubat 1974, İÜ Orman Fakültesi, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No:607, Seri No:13, Ankara

Balcı, N., (1985), Havza Amenajmanı Ders Kitabı (yayımlanmamış), İÜ Orman Fakültesi

Churchman, C. W. (1968), The Systems Approach, Dell Publishing Co.

Civelekoğlu, G., Bıyık, Y.,(2018), Ulaşım Sektöründen Kaynaklı Karbon Ayak İzi Değişiminin İncelenmesi, Bilge International Journal of Science and Technology Research, Yıl 2018, Cilt 2 , Sayı 2, S. 158

Çepel, N., (1994a) Peyzaj Ekolojisi, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, 429, İstanbul

Çepel, N., (1995), Orman Ekolojisi, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, 433, İstanbul

Erguvanlı, K. ve Yüzer, E. (1984), Yeraltı Suları Jeolojisi (Hidrojeoloji), İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul

Erinç, S., (1984), Ortam Ekolojisi ve Degradasyonel Ekosistem Değişiklikleri,İÜ Deniz Bilimleri ve Coğrafya EnstitüsüYayınları, İstanbul

Geymen, A., (2016), Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Su Havzalarındaki Doğal Kaynakların İzlenmesi: Elmalı Havzası Örneği, KSÜ Doğa Bil. Derg., 19(2), 174-180, 2016

Işık, K., (1997), “Kent Ekosistem Modeli ve Çevre Sorunları”, Doğayı Korumada Kent ve Ekoloji Sempozyumu, 19.12.1997, Türkiye’de Doğayı Koruma Vakfı, İÜ Orman Fakültesi, İÜ Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi ve İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul

İlhan, A., Yıldız, D., Tokaç, F.Z., Kurnaz, M.L.,Türkeş, M., (2014), İstanbul’un Su Krizi ve Kolektif Çözüm Önerileri, ISBN no: 978-605-62639-4-1, Martı Ofset, İstanbul

İSKİ, (2019), Tarım ve Orman Bakanlığının 20.03.2019 tarih, 921501 sayılı oluru ile onaylanan Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planı, BİK İlan No : ILN00969336, YENİ SÖZ Gazetesi, 23.03.2019, İstanbul

İSKİ, (1999), İstanbul Su Temini, Kanalizasyon ve Drenaj, Atıksu Arıtma ve Uzaklaştırma Mastır Plan Etüdü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İSKİ Genel Müdürlüğü

İÇDP, (2011), İstanbul Çevre Durum Raporu

Koç, G., (2018), Havza Süreçleri, <https://docplayer.biz.tr/68637086-Hidrolojik-dongu-su-dongusu.html>

Luo, M., Huang, E., Ding, R., Lu, X., (2019), Research on Water Resources Carrying Capacity Based on Maximum Supportable Population, Fresenius Environmental Bulletin, Volume 28, p:102, ISSN 1018-4619, Germany

Oktay, F., Eren, R., Çinal, H., Aktaş, M., Akmeşe, I. ve Üner, K., (1997), “Su Havzası Koruma Alanı Sınırlarının Belirlenmesinde Jeolojik Faktörlerin Önemi-Büyükçekmece Havzası Örneğinde İrdelenmesi”, Su Kaynaklarının Korunması ve İşletilmesi Sempozyumu, 2-3 Haziran 1997, İSKİ, İTÜ ve Su Vakfı, İstanbul

Öztaş, T., (1997), “Günümüz Kentlerinde Yaşanılan Ekolojik Kökenli Sorunlar”, Doğayı Korumada Kent ve Ekoloji Sempozyumu, 19.12.1997, Türkiye’de Doğayı Koruma Vakfı, İÜ Orman Fakültesi, İÜ Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi ve İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul

Seyhan, E., (1977), Fundamentals of Hydrology, Geografisch Instituut der Rijksuniversiteit te Utrecht Universiteitscentrum “De Uithof” Transitorium II Heidelberglaan 2, Nederland

Suri, L., (2000), İçme Suyu Havzalarında Planlama ve Yönetim, Ömerli İçme Suyu Havzası Örneği, YTÜ, FBE, Doktora Tezi, İstanbul

Şanlısoy, A. (2002). “İstanbul’daki Su Toplama Havzalarında Yaşarunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

T.C. Ç.Ş.B., (2018), İstanbul İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu, İstanbul Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Çevresel Etki Değerlendirmesi Şube Müdürlüğü, İstanbul

Uzunsoy, O. ve Görçelioğlu, E., (1985), Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, 371, İstanbul

Var, D., (2008), Elmalı Havzası Güney kesiminin Yüzey ve Yeraltı Su Kirliliği Açısından İncelenmesi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Yolcubal, İ. (2015). Hidrojeoloji Ders Notları. Kocaeli Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

Determining the Carrot Volume Using Intelligent Systems

Mustafa Nevzat Örnek^{1*}, Humar Kahramanli Örnek²

Abstract: As the consumers prefer beautiful-looking foods the product packaging became as important task for marketing. On the other hand the products in the packaging must be perfect and the volume should be close to each other. In this study, various neural network models were investigated to predict carrots volume according to the physical properties. First classical neural network was designed. Backpropagation, Levenberg-Marquardt algorithms was used to train network. Then Product Unit Neural Network was investigated. This network trained using Cuckoo Optimization Algorithm. Finally a deep neural network and LSTM network were designed. Deep Neural Network was trained using SGD algorithm. RMSprop was used to optimize LSTM network.

A total of 464 carrots were used for volume prediction. The used carrots were taken from Kaşınhanı, Konya. First the data was produced. For this aim the radiuses with an interval of 5 cm, length and volume of each carrot were measured and recorded.

To determine the predicting accuracy of the system, statistical measures such as Mean Absolute Error, Root Mean Squared Error and R2 were used. All methods produced very close values. BP, LM, PUNN, DFN and LSTM network achieved 0.943, 0.956, 0.957, 0.977 and 0.977 R2, respectively, while RMSE values were 0.043, 0.038, 0.038, 0.031 and 0.031.

Keywords: Carrots physical properties, DNN, DFN, RNN, LSTM

1. Introduction

Carrot is one of the high nutrients foods. It has important vitamins: A, B1, B2, B6, B12, C and β -carotene (Bao and Chang, 1995, Bureau and Bushway, 1986). Therefore carrots are one of the most commonly grown and consumed root vegetables in the world (Chen, et al, 2016, Górnicki and Kaleta, 2007, Frias et al. 2010). Nowadays the classification and packaging of the foods which presents to bazaar are important as a result of conscious consumer demand. In packaging facilities first damaged vegetables are separates, then carrots classifies according to their dimensions. After this process, vegetables can meet certain consumers demand. As a result, the price of the product will be increases. This type of classification uses only length and partially thickness of carrots, and it is insufficient to achieve the desired standards. In recent years, intensive work has been going on to automate the packaging process. For this aim this project aimed to take carrots pictures when they pass over a band and to calculate its dimensions by image processing. As a next step, it is aimed to calculate the volume of carrots using machine learning methods. In this paper, it is aimed to calculate the volume from the pictures of the carrots.

Machine learning includes a variety of methods that manage to find some inherent rules and dependencies from a huge amount of data (Oishi and Yagawa, 2017). Soltani et al., (2011)

¹ Konya Technical University, Department of Agricultural Machinery, Konya, TURKIYE

² Selcuk University, Department of Computer Engineering, Konya, TURKIYE

* Corresponding author (İletişim yazarı): mnornek@ktun.edu.tr

carried out an equation models for banana surface area, projected area and mass. They used bananas physical properties as the independent variables. Modeling was made using regression analysis. Mass and surface modeling were based on the banana length. Vursavus et al., (2006) studied three sweet cherry varieties: Noir De Guben, Van and 0-900 Ziraat. They determined some mechanical and chemical properties of these cherry varieties and then developed the models for predicting the fruit mass for all three varieties. They used multi linear model. Bustos-Vanegas et al, (2015) studied the beans of Arabica coffee. They developed mathematical expressions which can be used for heat transfer models and mass for coffee roasting. The used beans initially had moisture content as 0.129 kgw kgdm⁻¹ and they were roasted in a direct roasters gas burner. Munder et al. (2017), performed the study for classifying sunflower seeds via air-separation into quality classes. They used physical properties like seed mass, kernel mass, seed length, width and thickness. Radunic et al. (2015), evaluated physical and chemical properties of eight pomegranate varieties which. The pomegranates were harvested from Croatia. The results showed the significant variability in weight, size peel and calyx properties, total aril weight, number of arils per fruit, aril and juice yield. Sanz et al., (2016), analyzed the performance of seven algorithms for the classification lamb muscles. They used the Logistic Regression (LR), the Linear Discriminant Analysis (LDA), the Center Based Nearest Neighbor algorithm, two ANNs and two Support Vector Machines (SVM). ANNs were Multilayer Perceptron with Scaled Conjugate Gradient (MLP-SCG) and Least Mean Squares (LMS) algorithm. SVMs were v SVM and the SVM trained with Sequential Minimal Optimization (SMO). They used a leave-one-out evaluation method. They reported that the best result achieved using linear LMS method with the 96.67% accuracy.

2. Material and Method

2.1. Material

In this study, 464 carrots were taken from Konya Kaşınhanı in September 2017. All measurements in the study were performed at room temperature of 25° C and on the same day. The length was measured with a steel ruler of 1 mm accuracy with a length of 50 cm to determine the physical properties of the carrots. The cross section radius of the carrots was determined at 5 cm intervals.

2.2. Method

Artificial Neural Network (ANN) is one of the commonly used and most successful methods (Taşdemir et al., 2017). The Multilayer Perceptron (MLP) is the most frequently applied model of ANN. MLP is a network of simple processing units located into a hierarchical layer model. MLP networks are typically used to perform supervised learning tasks (Kayabasi, 2017). The Back Propagation (BP) algorithm is a popular supervised learning algorithm which produces effective MLP. The goal of BP is to optimize the weights such that the MLP learns correctly map inputs to outputs. A standard BP network structure consists of three layers: one input, one hidden layer and one output layers.

Backpropagation algorithm uses for both regression and classification problems. The Levenberg-Marquardt (LM) algorithm, also known as the damped least-squares method is a very simple method. However it is a robust method for function approximation. LM algorithm works with loss functions. In LM algorithm loss function is sum of squared errors. LM works with the gradient vector and the Jacobian matrix.

Product Unit Neural Network (PUNN) were introduced by Durbin and Rumelhart in 1989 (Durbin and Rumelhart, 1989). PUNN can be used in any problem where the backpropagation network with summation unit was used. Traditional ANN is constructed using multiple layers of summation units. In this type of ANN each input is multiplied by a weight and then summed. In PUNNs the summation unit of hidden layer is replaced by product unit (Ismail and Engelbrecht, 1999). In this study Cuckoo Optimization Algorithm (COA) has been used to train PUNN (Kahramanli, 2017). Neural network formulations were regained remarkable popularity in the form of Deep Learning (DL) methods in the machine learning and computer vision communities. One of the reasons of this popularity is availability of larger datasets to be exploited automatically using these methods. The other reason is availability of more efficient hardware devoted to scalable computation (Huertaa et al., 2015). In recent years, many algorithmic methods for training large-scale models have been presented. These methods can be grouped into three categories: Optimized DL models, Parallel DL models and GPU-based implementation (Zhanga et al., 2018). There are a huge number of options for the architecture of deep learning (Zhao et al., 2017). In Deep Feedforward Neural Network (DFN) a supervised learning method is used where the weights are learned by minimizing the difference between the predicted and the target value.

When neural networks include feedback connections, they are called Recurrent Neural Networks (RNN). Long Short-Term Memory (LSTM) network is a special kind of RNN. Instead of neurons LSTM is composed of memory blocks, it computes a mapping from an input sequence (x) to an output sequence (y) by calculating the network unit activations iteratively using the equations (1-6) from $t = 1$ to $t = \tau$ with initial values $C_0 = 0$ and $h = 0$. Formally, the formulas to update an LSTM unit at time t are:

$$i_t = \sigma(U_i x_t + W_i h_{t-1} + b_i) \quad (1)$$

$$f_t = \sigma(U_f x_t + W_f h_{t-1} + b_f) \quad (2)$$

$$\tilde{c}_t = \tanh(U_c x_t + W_c h_{t-1} + b_c) \quad (3)$$

$$c_t = f_t \circ c_{t-1} + i_t \circ \tilde{c}_t \quad (4)$$

$$o_t = \sigma(U_o x_t + W_o h_{t-1} + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t \circ \tanh(c_t) \quad (6)$$

Where σ is the sigmoid function, c_t is a memory cell, f_t , i_t and o_t are an forget, input and output gates, respectively. At time t , x_t and h_t denotes the input and the hidden states, respectively. b is a bias term, W and U are weight matrices, \circ denotes the multiplication operation.

3. Results

The aim of the study is to calculate the volume of the carrot. In this section, the results were presented and compared. For modeling 464 carrots were used. For modeling three different ANN algorithms and two different DL methods were used. These algorithms are: BP, LM, PUNN, DFN and LSTM. The structure of the ANN used consists of one input layer of six inputs, one hidden layer and an output layer with one output. Table 1 shows the best ANN configuration for all three algorithms and their statistical results. Table 2 show the results of DFN and LSTM networks.

Table 1. Best ANN configuration of BP, LM and PUNN networks and their statistical results

Training Algorithm	Number of neurons in hidden layer	RMSE	MAE	R ²
BP	15	0.04339	0.03544	0.94281
LM	14	0.03800	0.03055	0.95616
PUNN	2	0.03750	0.03072	0.95733

Table 2. Developed DFN and LSTM networks and their statistical results

Models	RMSE	MAE	R ²
DFN	0.0312	0.0239	0.9765
LSTM	0.0312	0.0254	0.9766

Figures 1 shows the results of the best models for BP, LM and PUNN algorithms. Figure 2 (a) shows the results of DFN which trained with SGD algorithm. Figure 2 (b) shows the results of LSTM network.

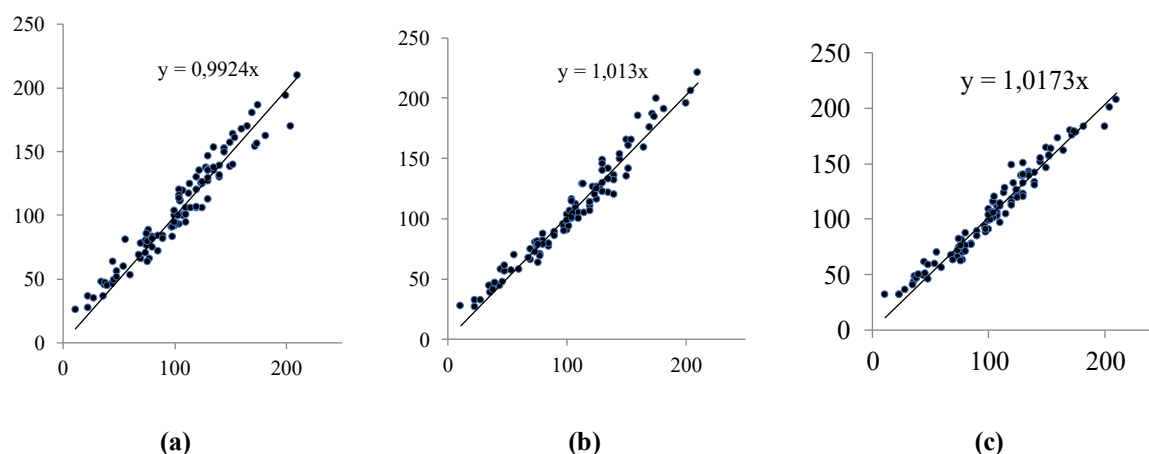


Figure 1. Correlation between predicted and experimental values by a) BP b) LM c) PUNN

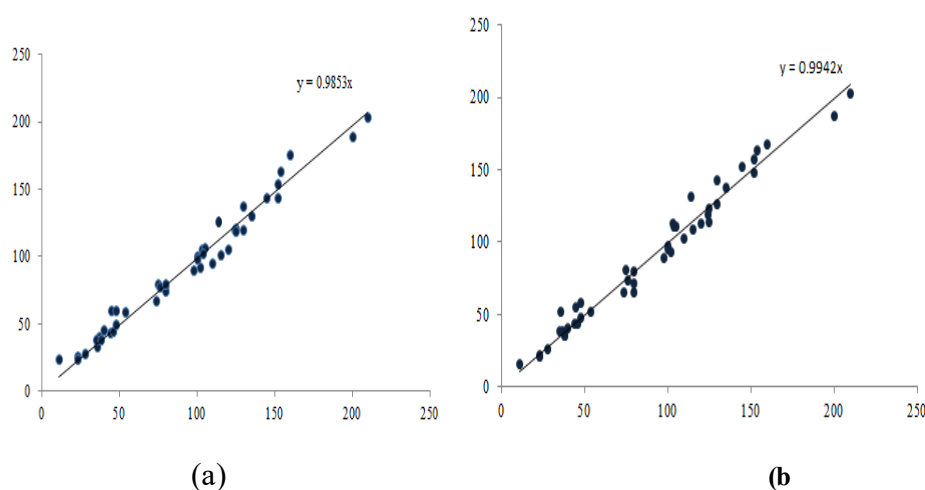


Figure 2. Correlation between measured and predicted values by a) DFN b) LSTM

Figures 1-2 show that all models are achieved successful results. The slopes of correlation line of BP are 0.9924, LM's slope is 1.013 and PUNN's slope is 1.017. The slope of correlation line of DFN is 0.9853 while it is equal to 0.9942 for LSTM network. The RMSE is equal for both models and R^2 is almost equal for DFN and LSTM, while it is 0.9428, 0.9562 and 0.9573 for BP, LM and PUNN respectively.

4. Discussion and Conclusions

In this paper three ANN and two DNN models were used to predict volume of Nantes type carrots. Totally of 464 carrots were used, which were taken from Kaşınhanı, Konya, Turkey. It was seen from the results that, all methods are successful to predict carrot volume may be used in practice in industry. In future, a work to develop of full system is aimed. This system will take a picture of a carrot on the belt, determine its length and radiuses by image processing, calculate volume by DNN and decide in which packet it should be put.

References

- Bao, B., Chang, K.C. (1995). Carrot juice color, carotenoids, and nonstarchy polysaccharides as affected by processing conditions. *J. Food Sci.*, 59 pp. 1155-1158
- Bureau, J.L., Bushway, R.J. (1986). HPLC determination of carotenoids in fruits and vegetables in the United States. *J. Food Sci.*, 51, pp. 128-130.
- Bustos-Vanegas JD., Corrêa PC., Martins MA., Baptestini FM., Campos RC., Oliveira GHH., Nunes EHM. (2018). Developing predictive models for determining physical properties of coffee beans during the roasting process, *Industrial Crops and Products*, 112, pp.839-845.
- Chen, Z. G., Guo, X.Y., Wu, T. (2016). A novel dehydration technique for carrot slices implementing ultrasound and vacuum drying methods. *Ultrason. Sonochem.*, 30, pp. 28-34.
- Durbin R., Rumelhart, D. E. (1989). Product Units: A Computationally Powerful and Biologically Plausible Extension to Backpropagation Networks. *Neural Computation*, Volume 1 | Issue 1 | Spring, pp.133-142.
- Frias, J. Penas, E. Ullate, M. Vidal-Valverde, C. (2010). Influence of drying by convective air dryer or power ultrasound on the vitamin C and beta-carotene content of carrots. *J. Agric. Food Chem.*, 58, pp. 10539-10544.
- Górnicki, K. Kaleta A. (2007). Drying curve modelling of blanched carrot cubes under natural convection condition. *J. Food Eng.*, 82, pp. 160-170.
- Huertaa I., Fernández C., Segura C., Hernandoc J., Prati A. (2015). A deep analysis on age estimation, *Pattern Recognition Letters*, 68, pp.239–249.
- Ismail A. Engelbrecht, A.P. (1999). Training product units in feedforward neural networks using particle swarm optimization. *Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence*, Durban, South Africa, pp. 36-40.

Kahramanli, H. (2017). Training Product-Unit Neural Networks with Cuckoo Optimization Algorithm for Classification. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 5(4), 252-255.

Kayabasi, A. (2017). MLP and KNN Algorithm Model Applications for Determining the Operating Frequency of A-Shaped Patch Antennas. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 5(3), 154-157.

Munder S., Argyropoulos D., Muller J. (2017). Class-based physical properties of air-classified sunflower seeds and kernels, *Biosystems Engineering*, 164, pp.124-134.

Oishi A., Yagawa G. (2017). Computational mechanics enhanced by deep learning, *Computer Methods Appl. Mech. Engrg.* 327, pp.327–351.

Radunić M., Špika M., Ban SG., Gadže J., Díaz-Pérez JC., Lean DM. (2015). Physical and chemical properties of pomegranate fruit accessions from Croatia. *Food Chemistry*, 177, pp. 53-60.

Sanz JA., Fernandes AM., Barrenechea E., Silva S., Santos V., Gonçalves N., Paternain D., Jurio A., Melo-Pinto P. (2016). Lamb muscle discrimination using hyperspectral imaging: Comparison of various machine learning algorithms, *Journal of Food Engineering* 174, pp.92-100.

Soltani M., Alimardani R., Omid M. (2011). Modeling the Main Physical Properties of Banana Fruit Based on Geometrical Attributes, *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 2(2), pp:1-6.

Taşdemir, Ş., Yanıktepe B., Guher, A. B. (2017). Determination of Wind Potential of a Specific Region using Artificial Neural Networks. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 5(3), 158-162.

Vursavus K., Kelebek H., Selli S. (2006). A study on some chemical and physico-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium* L.) in Turkey, *Journal of Food Engineering*, 74, pp.568–575.

Zhanga Q., Yang LT., Chenc Z., Lic P. (2018). A survey on deep learning for big data, *Information Fusion*, 42, pp.146-157.

Zhao B., Feng J., Wu X., Yan S. (2017). A Survey on Deep Learning-based Fine-grained ObjectClassification and Semantic Segmentation, *International Journal of Automation and Computing*, 14(2), pp.119-135.

Image Segmentation with SFS Algorithm and Entropy Methods

Okan Bingöl^{1*}, Serdar Paçacı², Uğur Güvenç³

Abstract: Segmentation is an important step in image analysis. Thresholding method is widely used in image segmentation. In the threshold method, appropriate threshold values should be determined. In this study, four different entropy methods were used to determine the threshold values and multi-level segmentation was performed. The stochastic fractal search algorithm was used to find appropriate threshold values. Segmentation was performed on 50 images in the BSDS300 dataset and the results were statistically evaluated. It was observed that the minimum cross entropy method has given better average results on SSIM scores than the other entropy methods. The highest SSIM score was obtained by the Tsallis entropy method and the highest average value was obtained by the Otsu method.

Keywords: Segmentation, thresholding, entropy, sfs algorithm

1. Giriş

Görüntünün analiz edilmesinde genellikle ilk adımda görüntü bölütleme işlemi yapılmaktadır. Bu sebeple bölütleme, görüntü işlemede önemli bir yere sahiptir. Bir görüntüyü anlamlı bölgelere ayırma işlemi görüntü bölütleme olarak adlandırılmaktadır. Eşikleme yöntemi görüntü bölütlemeye yaygın olarak kullanılmaktadır. İki seviyeli ve çok seviyeli olmak üzere temelde iki çeşit eşikleme yöntemi bulunmaktadır. İki seviyeli eşiklemede görüntüdeki pikseller, ön plandaki nesne ve arka plan olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Bir başka deyişle tek bir eşik değeri belirlenerek bu değere göre pikseller sınıflandırılmaktadır. Çok seviyeli eşiklemede ise birden fazla eşik değeri belirlenerek, görüntüdeki pikseller belirlenen eşik sayısının bir fazlası sınıfa ayrılmaktadır. Uygun eşik değerinin belirlenmesi için Otsu istatistiksel bir yaklaşım sunmuştur (Otsu, 1979). Bir diğer yaklaşım ise entropi yöntemlerini kullanmaktadır.

Entropi yöntemleri ile eşik değerinin belirlenmesi işleminde görüntünün histogram bilgisinden yararlanılmaktadır. Kullanılan yöntemlere göre hesaplanan entropi değerinin maksimize ya da minimize edilmesi ile uygun eşik değerleri bulunmaktadır. Bölütlenmek istenen sınıf sayısının artması ile birlikte, uygun eşik değerlerinin belirlenmesi için test edilmesi gereken olasılıklar da artmaktadır. Tüm olasılıkların denenmesi bir yaklaşım olmakla birlikte, efektif bir işlem değildir. Bu sebeple bu çalışmada uygun eşik değerlerinin tespit edilmesi işlemi bir optimizasyon problemi olarak görülmüş ve meta sezgisel bir algoritma olan stokastik fraktal arama (SFA) algoritması kullanılmıştır.

Meta sezgisel algoritmalar esnek yapıda olmaları ve birçok probleme küçük değişiklikler yaparak uygulanabilme özelliklerinden dolayı sıklıkla kullanılmaktadırlar. Ayrıca klasik optimizasyon algoritmalarının optimum çözümü bulmak için çokça kullandıkları türev gibi

bilgilere ihtiyaç duymamalarından dolayı tercih edilmektedirler. Meta sezgisel algoritmalar mutlak optimum çözüm noktasını bulmayı garanti etmezler, buna karşın kabul edilebilir bir zaman içinde optimum çözüm noktasına yaklaşık bir çözüm üretebilirler (Karaboğa, 2005). SFA, 2015 yılında Salimi tarafından literatüre sunulmuş bir algoritmadır. Fraktallerin doğadaki yayılımlarından esinlenerek fraktal arama algoritmasını geliştiren Salimi, bu algoritmanın optimize edilmek istenen probleme göre parametre seçimlerine ihtiyaç duyması ve fraktaller arasında bilgi alış-verişinin olmaması sebebiyle SFA algoritmasını geliştirmiştir. SFA algoritmasını temelde yayılım ve güncelleme süreçleri olmak üzere iki ana süreç üzerine kurmuştur (Salimi, 2015).

Bu çalışmada uygun eşik değerlerinin belirlenebilmesinin test edilmesi için Berkeley bölütleme veri seti içerisinde yer alan ve rastgele olarak seçilen 50 adet görüntü kullanılmıştır (Martin vd., 2001). Görüntüdeki pikseller beş sınıfa ayrılarak bölütleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Uygun eşik değerlerinin belirlenmesinde SFA algoritmasında uygunluk fonksiyonu olarak Kapur, Tsallis, Minimum Cross ve Havrda ve Charvat entropi yöntemleri kullanılmıştır. Bölütleme sonuçlarının başarısını ölçmek için yapısal benzerlik indeksi (SSIM) hesaplanmıştır.

Çalışma şu şekilde organize edilmiştir. Öncelikle 2. bölümde entropi yöntemleri, Otsu metodu ve SFA algoritmaları hakkında bilgiler sunulmuştur. 3. bölümde çalışma sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. 4. ve son bölümde ise sonuçlar açıklanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde imge bölütlemeye eşik değerinin bulunması için kullanılan entropi yöntemleri, Otsu metodu ve SFA algoritması açıklanmıştır.

2.1. Entropi yöntemleri

Entropi en temel haliyle bir sistemin düzensizliğinin ölçüsünü ifade etmektedir. Entropi yöntemleri kullanılarak görüntü eşiklemede kullanılacak olan eşik değerleri belirlenebilmektedir. Bir başka deyişle entropi yöntemleri ile görüntüye uygun eşik değerleri hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada Kapur, Tsallis, Minimum Cross ve Havrda ve Charvat entropi yöntemleri kullanılmıştır. Görüntü bölütlemeye eşik değerinin entropi yöntemiyle bulunması işleminde öncelikle; görüntünün normalize edilmiş histogram vektörü hesaplanır. Bu vektör $P = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_{256})$ olarak tanımlanmış olsun.

Kapur entropi yöntemi ile pikselleri sınıflara ayırmak için Eşitlik 1'de verilen entropi değerleri hesaplanmaktadır (Kapur vd., 1985). Eşitlikteki t değişkenleri eşik değerlerini ifade etmektedir. Bu çalışmada kullanılan görüntüler 8 bitlik görüntüler olduğundan dolayı L ifadesi 256 olarak alınmıştır.

$$\begin{aligned}
 Hk_1(t) &= - \sum_{i=1}^{t_1} \frac{P_i}{P_1} \ln \frac{P_i}{P_1}, \\
 Hk_2(t) &= - \sum_{i=t_1+1}^{t_2} \frac{P_i}{P_2} \ln \frac{P_i}{P_2}, \\
 Hk_n(t) &= - \sum_{i=t_{n-1}+1}^L \frac{P_i}{P_n} \ln \frac{P_i}{P_n}
 \end{aligned} \tag{1}$$

Eşitlik 1’de verilen P_n ifadeleri Eşitlik 2’de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$P_1(t) = \sum_{i=1}^{t_1} p_i, \quad P_2(t) = \sum_{i=t_1+1}^{t_2} p_i, \quad P_n(t) = \sum_{i=t_{n-1}+1}^L p_i \quad (2)$$

Kapur entropi yöntemi ile eşik değerlerinin bulunması işleminde, entropi değerlerinin toplamını maksimize eden entropi değerleri aranmaktadır. Bu işlem Eşitlik 3’de gösterildiği şekliyle ifade edilmektedir.

$$\varphi k(t_1, t_2, \dots, t_n) = Arg \max(Hk_1(t) + Hk_2(t) + \dots + Hk_n(t)) \quad (3)$$

Tsallis yönteminde entropi değerleri bulunurken Eşitlik 4’de verilen ifade kullanılmaktadır (Tsallis 1988; Tsallis vd., 2001). Eşitlikte q sistemin genişletilebilirlik ölçüsünü göstermek üzere P_n ifadeleri Eşitlik 2’de verildiği gibi hesaplanmaktadır. Bu çalışmada q parametresi 0,5 olarak alınmıştır.

Tsallis entropi yönteminde uygun eşik değerlerini veren değişkenler aranırken, Eşitlik 5’de verilen ifade kullanılmaktadır.

$$Ht_1(t) = \frac{1 - \sum_{i=1}^{t_1} \left(\frac{p_i}{P_1} \right)^q}{q-1},$$

$$Ht_2(t) = \frac{1 - \sum_{i=t_1+1}^{t_2} \left(\frac{p_i}{P_2} \right)^q}{q-1},$$

$$Ht_n(t) = \frac{1 - \sum_{i=t_{n-1}+1}^L \left(\frac{p_i}{P_n} \right)^q}{q-1} \quad (4)$$

$$\varphi t(t_1, t_2, \dots, t_n) = Arg \max \left(\begin{array}{l} Ht_1(t) + Ht_2(t) + \dots + Ht_n(t) + \\ (1-q).Ht_1(t).Ht_2(t).....Ht_n(t) \end{array} \right) \quad (5)$$

Minimum Cross entropi yönteminde entropi değerleri Eşitlik 6’da verildiği gibi hesaplanmaktadır (Li ve Lee, 1993). Eşitlikte kullanılan u fonksiyonu Eşitlik 7’de tanımlandığı gibi kullanılmaktadır.

$$Hmc_1(t) = \sum_{i=1}^{t_1} i p_i \ln \frac{i}{u(1, t_1)},$$

$$Hmc_2(t) = \sum_{i=t_1+1}^{t_2} i p_i \ln \frac{i}{u(t_1, t_2)},$$

$$Hmc_n(t) = \sum_{i=t_{n-1}+1}^L i p_i \ln \frac{i}{u(t_n, L)} \quad (6)$$

$$u(a,b) = \frac{\sum_{i=a}^b i p_i}{\sum_{i=a}^b p_i} \quad (7)$$

Minimum Cross entropi yöntemine göre en uygun değerler bulunurken minimizasyon işlemi yapılmaktadır. Bu işlem için tanımlanan ifade Eşitlik 8’de verilmiştir.

$$\varphi mc(t_1, t_2, \dots, t_n) = Arg \min \left(\sum i.p. \ln(i) - Hmc_1(t) - Hmc_2(t) - \dots - Hmc_n(t) \right) \quad (8)$$

Havrda ve Charvat entropi yönteminde entropi değerleri Eşitlik 9’da verildiği gibi hesaplanmaktadır (Havrda ve Charvat, 1967; Pavesic ve Ribaric, 2000).

$$\begin{aligned} Hhc_1(t) &= \frac{1}{1-\alpha} \sum_{i=1}^{t_1} \left(\frac{p_i}{P_1} \right)^\alpha - 1, \\ Hhc_2(t) &= \frac{1}{1-\alpha} \sum_{i=t_1+1}^{t_2} \left(\frac{p_i}{P_2} \right)^\alpha - 1, \\ Hhc_n(t) &= \frac{1}{1-\alpha} \sum_{i=t_{n-1}+1}^L \left(\frac{p_i}{P_n} \right)^\alpha - 1 \end{aligned} \quad (9)$$

Bu yöntemde entropi değerlerinin hesaplanması için maksimizasyon yapılmaktadır. İlgili işlem Eşitlik 10’da verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\varphi hc(t_1, t_2, \dots, t_n) = Arg \max \left(\frac{Hhc_1(t) + Hhc_2(t) + \dots + Hhc_n(t)}{(1-\alpha).Hhc_1(t).Hhc_2(t) \dots Hhc_n(t)} \right) \quad (10)$$

2.2. Otsu metodu

Otsu metodu ile görüntüdeki renk dağılımına göre eşik değerlerinin hesaplanması konusunda istatistiksel bir yaklaşım sunulmuştur (Otsu, 1979). Görüntüde sınıflandırılmak istenen piksel değerlerinin sınıf içi varyans değeri hesaplanır. Temel amaç sınıf içindeki varyansı küçük tutarken, sınıflar arası varyansın büyük olmasını sağlamaktır. Entropi yöntemlerinde olduğu gibi, Otsu metodunda da öncelikle görüntünün normalize edilmiş histogramı hesaplanmaktadır. Bu vektör bölüm 2.1’de verildiği şekliyle ifade edilirse, öncelikle normalize edilmiş histogram değerlerine göre sınıf içi toplam olasılıklar hesaplanmaktadır. Bu işlem Eşitlik 11’de verilmiştir.

$$w_0 = \sum_{i=1}^T P(i) \quad , \quad w_1 = \sum_{i=T+1}^L P(i) \quad (11)$$

Bu hesaplama işleminden sonra sınıfların merkez değerlerinin hesaplanması işlemi yapılmaktadır. Bu işlem Eşitlik 12’de verilmiştir.

$$\mu_0 = \sum_{i=1}^T \frac{iP(i)}{w_0}, \quad \mu_1 = \sum_{i=T+1}^L \frac{iP(i)}{w_1} \quad (12)$$

Son olarak sınıflar arası varyans hesaplanmaktadır. Bu işlem Eşitlik 13'de verildiği gibi yapılmaktadır.

$$\sigma^2 = w_0 * w_1 * (\mu_1 - \mu_0)^2 \quad (13)$$

2.3. Stokastik fraktal arama algoritması

SFA algoritması iki ana süreç üzerine kurulmuştur. Bunlar yayılım ve güncelleme süreçleridir. Birinci ana süreç olan yayılım sürecinde her fraktal kendi çevresinde yayılım yapmakta olup algoritmanın lokal arama özelliğini üstlenmektedir. Bu işlem ile global optimum noktanın bulunma olasılığını artırılırken, lokal optimum noktalara yakalanma olasılığını da azaltılmış olmaktadır. İkinci ana süreç olan güncelleme sürecinde ise, arama uzayında yer alan diğer fraktallerin konumlarından yararlanılarak çeşitliliğin artırılması amaçlanmıştır.

SFA algoritması yayılım sürecinde Gauss yürüme fonksiyonu kullanılmaktadır. Gauss yürüme fonksiyonu için iki farklı kullanım şekli önerilmiştir. Bu fonksiyonlar Eşitlik 14 ve 15'de verilmiştir. Eşitlerdeki μ_{BP} en iyi uygunluk değerine sahip olan fraktalin konumunu, μ_p yayılım yapacak olan fraktalin konumunu, BP en iyi uygunluk değerine sahip fraktali, P_i yayılım yapacak olan fraktali ve ε $[0, 1]$ aralığında rastgele olarak üretilen bir sayıyı ifade etmektedir.

$$GW_1 = \text{Gaussian}(\mu_{BP}, \sigma) + (\varepsilon BP - \varepsilon' P_i) \quad (14)$$

$$GW_2 = \text{Gaussian}(\mu_p, \sigma) \quad (15)$$

Gauss yürüme fonksiyonunun adım büyüklüğünü belirleyen σ parametresi Eşitlik 16'da verildiği gibi hesaplanmaktadır. Burada yer alan g ifadesi jenerasyon değerini ifade etmektedir. $\log(g)/g$ ifadesini kullanılmaktaki amaç ilerleyen jenerasyonlarda, standart sapma değerinin azalacak olmasına bağlı olarak, daha yerel arama yaparak global optimum noktanın bulunma olasılığının artırılmasıdır.

$$\sigma = \left| \frac{\log(g)}{g} (P_i - BP) \right| \quad (16)$$

Birçok meta-sezgisel optimizasyon yönteminde olduğu gibi SFA algoritması başlangıcında da arama uzayında rastgele fraktaller yerleştirilir. Her bir fraktal P_j , arama uzayındaki alt sınır LB ve üst sınır da UB ile gösterilirse oluşturulacak olan fraktal Eşitlik 17'de verildiği gibi elde edilir. Burada ε , $[0, 1]$ aralığında rastgele olarak üretilen bir sayıyı ifade etmektedir.

$$P_j = LB + \varepsilon (UB - LB) \quad (17)$$

Her bir fraktal oluşturulduktan sonra uygunluk fonksiyonu kullanılarak fraktalin uygunluk değerleri elde edilmektedir. Yayılım sürecinde her bir fraktal Eşitlik 14 ya da 15 kullanılarak

yayıldıktan sonra, oluşturulan yeni fraktalin uygunluk değerleri hesaplanır. Yayılım yapan fraktalden daha iyi uygunluk değerine sahip olan fraktal varsa sonraki jenerasyonlara aktarılmak için yayılım yapan fraktalin yerine koyulur. Yayılım sürecinden sonra fraktaller uygunluk değerlerine göre sıralanmaktadır. Bu işlemden sonra da Eşitlik 18’de verilen ifade ile her bir fraktale bir olasılıksal değer atanır. Burada rank uygunluk değerine göre sıralamadaki yerini ifade ederken, N ise jenerasyondaki toplam fraktal sayısını ifade etmektedir.

$$Pa_i = \frac{\text{rank}(P_i)}{N} \quad (18)$$

Eşitlik 18 sonucunda uygunluk değerine göre iyi sonuç verenlere daha yüksek olasılıksal değer verilmiş olur. Bu aşamadan sonra güncelleme süreci başlamaktadır. Güncelleme süreci kendi içerisinde birinci ve ikinci güncelleme süreci olarak ikiye ayrılmaktadır. Birinci güncelleme süreci Eşitlik 19’da verildiği şekliyle yapılmaktadır. P_r ve P_i jenerasyon içerisinde rastgele olarak seçilmiş iki fraktali, P_i güncelleme sürecinde olan fraktali ve ε [0, 1] aralığında rastgele olarak üretilen bir sayıyı ifade etmektedir ifade etmektedir.

$$P'_i(j) = \begin{cases} P_r(j) - \varepsilon(P_i(j) - P_i(j)) & \varepsilon > Pa_i \\ P_i(j) & \varepsilon \leq Pa_i \end{cases} \quad (19)$$

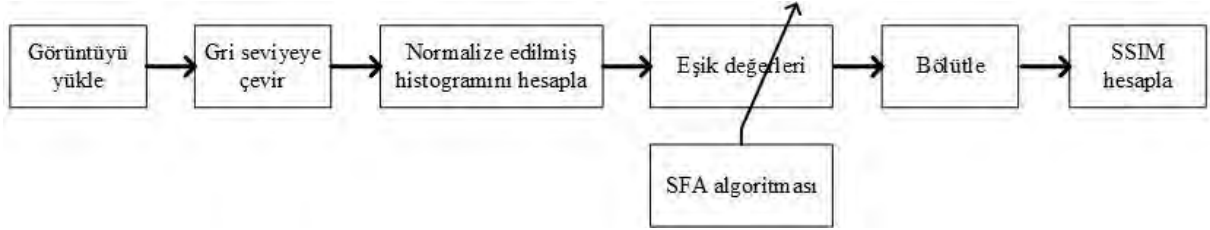
Birinci güncelleme sürecinin bitmesinin ardından, oluşturulan her bir yeni çözüm noktası için uygunluk fonksiyonu kullanılarak uygunluk değerleri hesaplanmaktadır. Oluşturulan yeni fraktal, güncelleme sürecine giren fraktalden daha iyi uygunluk değerine sahipse, oluşturulan fraktal jenerasyondaki yerini almaktadır. İkinci güncelleme sürecine başlamadan önce Eşitlik 18 kullanılarak yine fraktallere olasılıksal değerler atanmaktadır. İkinci güncelleme sürecinde her bir fraktal için, eğer hesaplanan Pa_i değeri rastgele üretilen ε değerinden küçükse işlem görmekte aksi takdirde işleme girmeden değerini korumaktadır. Eğer fraktal işleme girecek ise Eşitlik 20’de verilen ifadeye göre yeni fraktal oluşturulmaktadır. Burada yine rastgele olarak oluşturulan ε' değerine göre iki farklı yöntem ile yeni fraktal oluşturulmaktadır.

$$P''_i = \begin{cases} P'_i - \hat{\varepsilon}(P'_i - BP) & \varepsilon' \leq 0.5 \\ P'_i - \hat{\varepsilon}(P'_i - P'_r) & \varepsilon' > 0.5 \end{cases} \quad (20)$$

3. Bulgular

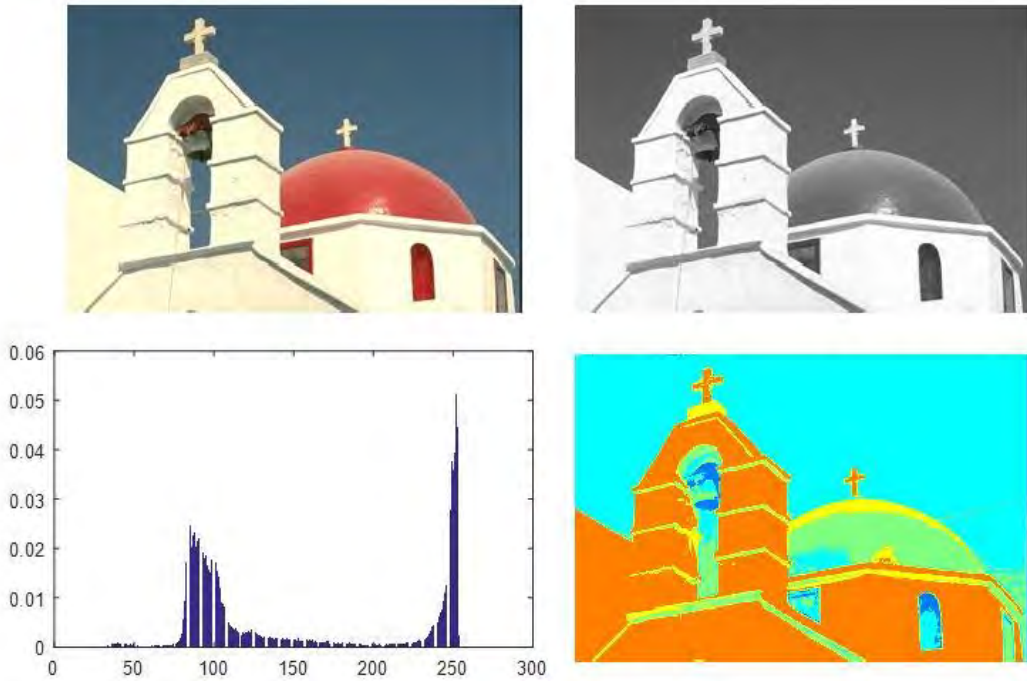
Simülasyonlar Intel Core i5 3.20 GHz işlemcili, 8 GB RAM ve 120 GB SSD’ye sahip bir bilgisayarda, Matlab 2016b programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerin yapılması için Berkeley bölütleme veri seti (BSDS300) içerisinde 50 adet görüntü kullanılmıştır (Martin vd., 2001). Görüntüler gri seviyede değerlendirilmiş ve görüntüdeki pikseller beş sınıfa ayrılmıştır. Değerlendirme için veri setinde yer alan bölütleme sonuçları referans alınarak yapısal benzerlik indeksi (SSIM) hesaplanmıştır. SFA algoritması için başlangıç fraktal sayısı, maksimum jenerasyon sayısı, maksimum yayılım sayısı ve yayılım fonksiyonu seçim parametresi sırasıyla 50, 1000, 2 ve 0,5 olarak seçilmiştir. Görüntüdeki pikseller beş sınıfa ayrılacağından dolayı, dört adet eşik değeri belirlemesi yapılmış ve dolayısıyla problem dört boyutlu bir optimizasyon problemi olarak ele alınmıştır.

Yapılan çalışmaya ait akış şeması Şekil 1’de verilmiştir. Öncelikle görüntü yüklendikten sonra, gri seviyeye çevrilmektedir. Görüntünün histogramı hesaplandıktan sonra normalize edilmekte ve elde edilen vektör entropi yöntemlerinde kullanılmaktadır. SFA algoritması uygunluk fonksiyonu olarak entropi yöntemleri kullanılmış ve yönteme göre maksimize ya da minimize edilmiştir. Elde edilen eşik değerleri kullanılarak bölütleme işlemi yapılmıştır. Bölütleme işleminden sonra bölütleme sonucunun değerlendirilmesi için SSIM değeri hesaplanmıştır.



Şekil 1. Bölütleme akış şeması

Veri seti içerisinde yer alan “118035.jpg” dosyasına ait bölütleme sonuçları Şekil 2’de verilmiştir. İlk satırın solunda orijinal görüntü, sağında gri seviyeye dönüştürülmüş hali yer alırken, ikinci satırın solunda normalize edilmiş histogram ve sağında da bölütleme sonucu yer almaktadır.



Şekil 2. 118035 görüntü bölütleme sonucu

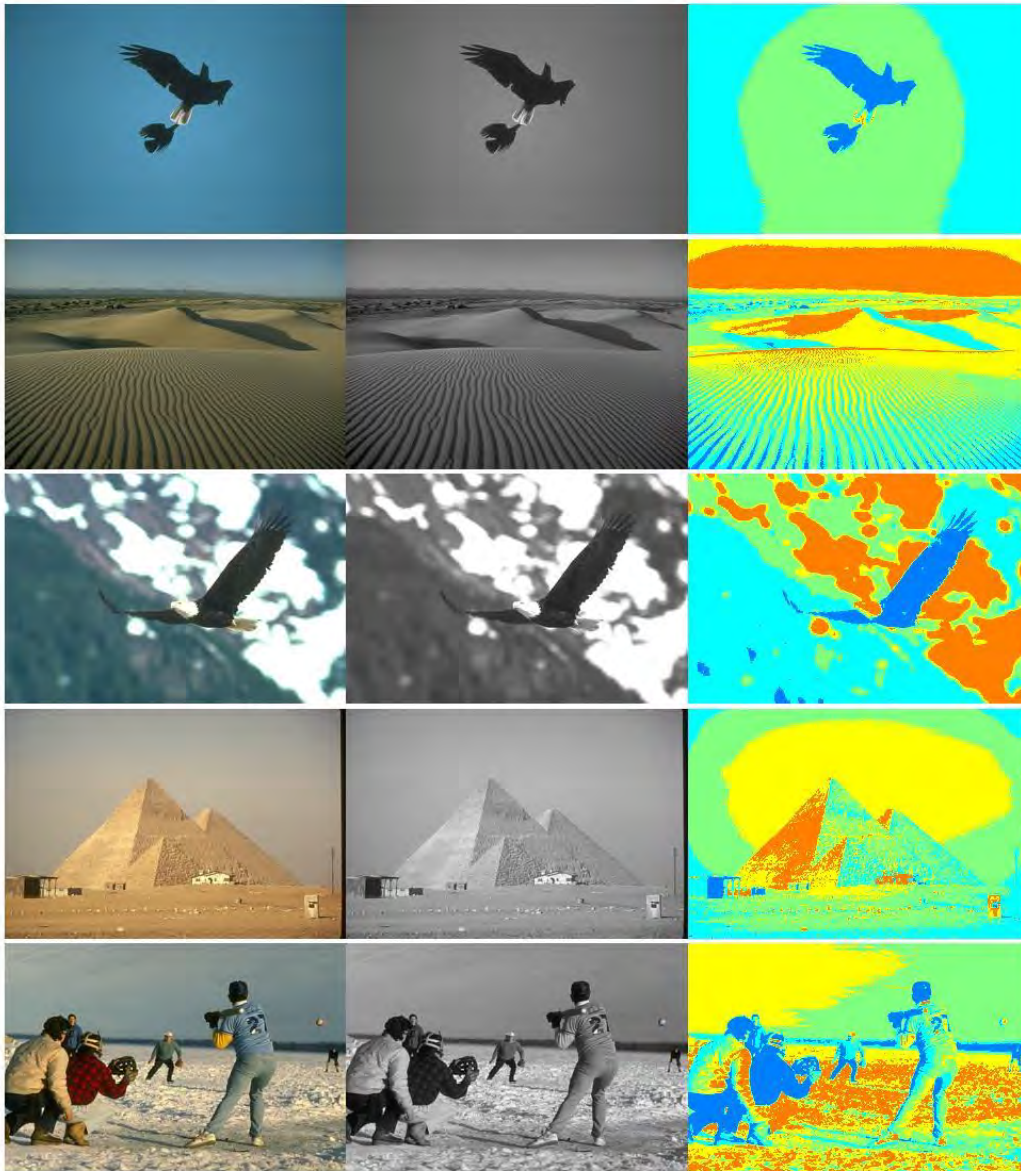
Veri seti içerisinde yer alan 50 adet görüntüye ait elde edilen bölütleme sonuçları üzerinde yapılan SSIM analizi istatistiksel sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Bölütleme SSIM sonuç istatistikleri

Metod	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Otsu	0,510	0,902	0,706	0,087
Havrda ve Charvat	0,427	0,854	0,605	0,088
Kapur	0,269	0,939	0,580	0,138
Minimum Cross	0,584	0,862	0,667	0,063
Tsallis	0,324	0,942	0,585	0,126

Çizelge 1 incelendiğinde maksimum SSIM değerinin Tsallis entropi yönteminde elde edildiği görülmektedir. Ortalama değerler dikkate alındığında Otsu metodunun birinci sırada yer aldığı, entropi yöntemlerinden minimum cross entropi yönteminin ise diğer entropi yöntemlerine göre ortalamada daha iyi sonuçlar elde ettiği gözlemlenmiştir.

Şekil 3’de örnek bölütleme sonuçları verilmiştir. Şekilde ilk sütunda orijinal görüntüler, ikinci sütunda gri seviyeye çevrilmiş hali ve son sütunda da bölütleme sonuçları verilmiştir.



Şekil 3. Örnek bölütleme sonuçları

4. Sonuçlar

Bu çalışmada entropi yöntemleri ve Otsu metodu kullanılarak çok seviyeli eşikleme yapılmıştır. Entropi yöntemleri ile uygun eşik değerlerinin belirlenmesinde SFA algoritması kullanılmıştır. BSDS300 veri seti içerisinden rastgele olarak seçilen 50 adet görüntü üzerinde bölütleme simülasyonu gerçekleştirilmiş ve elde edilen bölütleme sonuçları üzerinde SSIM değeri hesaplanmıştır. Simülasyon sonuçlarından elde edilen verilere göre; Tsallis entropi yöntemi ile en uygun bölütleme işleminin “135069” görüntüsü üzerinde 0,942’lik SSIM değeri ile gerçekleştiği gözlemlenmiştir. En düşük SSIM değeri yani en kötü bölütleme sonucunun 0,269’luk değer ile Kapur entropi yöntemi kullanıldığında elde edildiği tespit edilmiştir. Bu bölütleme “140055” görüntüsü üzerinde yapılan bölütleme ile elde edilmiştir. Yöntemlerin elde ettikleri ortalama değerler göz önüne alındığında en iyi metodun Otsu olduğu, test edilen entropi yöntemleri arasından da minimum cross entropi yöntemi olduğu gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

Havrda, J., Charvt, F., 1967. Quantification method of classification processes. Concept of structural α -entropy. *Kybernetika*, 3(1), 30-35.

Kapur, J.N., Sahoo, P.K., Wong, A.K., 1985. A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram. *Computer vision, graphics, and image processing*, 29(3), 273-285.

Karaboğa, D., 2005. An idea based on honey bee swarm for numerical optimization, Technical report-tr06, Erciyes University, Engineering faculty, Computer engineering department.

Li, C.H., Lee, C.K., 1993. Minimum cross entropy thresholding. *Pattern recognition*, 26(4), 617-625.

Martin, D., Fowlkes, C., Tal, D., Malik, J., 2001. A database of human segmented natural images and its application to evaluating segmentation algorithms and measuring ecological statistics.

Otsu, N., 1979. A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 9(1), 62-66.

Pavesic, N., Ribaric, S., 2000. Gray level thresholding using the Havrda and Charvat entropy. In 2000 10th Mediterranean Electrotechnical Conference. Information Technology and Electrotechnology for the Mediterranean Countries. Proceedings. MeleCon 2000 (Cat. No. 00CH37099) (Vol. 2, pp. 631-634). IEEE.

Salimi, H., 2015. Stochastic fractal search: a powerful metaheuristic algorithm. *Knowledge-Based Systems*, 75, 1-18.

Tsallis, C., 1988. Possible generalization of Boltzmann-Gibbs statistics. *Journal of statistical physics*, 52(1-2), 479-487.

Tsallis, C., Rajagopal, A.K., Plastino, A.R., Andricioaei, I., Stranb, J.E., Abe, S., Klos, J., 2001. Nonextensive Statistical Mechanics and Its Applications, edited by S. Abe and Y. Okamoto.

Analysis of the Monolithic Columns Produced in Troad and Mysia Region Ancient Granite Quarries in North-Western Anatolia via the Histograms of the Hand Specimen Images

Serdar Enginoğlu^{1*}, Uğur Erkan², Murat Ay³, Veysel Tolun³

Abstract: Recently, Ay and Tolun's analysis [An Archaeometric Approach on the Distribution of Troadic Granite Columns in the Western Anatolian Coasts. *Journal of Archaeology & Art*, 156, 2017, 119–130 (In Turkish)] about the distribution in North-Western Anatolia of the monolithic columns produced in the ancient granite quarries, located in Troad Region and Mysia Region have been modelled by using a soft decision-making method referred to as Monolithic Columns Classification Method (MCCM). We, in this study, propose a new method named Monolithic Columns Classification Method Based on Histogram (MCCMh). MCCMh uses the similarity of the histograms of the section images and a threshold value. The results herein corroborate the results mentioned above wholly. Finally, we discuss the need for further research.

Keywords: Ancient granite quarries, classification, histogram, monolithic column, similarity

1. Introduction

During the Roman Imperial Period, monolithic columns were produced in two granite sources in Anatolia (Figure 1. a.). These granite reserves are located in the Troad and Mysia regions being two ancient regions in the North West Anatolia (Galetti et al., 1992; Williams-Thorpe and Thorpe, 1993; Williams-Thorpe and Henty, 2000). Located in around mountain of ığrı in Ezine district of Çanakkale, Koçali (Figure 1. b.) and Akçakeçili (Figure 1. c.) are most crucial ancient granite quarries in the Troad Region (Ponti, 1995; Ay, 2017; Ay and Tolun, 2017a, b). Also, located around the mountain of Kozak (Figure 1. d.) in Bergama district of Izmir, Bergama Kozak is the unique ancient granite quarry in the Mysia Region (Williams-Thorpe et al., 2000).

The lack of sufficient archaeological document on the export of monolithic columns produced in these regions makes it difficult to understand their origins, however, in the event that enough data, this distinction can be provided through archaeometric analysis. The primary methods used in this direction are mineralogical-petrographic and geochemical analyses. To make this distinction, the analysis results of the samples taken from geological sources and archaeological finds are compared (Williams-Thorpe and Thorpe, 1993; Williams-Thorpe and Henty, 2000; Williams-Thorpe et al., 2000; Potts, 2002; Williams-Thorpe, 2008; Ay, 2017; Ay and Tolun, 2017b).

¹ Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

² Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, Turkey

³ Department of Archaeology, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

* Corresponding author: serdarenginoglu@gmail.com

Recently, the distribution of granite columns of Troad origin in North-Western Anatolia has examined by Ay and Tolun (Ay, 2017; Ay and Tolun, 2017b). In doing so, geological samples have been taken from Koçali and Akçakeçili in Troad and Kozak ancient granite quarries in Mysia. Also, archaeological samples have been taken from the ancient cities of Sanctuary Apollo Smintheus (Smintheion), the Serapeion (“Red Hall”) in Pergamon, the Agora of Smyrna, the major Lycian city of Tlos, and the famous Pamphylian city of Side. They have divided the samples into two groups as sources and finds. They then have compared the archaeological and geological samples by using mineralogical-petrographic and geochemical analyses. Hereby, the authors have revealed which archaeological samples are more similar to which geological samples by using the results mentioned above.

The results of this analyses demonstrate that the granite columns from Smintheion 1, Smintheion 2, Agora of Smyrna 2, Tlos Stadium and Side Theatre could have been originated of Troad (Koçali - Akçakeçili), while Agora of Smyrna 1, Pergamon/Red Hall and Tlos Theatre samples taken from could have been originated Mysia (Kozak).

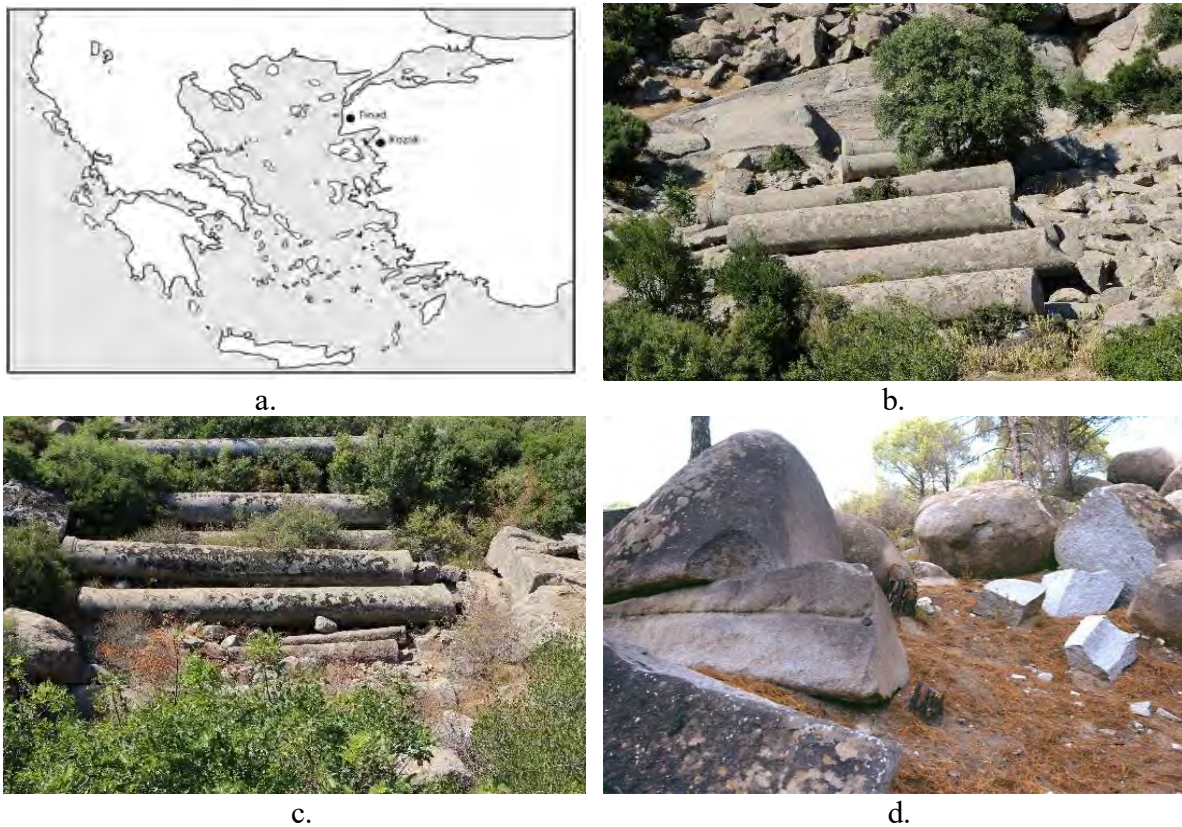


Figure 1. a. Troad and Kozak ancient quarries in the Roman period (Williams-Thorpe, 2008) b. Akçakeçili quarry c. Koçali quarry d. Kozak quarry (De Vecchi et al., 2000)

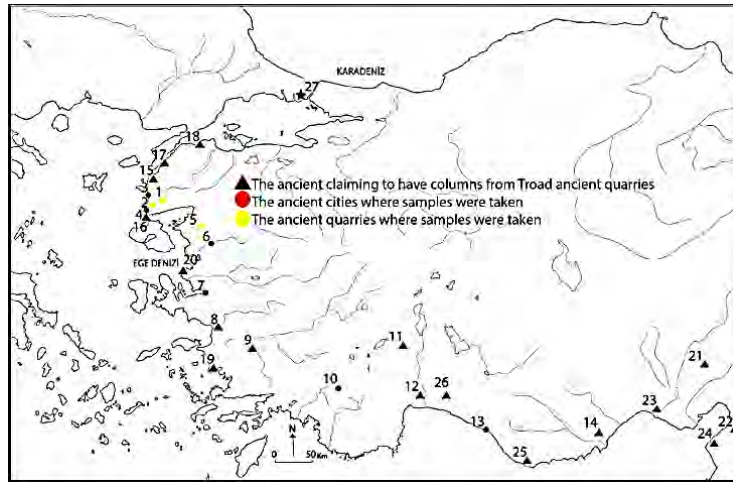
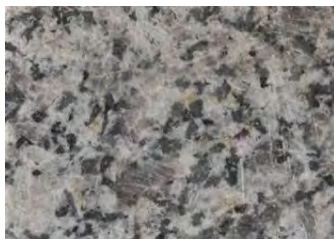


Figure 2. The estimated-distribution of Troad granite columns in Western Anatolia (Ay, 2017)

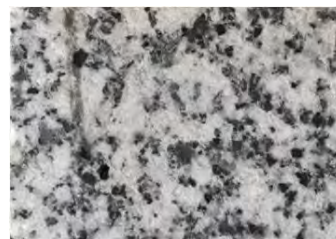
In Section 2 of the present study, we present the archaeological and geological hand specimen images and their histograms. In Section 3, we propose a new method called Monolithic Columns Classification Method via Histogram (MCCMh) and apply MCCMh to the monolithic columns classification (MCC) problem. Finally, we discuss the need for further research.

2. The Archaeological and Geological Hand Specimen Images and Their Histograms

In this study, we first give eight archaeological and three geological hand specimen images provided in (Ay, 2017; Ay and Tolun, 2017b).



a. Hand specimen taken from Side Theatre



b. Hand specimen taken from Tlos Theatre



c. Hand specimen taken from Tlos Stadium



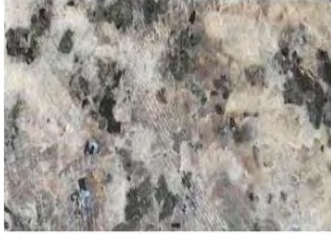
d. Hand specimen taken from Symrna Agora



e. Hand specimen taken from Symrna Agora 2



f. Hand specimen taken from Pergamon Red Hall



g. Hand specimen taken from Smintheion 1



h. Hand specimen taken from Smintheion 2



i. Hand specimen taken from Bergama Kozak



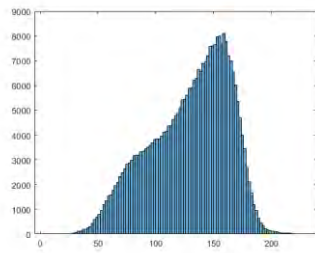
j. Hand specimen taken from Koçali



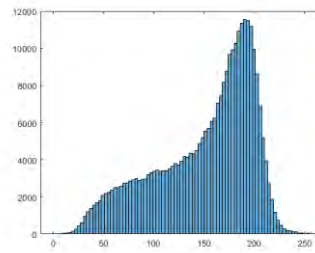
k. Hand specimen taken from Akçakeçili

Figure 3. The hand specimen images used in MCCMh

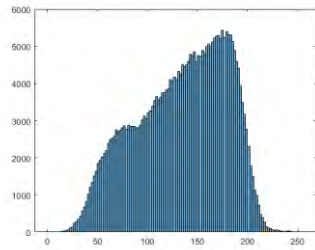
Secondly, we give the histograms of the images mentioned above.



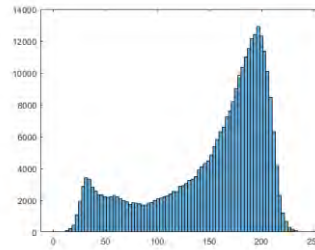
a. Histogram of Hand specimen taken from Side Theatre



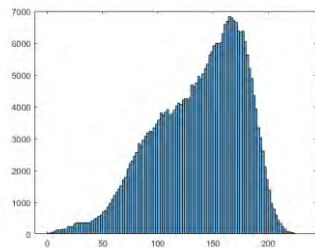
b. Histogram of Hand specimen taken from Tlos Theatre



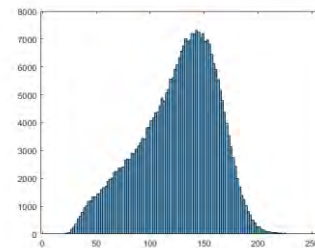
c. Histogram of Hand specimen taken from Tlos Stadium



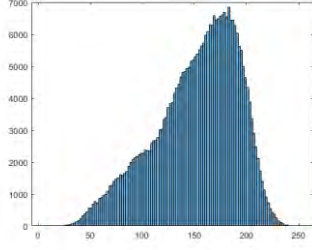
d. Histogram of Hand specimen taken from Symrna Agora



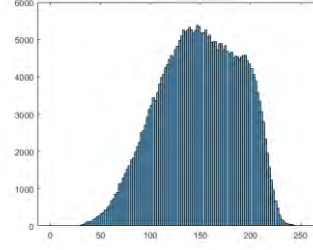
e. Histogram of Hand specimen taken from Symrna Agora 2



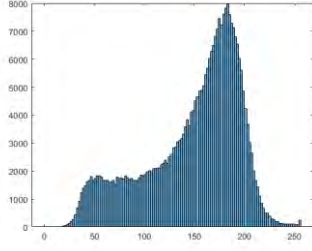
f. Histogram of Hand specimen taken from Pergamon Red Hall



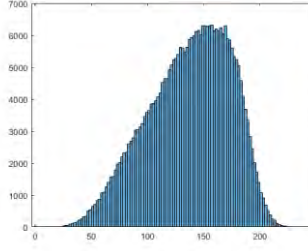
g. Histogram of Hand specimen taken from Smintheion 1



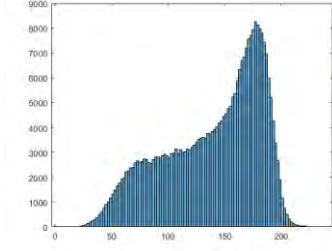
h. Histogram of Hand specimen taken from Smintheion 2



i. Histogram of Hand specimen taken from Bergama Kozak



j. Histogram of Hand specimen taken from Koçali



k. Histogram of Hand specimen taken from Akçakeçili

Figure 4. Histograms of the hand specimen images used in MCCMh

3. Monolithic Columns Classification Method via Histogram (MCCMh)

In this section, we first present a monolithic columns classification method via histogram denoted by MCCMh. Throughout this paper, $I_n := \{1, 2, \dots, n\}$.

MCCMh Algorithm Steps

Pre-processing Steps

Step 1. Construct $[a_{ij}^z]_{m \times n}$ for archaeological hand specimen RGB images, for all $z \in I_w$

Step 2. Construct $[b_{ij}^s]_{m \times n}$ for geological hand specimen RGB images, for all $s \in I_t$

Step 3. Obtain $[c_{kl}^z]_{256 \times 3}$ being histogram matrix of $[a_{ij}^z]_{m \times n}$ such that $z \in I_w$

Step 4. Obtain $[d_{kl}^s]_{256 \times 3}$ being histogram matrix of $[b_{ij}^s]_{m \times n}$ such that $s \in I_t$

Main Steps

Step 1. Obtain $[e_{kl}^{zs}]_{256 \times 3}$ defined by

$$e_{kl}^{zs} := |c_{kl}^z - d_{kl}^s|$$

Step 2. Obtain $[f_{kl}^{zs}]_{256 \times 3}$ defined by

$$f_{kl}^{zs} := \begin{cases} 0, & e_{kl}^{zs} > T \\ e_{kl}^{zs}, & e_{kl}^{zs} \leq T \end{cases}$$

Here T is a threshold value being an integer value near the $\frac{mn}{256}$

Step 3. Obtain $[f_{u1}]_{w \times t \times 1}$ defined by $f_{u1} := \sum_{l=1}^3 \sum_{z=1}^w \sum_{s=1}^t f_{ul}^{zs}$

Step 4. Obtain $[g_{xy}]_{w \times t}$ defined by $g_{xy} := 1 - \frac{f_{(x+w \cdot (y-1) \cdot 1)}}{v}$ such that $v = \max_{k \in I_w} \left\{ \max_{l \in I_t} g_{kl} \right\}$

Output Steps

Step 1. Obtain the decision matrix $[h_{xy}]_{w \times t}$ defined by $h_{xy} := \begin{cases} 1, & h_{xy} = \max_y g_{xy} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$

Step 2. Obtain the decision sets $D_k := \{q_x | h_{x1} = 1\}$ such that $k \in I_t$

Secondly, we apply MCCMh for eight archaeological hand specimen images and three geological hand specimen images provided in Section 2. In (Ay, 2017; Ay and Tolun, 2017b), Since Koçali and Akçakeçili ancient quarries are the same structure, the authors have turned to account these sources as only one source: Koçali-Akçakeçili. Therefore, herein, we use the mean results of Koçali and Akçakeçili. Also, since the images provided in Section 2 have order 267×384 , the threshold value T has been set to 400. Then, the decision matrix and decision sets are as follows:

$$[h_{xy}]_{8 \times 2} = \begin{array}{c|c} 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{array}$$

$D_1 = \{q_2, q_4, q_6\}$, and $D_2 = \{q_1, q_3, q_5, q_7, q_8\}$. It can be seen that these results have confirmed the results provided in (Ay, 2017; Ay and Tolun, 2017b). The results are as follows:

Side Theatre	Koçali-Akçakeçili
Tlos Theatre	Bergama Kozak
Tlos Stadium	Koçali-Akçakeçili
Smyrna Agora 1	Bergama Kozak
Smyrna Agora 2	Koçali-Akçakeçili
Pergamon Red Hall	Bergama Kozak
Smintheion 1	Koçali-Akçakeçili
Smintheion 2	Koçali-Akçakeçili

5. Conclusions

In this paper, we have proposed a monolithic columns classification method via histogram (MCCMh) to model an MCC problem. We then have applied MCCMh to the hand specimen images provided in (Ay, 2017; Ay and Tolun, 2017b). The results have affirmed the results obtained by archaeometric methods. In addition to all these, a method that uses thin section images instead of hand specimen images is worthwhile to study.

Acknowledgements

The archaeological parts of this work were supported by the Office of Scientific Research Projects Coordination at Çanakkale Onsekiz Mart University, Grant number: SYL-2015-521.

References

- Ay, M. (2017). Distribution of the granite columns from the Troadic quarries in Western Anatolia an archaeometric approach, Master's Thesis, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey (In Turkish).
- Ay, M., Tolun, V. (2017a). Ancient granite quarries in Troad: New findings. *The Turkish Yearbook of Çanakkale Studies*, 15(23), 265–295 (In Turkish).
- Ay, M., Tolun, V. (2017b). An archaeometric approach on the distribution of Troadic granite columns in the Western Anatolian coasts. *Journal of Archaeology & Art*, 156, 119–130 (In Turkish).
- De Vecchi, G., Lazzarini, L., Lünel, T., Mignucci, A., Visonà, D. (2000). The genesis and characterisation of marmor misium from Kozak (Turkey) a granite used antiquity. *Journal of Cultural Heritage*, 1, 145–153.
- Galetti, G., Lazzarini, L., Maggetti, M. (1992). A first characterization of the most important granites used in antiquity. In *Ancient Stones: Quarrying, Trade and Provenance*. *Acta Archaeologica Lovaniensia Monographia*, pp. 167–178.
- Ponti, G. (1995). Granite quarries in the Troad, a preliminary survey. In *Studia Troica*, pp. 291–320.
- Potts, P.J. (2002). Geochemical and magnetic provenancing of Roman granite columns from Andalucia. *Oxford Journal of Archaeology*, 21(2), 167–194.
- Williams-Thorpe, O. (2008). A thousand and one columns: Observations on the roman granite trade in the Mediterranean area. *Oxford Journal of Archaeology*, 27(1), 73–89.
- Williams-Thorpe, O., Henty, M.M. (2000). The sources of Roman granite columns in Israel. *Levant*, 32, 155–170.
- Williams-Thorpe, O., Thorpe, R.S. (1993). Magnetic susceptibility used in non-destructive provenancing of Roman granite columns. *Archaeometry*, 35(2), 185–195.
- Williams-Thorpe, O., Webb, P.C., Thorpe, R.S. (2000). Non-destructive portable gamma ray spectrometry used in provenancing Roman granitoid columns from Leptis Magna, North Africa. *Archaeometry*, 42(1), 77–99.

k-Approximate Frequency Median Filter in Salt-and-Pepper Noise

Uğur Erkan¹, Levent Gökrem², Serdar Enginoğlu^{3*}

Abstract: In this study, we first define a new median method referred to as frequency median (fmed) and which is calculated the repeat number of the regular entries. Then we define a new median filter called k-Approximate Frequency Median Filter (FMFk) by using fmed. Afterwards, we compare the results of FMF1, Standard Median Filter (SMF), and Adaptive Median Filter (AMF) by using 12 test images and an image quality metric referred to as Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). FMF1 performs much better than other methods at all the noise density except 10% noise density in the mean percentages. We finally discuss later works.

Keywords: Salt-and-pepper noise, non-linear functions, noise removal, matrix algebra, image denoising, smoothness effect.

1. Introduction

Image processing is of interest for a broad range of applications in areas such as biology, military, medical, space science, arts, games, and movie industries in which high image quality is in growing demand (Tomasi and Manduchi, 1998; Xiong et al., 2016).

There are some basic operations realized on spatial domains and frequency domains to deal with the problems in this area (Han et al., 2015). One of the most basic operations of image processing and computer vision is the filter (Lee et al., 2016). Before the advanced processing of the images such as classification and clustering, they are processed by these filters. The aim of these processes is to eliminate the undesirable features of an image as much as possible. The success of these processes directly affects that of other processes in obtaining quality images. The proposed filters are used in many processes to enhance image quality such as segmentation, classification, clustering, and so on (Xiong et al., 2016).

One of the major issues in image processing and computer vision is image denoising. What is important here is to be able to denoise images while keeping the image information (edges, textures, and other details) (Jiang et al., 2014; Li et al., 2015; Liu et al., 2017; Nguyen and Chun, 2017; Rafsanjani et al., 2017; Xu, 2017) . Image denoising has a significant effect on the success of such processes as image segmentation, compression, edge detection, and classification (Wang et al., 2010; Wang et al., 2013; Yan et al., 2014; Ananthi and Balasubramaniam, 2016). Image denoising is becoming an increasingly major issue in image processing, since removing noise from images stands as a complicated issue to achieve (Zhou, 2012; Chen et al., 2015).

¹ Computer Engineering, Engineering Faculty, Karamanoğlu Mehmetbey University, Karaman, Turkey

² Department of Mechatronics Engineering, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey

³ Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey

* Corresponding author: serdarenginoglu@gmail.com

Denoising methods are often categorized as spatial domain methods (also known as spatial filters), transform domain methods, hybrid methods (Guo et al., 2016). The image denoising performance of these methods depends on the type of noise. Typical models of image noise are impulse noise and Gaussian noise emerging from malfunctioning pixels in camera sensors, faulty memory locations in hardware, or transmission in a noisy channel (Chan et al., 2005; Bai et al., 2014; Xu et al., 2014; Gellert and Brad, 2016).

Salt-and-pepper noise (SPN) which is one of the types of impulse noise, substantially lowers quality of the image and randomly sets certain pixel values in the image to the maximum or minimum (Lin et al., 2010; Sun et al., 2015; Erkan and Kılıçman, 2016; Wang et al., 2016). Noise removal has been recently performed in two steps in SPN. The first step detects noise in the pixels and then the second step processes only these pixels (Ahmed and Das, 2014; Wang et al., 2015).

Some nonlinear filters have been designed for images with SPN and the nonlinear character (Hwang and Haddad, 1995; Astola and Kuosmanen, 1997; Chen and Lien, 2008; Chou and Hsu, 2015; Erkan et al., 2018). Most of these filters use fixed square window (Chen and Lien, 2008). The most common method used for removing SPN is Standard Median Filter (SMF). It extracts the nearest pixels surrounding the centre pixel, and on sorting the pixels in ascending order, it extracts the middle pixel as the new pixel value. SMF also uses a fixed square window and processes each pixel in the image (Pratt, 1975; Tukey, 1977). There are many filters similar to SMF such as mean filter and average filter. Some adaptive filters have recently been developed such as Adaptive Median Filter (AMF), which uses an adaptive size window instead of a fixed size window (Hwang and Haddad, 1995; Toh and Isa, 2010; Luisier et al., 2011; Luo et al., 2015; Erkan et al., 2018).

In this study, we first present some basic notions and define a new median method referred to as frequency median (fmed). We then define a new median filter called k-Approximate Frequency Median Filter (FMFk) by using fmed. Afterwards, we compare the results of FMF1, SMF, and AMF by using 12 test images and an image quality metric referred to as Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). FMF1 performs much better than other methods at all noise densities except 10% noise density in the mean percentages. We finally discuss later works.

2. Preliminaries and FMFk Algorithm

In this section, firstly, some basic notions which also may be found in an earlier study are introduced (Erkan et al., 2018). Throughout this paper, let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$ be an image matrix (IM) such that a_{ij} is an unsigned integer number and $0 \leq a_{ij} \leq 255$.

Definition 2.1 Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$ be an IM, a_{ij} is called a noisy entry of A if $a_{ij} = 0$ or $a_{ij} = 255$; otherwise, a_{ij} is called a regular entry of A .

Definition 2.2 Let A be an IM. Then, A is called a noise image matrix (NIM), if for some i and j , a_{ij} is a noisy entry of A .

Definition 2.3 Let A be a NIM. Then, the matrix $B := [b_{ij}]_{m \times n}$ defined by

$$b_{ij} = \begin{cases} 0, & a_{ij} \text{ is a noisy entry of } A \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

is called binary matrix of A .

Definition 2.4 Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$ and $t \in \{1, 2, \dots, \min\{m, n\}\}$. Then, $[\bar{a}_{rs}]_{(m+2t) \times (n+2t)}$ called t -symmetric pad matrix of A is denoted by \bar{A}_{t-sym} (or briefly \bar{A}_t) and is defined as follows

$$\begin{bmatrix} a_{tt} & \cdots & a_{t1} & a_{t1} & a_{t2} & \cdots & a_{tn} & a_{tn} & \cdots & a_{t(n-t+1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{1t} & \cdots & a_{11} & a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} & a_{1n} & \cdots & a_{1(n-t+1)} \\ a_{1t} & \cdots & a_{11} & \mathbf{a_{11}} & \mathbf{a_{12}} & \cdots & \mathbf{a_{1n}} & a_{1n} & \cdots & a_{1(n-t+1)} \\ a_{2t} & \cdots & a_{21} & \mathbf{a_{21}} & \mathbf{a_{22}} & \cdots & \mathbf{a_{2n}} & a_{2n} & \cdots & a_{2(n-t+1)} \\ a_{3t} & \cdots & a_{31} & \mathbf{a_{31}} & \mathbf{a_{32}} & \cdots & \mathbf{a_{3n}} & a_{3n} & \cdots & a_{3(n-t+1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{mt} & \cdots & a_{m1} & \mathbf{a_{m1}} & \mathbf{a_{m2}} & \cdots & \mathbf{a_{mn}} & a_{mn} & \cdots & a_{m(n-t+1)} \\ a_{mt} & \cdots & a_{m1} & a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} & a_{mn} & \cdots & a_{m(n-t+1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{(m-t+1)t} & \cdots & a_{(m-t+1)1} & a_{(m-t+1)1} & a_{(m-t+1)2} & \cdots & a_{(m-t+1)n} & a_{(m-t+1)n} & \cdots & a_{(m-t+1)(n-t+1)} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Example 2.1 Let $A := \begin{bmatrix} 11 & 12 & 13 \\ 21 & 22 & 255 \\ 0 & 32 & 33 \end{bmatrix}$. Then,

$$\bar{A}_2 = \begin{bmatrix} 22 & 21 & 21 & 22 & 255 & 255 & 22 \\ 12 & 11 & 11 & 12 & 13 & 13 & 12 \\ 12 & 11 & \mathbf{11} & \mathbf{12} & \mathbf{13} & 13 & 12 \\ 22 & 21 & \mathbf{21} & \mathbf{22} & \mathbf{255} & 255 & 22 \\ 32 & 0 & \mathbf{0} & \mathbf{32} & \mathbf{33} & 33 & 32 \\ 32 & 0 & 0 & 32 & 33 & 33 & 32 \\ 22 & 21 & 21 & 22 & 255 & 255 & 22 \end{bmatrix}_{7 \times 7}$$

Definition 2.5 (Erkan et al., 2018) Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$ and $k \in \{1, 2, \dots, t\}$. Then, the matrix A_{ij}^k has the following form:

$$\begin{bmatrix} \bar{a}_{(i+t-k)(j+t-k)} & \cdots & \bar{a}_{(i+t-k)(j+t+k)} \\ \vdots & \bar{a}_{(i+t)(j+t)} & \vdots \\ \bar{a}_{(i+t+k)(j+t-k)} & \cdots & \bar{a}_{(i+t+k)(j+t+k)} \end{bmatrix}_{(2k+1) \times (2k+1)} \quad (3)$$

is called k -approximate matrix of a_{ij} in \bar{A}_t .

Example 2.2 Let us consider Example 2.1. Then, $A_{21}^1 = \begin{bmatrix} 11 & 11 & 12 \\ 21 & 21 & 22 \\ 0 & 0 & 32 \end{bmatrix}$.

Definition 2.6 Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$. The matrix $\vec{A} := [\vec{a}_{1u}]_{1 \times (m.n)}$ consists of all entries (elements) of A and being non-decreasing is called an entry matrix (EM) of A .

Example 2.3 Let us consider Example 2.2. Then, $\vec{A}_{21}^1 = [0 \ 0 \ 11 \ 11 \ 12 \ 21 \ 21 \ 22 \ 32]$.

Definition 2.7 Let $\vec{A} := [\vec{a}_{1u}]_{1 \times w}$ be the EM of A . Then, the median of A is defined as follows:

$$\text{med}(A) := \begin{cases} \vec{a}_{1(\frac{w+1}{2})}, & w \text{ is odd} \\ \frac{1}{2}(\vec{a}_{1\frac{w}{2}} + \vec{a}_{1(\frac{w+2}{2})}), & w \text{ is even} \end{cases} \quad (4)$$

Definition 2.8 A matrix with all its entries being zero is called zero matrix and is denoted $[0]$.

Secondly, other basic notions needed for FMFk are expressed.

Definition 2.9 Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$ and $B := [b_{kl}]_{m \times n}$. Then, the set $\{b_{kl} : a_{ij} = b_{kl}\}$ is called an equivalence class of a_{ij} according to B and is denoted by $(a_{ij})_B$. For brevity, (a_{ij}) can be used instead of $(a_{ij})_B$ if $A = B$.

Definition 2.10 Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$ and $B := [b_{kl}]_{m \times n}$. Then, the cardinality of $(a_{ij})_B$, denoted by $|(a_{ij})_B|$, is called frequency (namely, number of repetition) of a_{ij} in B . For brevity, the frequency of a_{ij} in A can be denoted by $|(a_{ij})|$.

Example 2.4 Let us consider Example 2.3. Then, $|\vec{a}_{11}| = 2$ since $(\vec{a}_{11}) = \{\vec{a}_{11}, \vec{a}_{12}\}$.

Definition 2.11 Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$, H be the set of all entries of A , and $|H|$ denote the cardinality of H . The matrix $\vec{A} := [\vec{a}_{1v}]_{1 \times |H|}$ consists of all entries of A and being strictly increasing is called a strictly increasing entry matrix (SIEM) of A .

Example 2.5 Let us consider Example 2.3. Then, $\vec{A}_{21}^1 = [0 \ 11 \ 12 \ 21 \ 22 \ 32]$.

Note 2.1 Let \vec{A}_{ij}^k and \vec{A}_{ij}^k be the EM and the SIEM of A_{ij}^k , respectively. Then, for all \vec{a}_{1v} in \vec{A}_{ij}^k there exist at least one \vec{a}_{1u} in \vec{A}_{ij}^k such that $\vec{a}_{1v} = \vec{a}_{1u}$. Therefore, $|\vec{a}_{1v}|_{\vec{A}_{ij}^k} := |\vec{a}_{1u}|_{\vec{A}_{ij}^k}$ such that $\vec{a}_{1v} = \vec{a}_{1u}$. Obviously, $|\vec{a}_{1v}|_{\vec{A}_{ij}^k} = 1$.

Example 2.6 Let us consider Example 2.3 and Example 2.5. Then, $|\vec{a}_{14}|_{\vec{A}_{21}^1} = |21|_{\vec{A}_{21}^1} = 2$ since $\vec{a}_{14} = 21 = \vec{a}_{16}$ and $(\vec{a}_{16}) = \{\vec{a}_{16}, \vec{a}_{17}\}$.

Example 2.7 Let $\vec{A} := [\vec{a}_{1v}]_{1 \times |H|}$ be the SIEM of A . The value

$$\text{fmed}(A) := \begin{cases} \tilde{a}_{1(\frac{|H|+1}{2})}, & |H| \text{ is odd} \\ \tilde{a}_{1(\frac{|H|+2}{2})}, & |H| \text{ is even and } \left| \left(\tilde{a}_{1(\frac{|H|}{2})} \right)_{\tilde{A}} \right| \leq \left| \left(\tilde{a}_{1(\frac{|H|+2}{2})} \right)_{\tilde{A}} \right| \\ \tilde{a}_{1(\frac{|H|}{2})}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

is called a frequency median of A where $\left| \left(\tilde{a}_{1(\frac{|H|}{2})} \right)_{\tilde{A}} \right|$ denotes the frequency of $\tilde{a}_{1(\frac{|H|}{2})}$ in \tilde{A} .

Example 2.8 Let us consider Example 2.5. Then, for $\text{fmed}(A_{21}^1) = \tilde{a}_{14} = 21$ since $|H| = 6$ is even and $|(\tilde{a}_{13})_{\tilde{A}_{21}^1}| = |(12)_{\tilde{A}_{21}^1}| = 1 \leq 2 = |(21)_{\tilde{A}_{21}^1}| = |(\tilde{a}_{14})_{\tilde{A}_{21}^1}|$.

Finally, the algorithm of FMFk is given.

FMFk Algorithm Steps

Step 1. Let $A := [a_{ij}]_{m \times n}$ be an IM such that $\min\{m, n\} \geq 3$.

Step 2. Obtain \tilde{A}_t such that $1 \leq t \leq \min\{m, n\}$.

Step 3. For all i and j ,

Obtain \tilde{A}_{ij}^k

Obtain \tilde{A}_{ij}^k

Set $a_{ij} \leftarrow \text{fmed}(A_{ij}^k)$

3. Algorithm Results

In this section, we first illustrate the results of FMFk for regular images. The results have shown that increasing the window size leads to an increase in smoothness and blurring, such as in the images of Cameraman and Girl in Figure 1 and Figure 2, respectively.



Figure 1. Cameraman images after FMF(1-7)

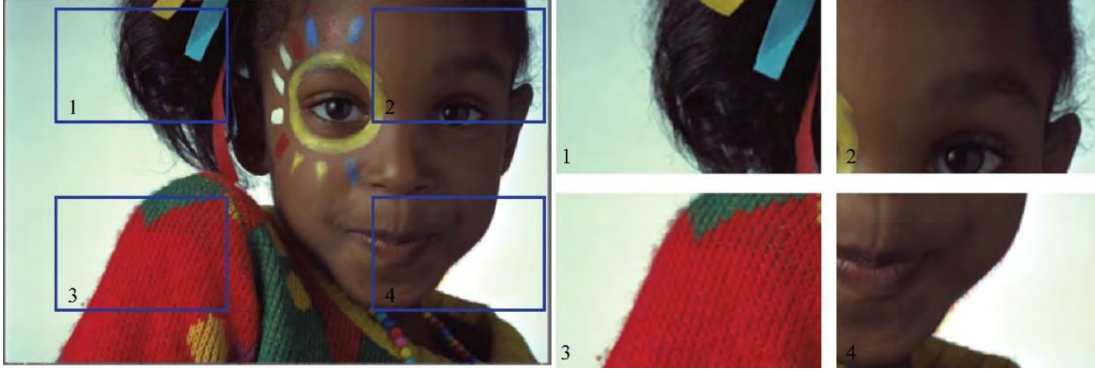


Figure 2. Girl image and some parts of girl image after FMF1

Secondly, we compare the methods SMF, AMF, and FMF1 by using 12 test images shown in Figure 3 and an image quality metric called Peak Signal to Noise Ratio (PSNR). The first four of these images are among most popular images. The second four of them are from TID2013, and the last four are randomly selected from TESTIMAGES database [36,37]. The metric commonly used in literature is defined as

$$PSNR(E, F) := 10 \log \left(\frac{255^2}{MSE(E, F)} \right) \quad (7)$$

where MSE stands for the Mean Square Error and is defined as

$$MSE(E, F) := \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (e_{ij} - f_{ij})^2 \quad (8)$$

Here, $E := [e_{ij}]$ is the earliest form/original image and $F := [f_{ij}]$ is the final form/restored image.

Let ND denote noise density and 1,2,...,12 mean the images in Figure 3, respectively.

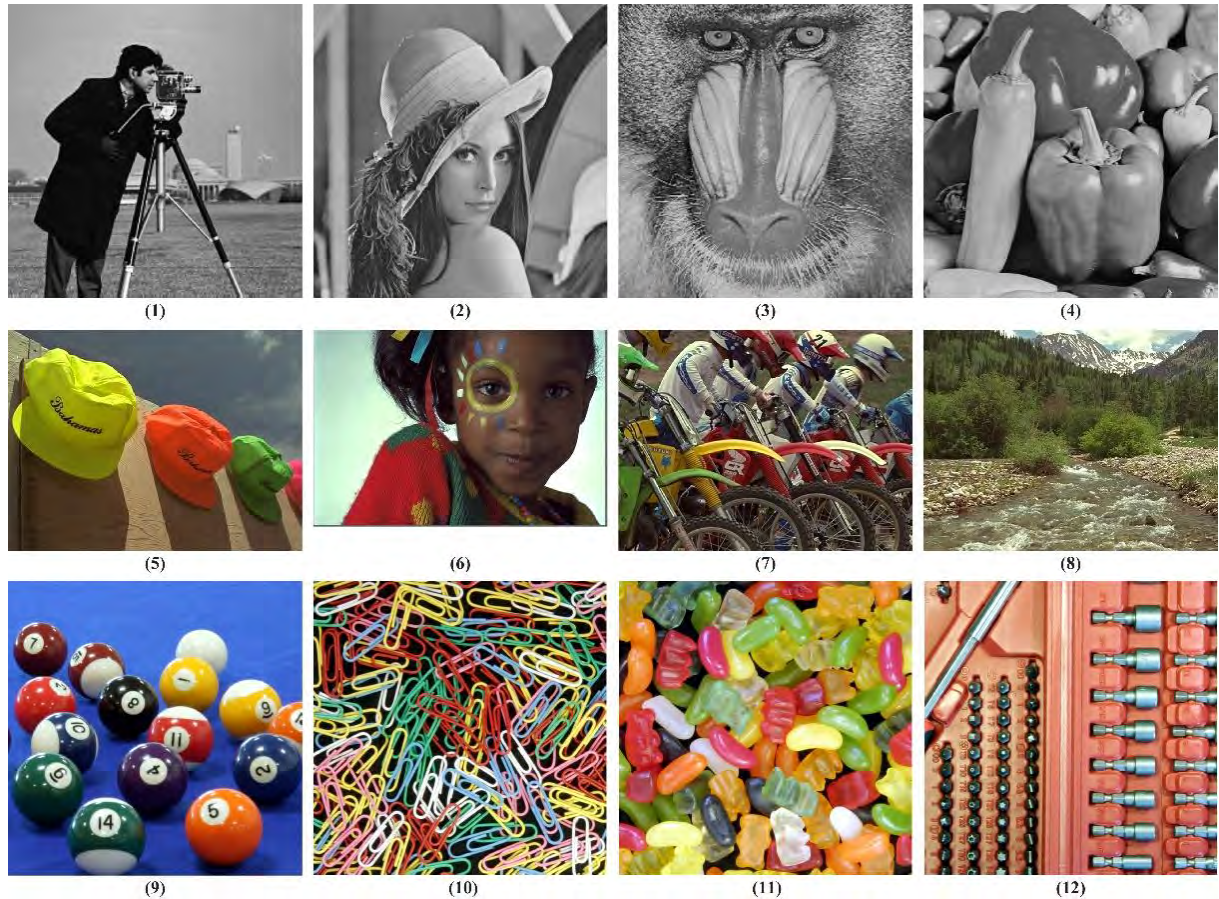


Figure 3. Test images randomly selected from several different image databases. (1-4) from classic test images, (5-8) from TID2013, and (9-12) from BSD500

Table 1. Comparative Analysis Among AMF, SMF, and FMF1 by using PSNR

ND	Image	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mean
10%	AMF	30,60	29,79	29,02	15,92	27,80	24,78	26,25	23,94	27,87	28,36	27,94	29,08	26,63
	SMF	33,97	33,07	28,65	32,67	32,73	31,46	25,21	22,52	34,75	27,98	34,24	31,14	30,95
	FMF1	32,89	32,79	27,60	33,80	31,86	29,08	23,91	22,08	33,80	25,56	33,21	29,82	30,08
20%	AMF	27,16	27,09	26,28	12,99	25,02	21,9	23,73	22,09	24,87	25,01	24,95	26,03	23,83
	SMF	28,9	28,74	26,39	27,84	28,76	27,81	23,34	21,36	29,08	24,29	28,77	27,3	27,12
	FMF1	31,77	31,96	27,02	32,96	31,12	28,06	23,27	21,7	32,67	24,44	32,03	28,75	29,21
30%	AMF	25,30	25,16	24,49	11,19	23,33	20,15	21,97	20,66	23,01	22,77	23,06	24,15	22,04
	SMF	23,26	23,30	22,43	22,19	23,37	22,53	20,53	19,38	23,09	20,52	23,11	22,65	22,35
	FMF1	30,73	31,07	26,46	32,04	29,92	26,48	22,67	21,33	31,46	23,35	30,93	27,93	28,27
40%	AMF	23,94	23,98	23,03	9,94	22,2	18,87	20,57	19,49	21,74	21,06	21,72	22,79	20,75
	SMF	18,63	19,07	18,55	17,6	18,68	18,05	17,12	16,75	18,34	16,93	18,43	18,24	18,13
	FMF1	29,7	30,21	25,75	30,08	29,36	25,92	21,91	20,92	30,25	22,01	29,66	26,77	27,32
50%	AMF	22,89	22,89	21,90	8,96	21,12	17,89	19,39	18,47	20,75	19,50	20,69	21,58	19,69
	SMF	14,90	15,35	15,18	13,81	15,00	14,26	14,08	13,94	14,60	13,76	14,67	14,67	14,59
	FMF1	28,10	29,18	24,94	26,09	27,98	24,68	21,24	20,44	28,27	20,47	27,97	25,44	25,85
60%	AMF	21,78	21,80	20,77	8,17	20,26	17,11	18,27	17,54	19,78	18,00	19,77	20,43	18,70
	SMF	11,94	12,35	12,40	10,95	12,03	11,37	11,39	11,51	11,66	11,04	11,75	11,81	11,74
	FMF1	26,34	27,63	23,81	22,14	26,44	22,56	20,22	19,81	26,25	18,57	25,88	23,74	24,08
70%	AMF	20,58	20,80	19,53	7,47	19,26	16,27	17,03	16,54	18,77	16,40	18,73	19,18	17,65
	SMF	9,70	10,04	10,15	8,53	9,74	9,06	9,24	9,47	9,29	8,90	9,44	9,56	9,47
	FMF1	23,94	25,62	22,46	17,90	24,76	21,00	18,95	19,04	23,44	16,27	23,34	21,54	22,00
80%	AMF	17,55	17,68	17,00	6,84	16,99	14,61	15,04	14,81	16,22	13,97	16,34	16,55	15,42
	SMF	7,81	8,14	8,31	6,70	7,84	7,15	7,49	7,68	7,39	7,12	7,55	7,72	7,62
	FMF1	20,79	22,56	20,74	13,42	22,38	19,34	17,20	17,87	20,18	13,57	20,30	18,63	19,40
90%	AMF	11,98	12,18	12,12	5,97	11,73	10,53	10,76	10,95	11,19	10,02	11,34	11,47	10,93
	SMF	6,28	6,67	6,81	5,21	6,32	5,64	6,02	6,29	5,88	5,67	6,05	6,23	6,13
	FMF1	16,55	18,42	17,80	9,17	18,91	15,55	14,27	15,67	15,13	10,19	15,54	14,54	15,60

Finally, we compare the PSNR results of AMF, SMF, and FMF1 for the images Lena, Girl, and Sweets with 30%, 50%, and 70% noise densities, respectively. The results show that FMF1 performs better at all the three images.

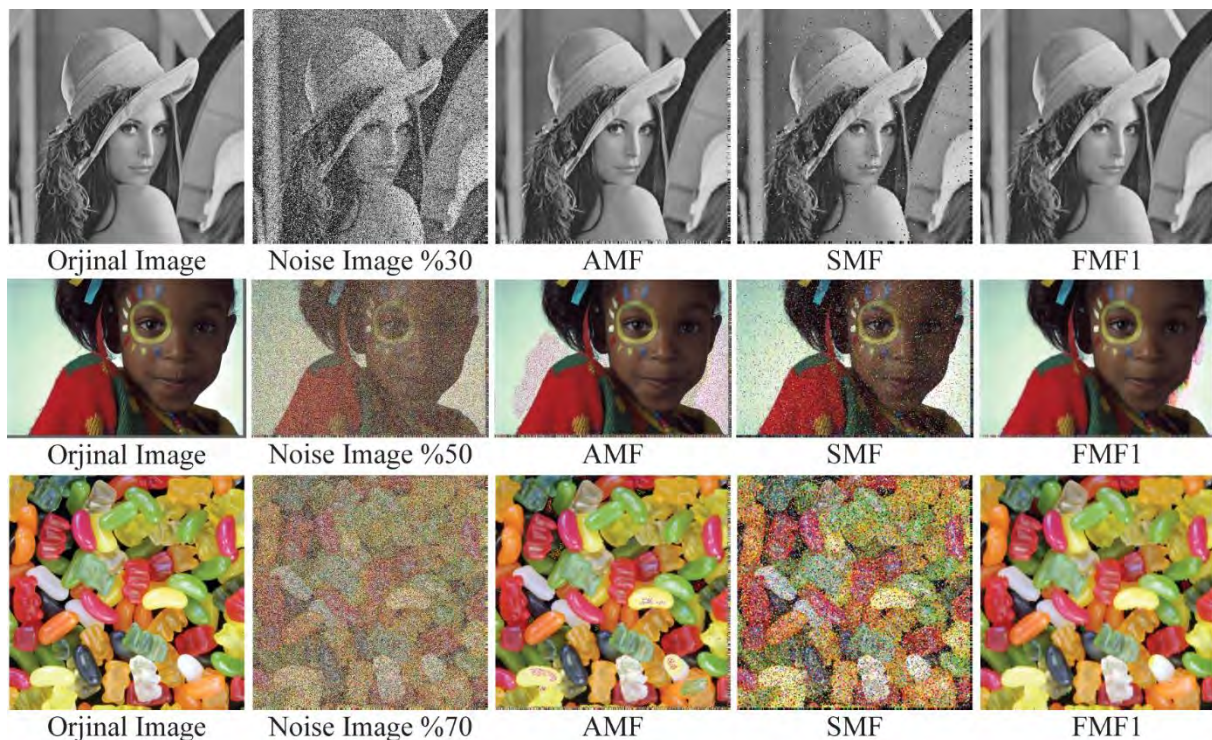


Figure 4. AMF, SMF, and FMF1 results of Lena, Girl, and Sweets images with 30%, 50%, and 70% noise densities, respectively.

5. Conclusion

In this study, we have proposed a new filter, i.e. FMFk, being an improved version of the Median Filter (MF). The results show that FMFk performs better than SMF and AMF, especially for images with high-density SPN. Therefore, FMFk outperforms MF. FMFk is defined as a low-pass filter creating smoothness effect in images. This method can be used in the pre-processing stage for image denoising, segmentation, and classification. Although FMFk is the most successful blind filter known, the question “Can be found an adaptiveness rule that enhances the performance of FMFk?” is worthwhile to study.

References

- Ahmed, F., Das, S. (2014). Removal of high-density salt-and-pepper noise in images with an iterative adaptive fuzzy filter using alpha-trimmed mean, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(5), 1352-1358.
- Ananthi, V.P., Balasubramaniam, P. (2016). A new image denoising method using interval-valued intuitionistic fuzzy sets for the removal of impulse noise, *Signal Processing* 121, 81-93.
- Astola, J. T., Kuosmanen, P. (1997). *Fundamentals of nonlinear digital filtering*. CRC, Boca Raton, FL.

- Asuni, N, Giachetti, A.: Test images: a large-scale archive for testing visual devices and basic image processing algorithms. STAG - Smart Tools & Apps for Graphics Conference, (2014)
- Bai, T., Tan, J., Hu, M., Wang, Y. (2014). A novel algorithm for removal of salt and pepper noise using continued fractions interpolation, *Signal Processing*, 102, 247-255.
- Chan, R.H., Ho, C.W., Nikolova M. (2005). Salt-and-pepper noise removal by median-type noise detectors and detail-preserving regularization, *IEEE Transactions on Image Processing*, 14(10), 1479-1485.
- Chen, P-Y., Lien, C-Y. (2008). An Efficient edge-preserving algorithm for removal of salt-and-pepper noise, *IEEE Signal Processing Letters*, 15, 833-836.
- Chen, C.L.P., Liu, L., Chen, L., Tang, Y.Y., Zhou Y. (2015). Weighted couple sparse representation with classified regularization for impulse noise removal, *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(11), 4014-4026.
- Chou, H-H., Hsu, L-Y. (2015). A noise-ranking switching filter for images with general fixed-value impulse noises, *Signal Processing*, 106, 198-208.
- Erkan, U., Gökrem, L., Enginoğlu, S. (2018). Different applied median filter in salt and pepper noise, *Computers and Electrical Engineering*, 70, 789-798.
- Erkan, U. Kılıçman, A. (2016). Two new methods for removing salt-and-pepper noise from digital images, *ScienceAsia*, 42, 28-32.
- Gellert, A., Brad, R. (2016). Context-based prediction filtering of impulse noise images, *IET Image Processing*, 10(6), 429-437.
- Guo, Q., Zhang, C., Zhang, Y., Liu, H. (2016). An efficient svd-based method for image denoising, *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 26(5), 868-880.
- Han, J., Yue, J., Zhang, Y., Bai, L. (2015). Local sparse structure denoising for the low-light-level image, *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(12), 5177-5192.
- Hwang, H., Haddad, R. A. (1995). Adaptive median filters: New algorithms and results, *IEEE Transactions on Image Processing*, 4(4), 499-502.
- Jiang, J., Zhang, L., Yang, J. (2014). Mixed noise removal by weighted encoding with sparse nonlocal regularization, *IEEE Transactions on Image Processing*, 23(6), 2651-2662.
- Lee, G., Lee, S., Kim, G., Park, J., Park, Y. (2016). A modified grab cut using a clustering technique to reduce image noise, *Symmetry*, 8(7), 64.
- Li, Z., Zheng, J., Zhu, Z., Yao, W., Wu, S. (2015). Weighted guided image filtering, *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(1), 120-129.
- Lin, C. H., Tsai, J. S., Chiu, C. T. (2010). Switching bilateral filter with a texture/noise detector for universal noise removal, *IEEE Transactions on Image Processing*, 19(9), 2307-2320.
- Liu, X., Jing, X-Y, Tang, G., Wu, F., Ge, Q. (2017). Image denoising using weighted nuclear norm minimization with multiple strategies, *Signal Processing*, 135, 239-252.
- Luisier, F., Blu, T., Unser, M. (2011). Image denoising in mixed poisson–gaussian noise, *IEEE Transactions on Image Processing*, 20(3), 696-708.

- Luo, E., Chan, S.H., Nguyen, T.Q. (2015). Adaptive image denoising by targeted databases, *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(7), 2167-2181.
- Nguyen, M.P., Chun, S.Y. (2017). Bounded self-weights estimation method for non-local means image denoising using minimax estimators, *IEEE Transactions on Image Processing*, 26(4), 1637-1649.
- Ponomarenko, N., Jin, L., Ieremeiev, O., Lukin, V., Egiazarian, K., Astola, J., Vozel, B., Chehdi, K., Carli, M., Battisti, F., Kuo, C-C. J. (2015). Image database TID2013: peculiarities, results, and perspectives, *Signal Processing: Image Communication*, 30(1), 57-77.
- Pratt, W. K., (1975). Semiannual technical report, Image Processing Institute, University of Southern California, September (1975).
- Rafsanjani, H.K., Sedaaghi, M.H., Saryazdi S. (2017). An adaptive diffusion coefficient selection for image denoising, *Digital Signal Processing*, 64, 71-82.
- Sun, C., Tang, C, Zhu, X., Li, X, Wang, L. (2015). An efficient method for salt-and-pepper noise removal based on shearlet transform and noise detection, *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 69(12), 1823-1832.
- Toh, K. K. V., Isa, N. A. M. (2010). Noise adaptive fuzzy switching median filter for salt-and-pepper noise reduction, *IEEE Signal Processing Letters*, 17(3), 281-284.
- Tomasi, C., Manduchi, R. (1998). Bilateral filtering for gray and color images. *IEEE International Conference on Computer Vision* (pp. 839–846). Bombay, India.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory Data Analysis*.
- Wang, Y., Adhmai, R., Fu, J., Al-Ghaib, H. (2015). A novel supervised learning algorithm for salt-and-pepper noise detection, *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 6(4), 687-697.
- Wang, G., Li, D., Pan, W., Zang, Z. (2010). Modified switching median filter for impulse noise removal, *Signal Processing*, 90, 3213-3218.
- Wang, S., Liu, Q., Xia, Y., Dong, P., Luo, J., Huang, Q., Feng, D. D. (2013). Dictionary learning based impulse noise removal via L1–L1 minimization, *Signal Processing*, 93, 2696-2708
- Wang, Y., Wang, J., Song, X., Han, L. (2016). An efficient adaptive fuzzy switching weighted mean filter for salt-and-pepper noise removal, *IEEE Signal Processing Letters*, 23(11), 1582-1586.
- Xiong, R., Liu, H., Zhang, X., Zhang, J., Ma, S., Wu, F., Gao, W. (2016). Image denoising via band-wise adaptive modeling and regularization exploiting nonlocal similarity, *IEEE Transactions on Image Processing*, 25(12), 5793- 5805.
- Xu, J., Wang, L., Shi, Z. (2014). A switching weighted vector median filter based on edge detection, *Signal Processing*, 98, 359-369.
- Xu, S., Yang, X., Jiang, S. (2017). A fast nonlocally centralized sparse representation algorithm for image denoising, *Signal Processing*, 131, 99-112.
- Yan, R., Shao, L., Liu, L., Liu, Y. (2014). Natural image denoising using evolved local adaptive filters. *Signal Processing*, 103, 36-44.

Zhou, Z. (2012). Cognition and removal of impulse noise with uncertainty, *IEEE Transactions on Image Processing*, 21(7), 3157-3167.

Sustainable Management of Water Resources as Key Factor for Protection from Floods

Drenushe Fidani^{1*}

Abstract: The main objective of flood management is prevention of floods. Many countries face flooding as a natural phenomenon or poor water resources management. Presented in this paper are the results from a questionnaire survey aimed at providing insight into the current conditions related to management of water resources and flood protection preparedness in the municipality of Gostivar, a city in North Macedonia. The questionnaire is analyzed and discussed in this paper. Analyzing the results achieved, it is noted that flood management in the municipality is poor. As in most of the countries, in North Macedonia and particularly in Gostivar, the occurrence of floods is inevitable, regardless whether with consequences or not. This research can make a significant contribution to increasing flood protection awareness among the competent authorities and ordinary people. It can help municipal authorities to deepen their level of knowledge related to flood protection. A time consuming, but sure way to flood protection is Sustainable Management of Water Resources.

Keywords: Management of water resources, floods, city, questionnaire survey.

1. Introduction

The greatest part of the Earth consists of water [Usgs, 2019] in different forms: surface water (oceans, seas, lakes, rivers, canals) and ground water (Perlman, 2018). Flood happens when the elevation of surface water exceeds the elevation of the ground. It is known as a natural disaster.

Only a small number of countries in the world don't need to be concerned with flooding (National Geographic Society, 2011). In rural areas with low concentration of population, this natural disaster is often welcomed for the purpose of irrigation of agricultural land, and even nature itself quickly adapts to the new conditions. However, the situation is different when it comes to urban areas. In this case, a real natural hazard happens, usually causing extensive material damages and loss of human lives. It is true that floods are natural phenomena (Mivevski, 2017), but we are witnesses of many cases where this disaster happens as a result of inappropriate management of water resources.

Flood risk management including prevention, vulnerability reduction of floods and mitigation should change due to climate change and socio-economic developments (Wouw, 2017). One long but sure way to prevent flooding is Sustainable Development of urban areas, with participation of each individual.

The sixth goal out of the seventeen goals of sustainable development, deals with water resource management. It is established as follows: "*Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all*" (SDG6, 2018). The proper implementation of the targets of this goal (6 targets) guarantees protection from flood and drought phenomena.

¹ International Vision University, Faculty of Architecture, Gostivar, North Macedonia

* Corresponding author: drenushefidani@gmail.com

However, while many countries experience flooding, there are more than two billion people lacking mainly drinking water (Sustainable Development, 2015). To balance the presence of water in urban areas, sustainable water management must be applied (Theodore, 2004).

The municipality of Gostivar has realized some huge projects (Agreement, 2012; MoTC, 2018) for the future, taking serious steps towards sustainable management of water resources. To achieve a goal, first of all, the current situation must be investigated. However, while identifying problems and solutions to the flood risk in urban areas, public participation is of a particular importance. This is what this paper deals with: the experience and opinions of the citizens of the city of Gostivar related to flood and flood protection. Based on the answers of the respondents, an analysis in the form of graphs has been done. The results show that, similar to most of the countries, the city of Gostivar also faces flooding regardless whether caused by nature or Man. It is clear that, in addition to nature, man plays a crucial role in the occurrence of floods. On the other hand, Man is the keystone in protection from flood by sustainable management of water resources.

2. Review of Floods over Years in North Macedonia

In recent years, the Republic of North Macedonia has been flooded many times. The geographical features of the Republic of North Macedonia give rise to frequent occurrence of some natural hazards such as earthquakes, floods, landslides, rock-falls, avalanches, droughts, etc. The country is particularly vulnerable to the flood risk (Mivevski, 2017). Causes of flood risk include discharge capacity of existing regulated river sections, poorly maintained flood control infrastructure, operating regimes of existing multi-purpose reservoirs not optimized to properly enable better flood risk mitigation (European Union, 2016). In recent years, the flood occurrence in the territory of North Macedonia has been marked by the floods in August 2015 and 2016. In August 2015, after two hours of torrential rains, a flash flood combined with a landslide hit the region of Polog [Ministry of Local Self-Government, 2016].

In August 2016, around 157 hectares of the city of Skopje were flooded after the heavy rains (UN-Spider Knowledge Portal, 2016) as can be seen in Figure 1. A great impact upon the floods is exerted by the Vardar River, which, before arriving in Skopje, passes through Gostivar and Tetovo. This means that these towns can have an influence upon the decline of the floods in Skopje.



Figure 1. Skopje flood on 6 August 2016.

3. Case Study - the City of Gostivar

The city of Gostivar is one of the biggest cities in the Polog region. From the aspect of water, it is known as the city of the spring of Vardar river (Faq, 1996), the largest river in the country. Water management in this city is done by two entities. The first one is the Public Utility Company “JPKD Komunalec”, within the municipality, and the second one is the Water Power Economy enterprise, a self-governing institution. Komunalec is responsible for water resources management in the urban areas while the Water Power Economy enterprise maintains the rivers of the city beyond the urban areas.

The history marks the end of the seventies of the last century as the time of the biggest floods in the city of Gostivar. As people describe, at that time, the transport on the ground was replaced by a boat transport. These floods hit a part of the city's surroundings due to intense rainfall. After this year, there have been no large floods in Gostivar, except for some outside urban areas. However, for the last years, some villages have been flooded by Llakavica river, while some other ones have been flooded from the Vardar river. In June 2019, after an intensive rain, the city roads were flooded, which interrupted the traffic flow. From Figure 2, it can be seen that the level of water on the roads was high.



Figure 2. The flood in Gostivar, June 2019.

4. Material and Method

Used as a methodology for analysis of occurrences of flood in this paper has been a survey carried out among the local population in the locations covered by the floods. The questionnaire survey was conducted in the town of Gostivar and in its surroundings. Investigating the town from the flood protection point of view, the critical locations of the town and its surroundings have been identified. It turns out that the city itself, the region of Llakavica, the region of Small Turcan and Forino are the locations which have mostly been affected by floods. That is why the respondents of this questionnaire survey have been mainly the citizens of these regions, as shown in Figure 3, namely, the city of Gostivar with a total of 66% (264 replies), Llakavica 17% (68 replies), Small Turcan 10% (40 replies) and Forino

with a total of 7% (28 replies). A total of 400 respondents provided answers to the questionnaire in this survey.

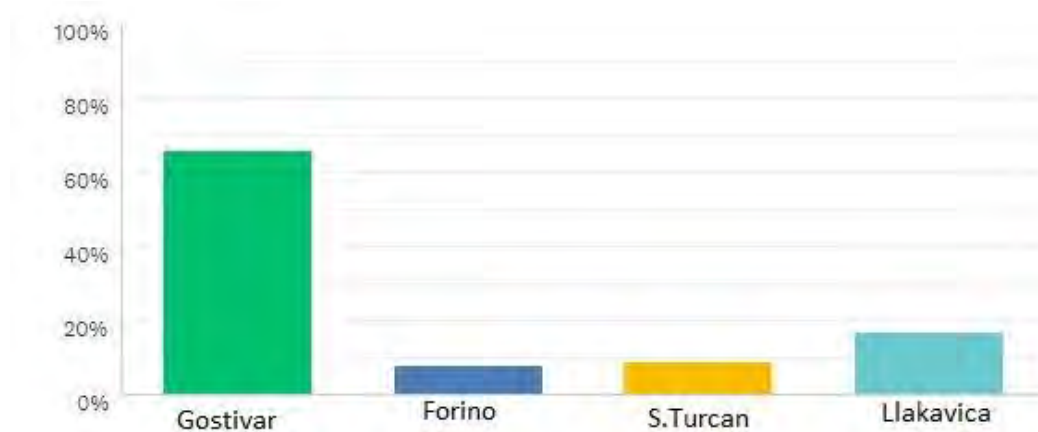


Figure 3. Critical locations in the city of Gostivar.

The survey lasted for approximately two months, starting from June 2019. The questionnaire contained questions related to the current sustainable management of water resources, with a particular emphasis on flood protection measures. Five questions are the subject of discussion in this paper:

- a) Do you have problems with surface water (from the river) in your neighborhood?
- b) Have floods ever occurred in your municipality?
- c) What is the reason for the occurrence of floods in your municipality?
- d) What is the main factor for the occurrence of floods?
- e) What should be done to improve the situation with flood protection in your municipality?

5. Results and Discussion

The answers received from the survey have been systematized and statistically analyzed, for each question separately. They are given in a graphic form.

The organization of the questionnaire was in the form of multiple choices. The first question was aimed at finding out whether there are problems with surface water from the river since Vardar river passes through all locations, except Llakavica. However, also in Llakavica, the river with the same name (Llakavica) caused many damages last year. As shown in Figure 4, the answers to the question were: “Yes, even when there is no rain or snow”, “Yes, when there is rain or snow”, “No” and “I don’t know”. Half of the answers (50% of the replies) are “Yes, when there is rain or snow”.

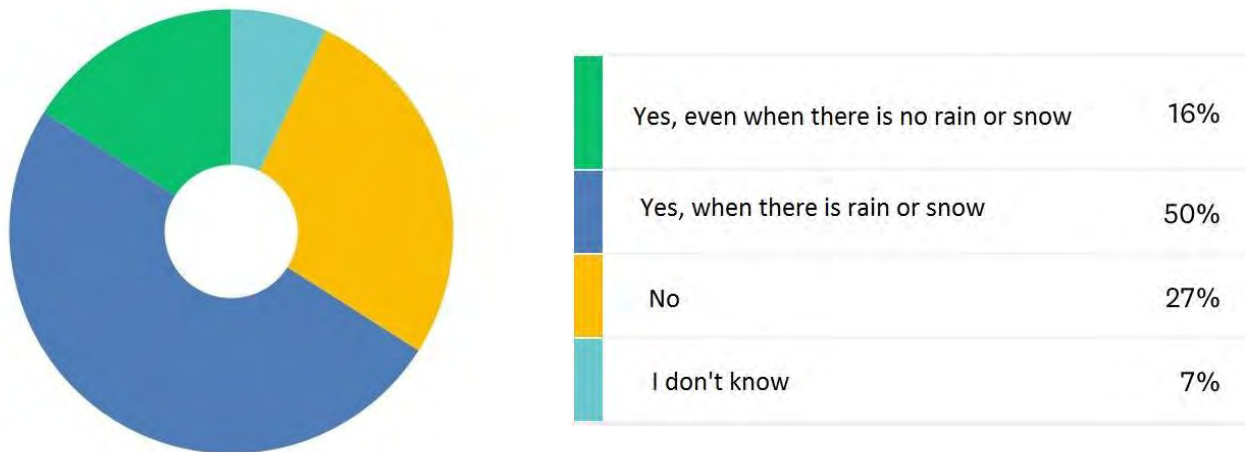


Figure 4. Do you have problems with surface water (from the river) in your neighborhood?

Figure 5 shows the answers to the question focusing on the occurrence of floods and eventual damages and consequences. It can be stated that there has been flood occurrence since 260 respondents answered positively to this question, regardless whether the floods caused damages or not. Other respondents answered “No” or “I don’t know”.

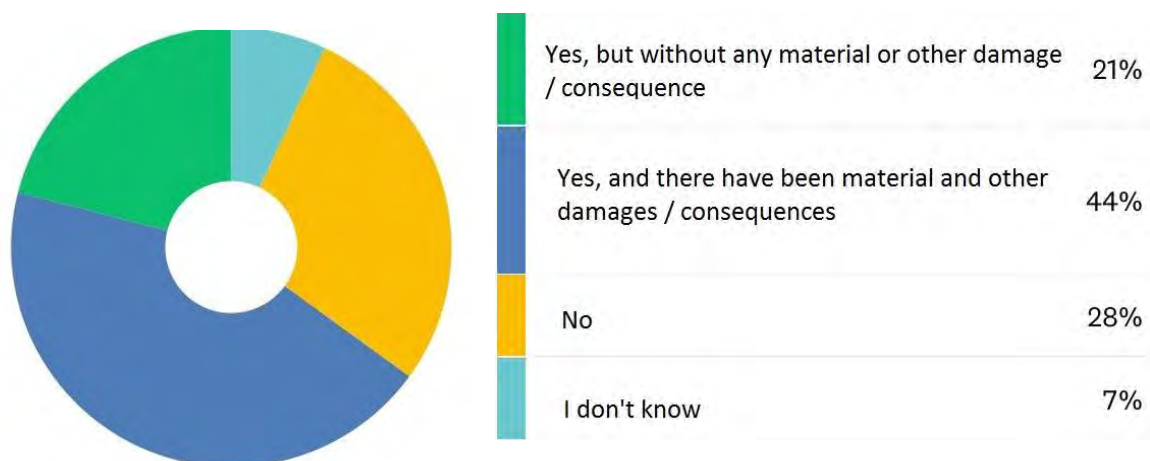


Figure 5. Have floods ever occurred in your municipality?

In finding out the reason for the occurrence of floods, citizens blame the authorities for the insufficient attention to the protection from floods. Figure 6 shows the distribution of the percentage of the answers.

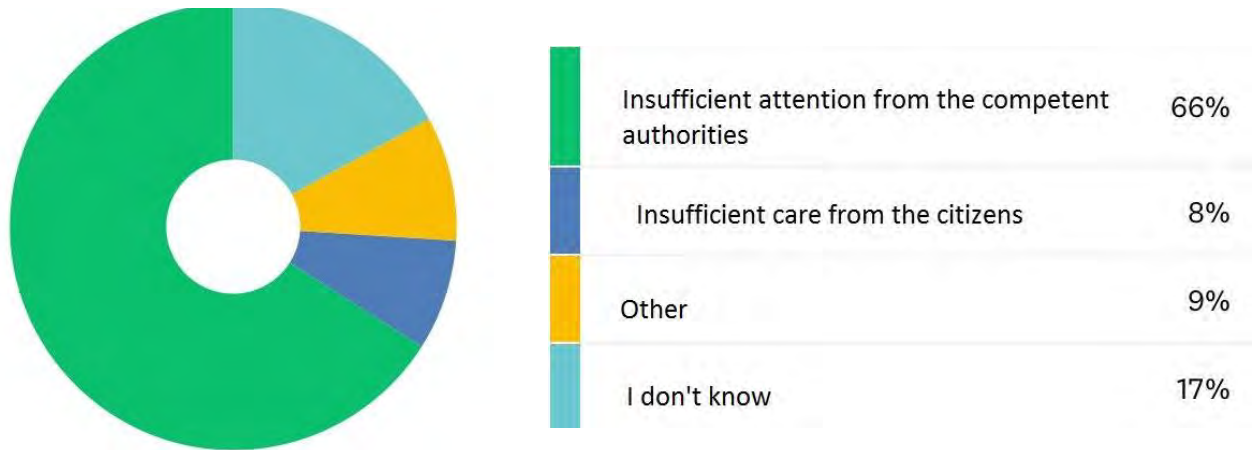


Figure 6. What is the reason for the occurrence of floods in your municipality?

Man undertakes many activities by which he manages the water resources, but on the other hand, he breaks down the natural balance of water resources, causing problems later on. For that reason, it can be stated that Man is the factor for the occurrence of floods as much as nature is. The answers to this question in Figure 7 show the same thing.

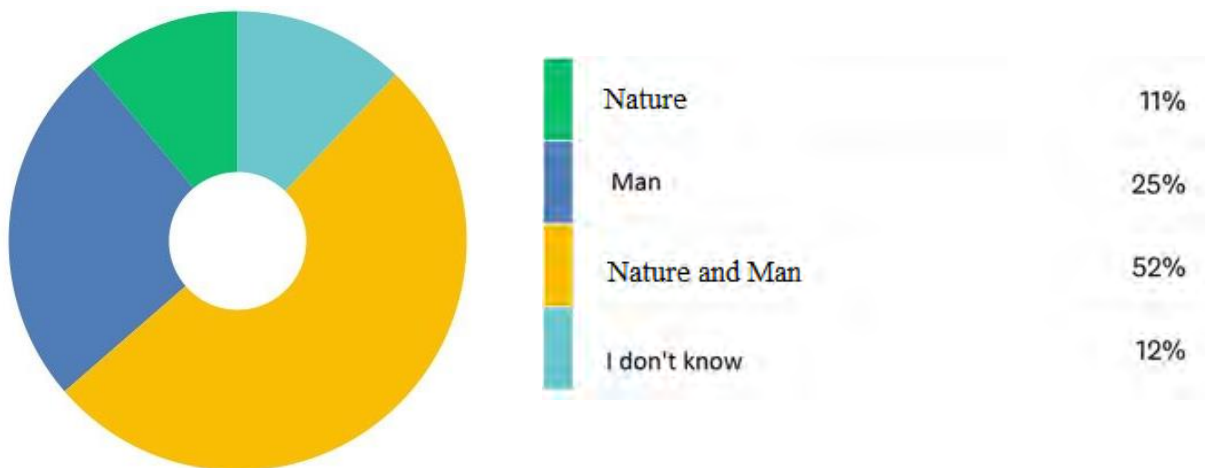


Figure 7. What is the main factor for the occurrence of floods?

Asked what steps should be taken in future, Figure 8, the citizens think that greater investment in better maintenance of the existing/implemented solutions and application of new solutions would improve the current situation with appearance of floods in their municipality.

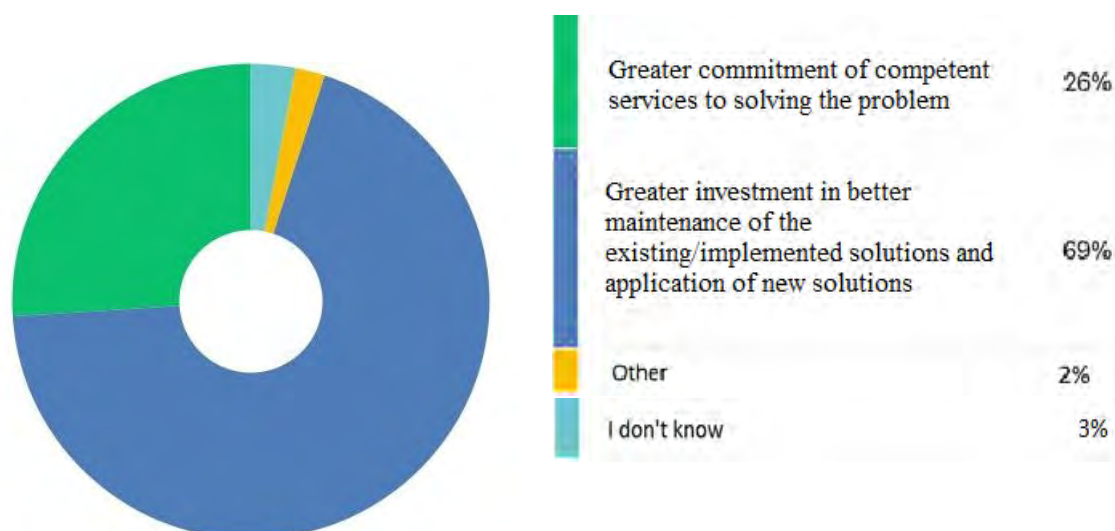


Figure 8. What should be done to improve the situation with flood protection in your municipality?

It can be noted that the survey results show that the citizens of the city of Gostivar encounter floods, regardless whether resulting in damages/consequences or not. Most of them see the authorities as culprits for the flood occurrence, which indicates the fact that the population is not aware that even they themselves share part of the guilt for the occurrence of floods. They also expect improvement, solution and investment from the authorities.

6. Recommendations

The awareness of the population about flood protection should be increased. People must understand that they can contribute to the improvement of the situation through a conscientious behavior and preservation of the river basins in a state that is adequate to receive the flood waters and that they can participate in management of the floods through proper daily activities. The barrier that keeps the population out of the flood protection is the very professional language of the experts. In their explanations, experts often use highly specialized terminology which makes the problem narrower for the decision makers and ordinary people (Liu, et al. 2011).

Some other recommendations for managing water resources which may lead to flood protection in urban areas cover some key points:

- **Infrastructure** - City planners, water experts and the community as well should collaborate timely, precisely and efficiently, while providing functionality, sustainability and safety to the infrastructure and the urban facilities;
- **River corridors** - In urban areas, it is of crucial importance to timely design and built river corridors for the purpose of collective protection;
- **Irrigations canals in agricultural lands** - These systems must be used to retain storm water and reduce polluted water at the same time in order to irrigate the agricultural land;
- **Collecting Rainwater**- Undoubtedly, it is ethical to collect rainwater before it reaches the ground in order to provide more clean water and protect an urban area from flooding. “More land can be used for building high-rise apartment blocks – on the condition that flooding is reduced to a minimum by rainwater collection and management”, (Forssberg, Malmqvist and Söreljus, 2014). This can be done by civil individuals as well as by the authorities;

- **Lack of real risk plan** - Almost every country has a risk plan. The problem is that there is a huge difference between the real risk and the risk planned;
- **Inappropriate institutions**- Institutional weakness to manage and tell people the truth on time-early warnings;
- **Normal floods defined as catastrophic** - In order to get money in performing public works-corruption, sometimes, normal floods are defined as catastrophic (Jerome, James and Ramón, 2004);
- **Climate change** - “Across the world, individuals, communities, the private sector and governments need to adapt to the impacts of climate change, not least its impacts on water resources. While the process of adaptation to climate change is not new, the current pace of change and the scale of impacts, including extreme events, are unprecedented” (Members of Bond’s UK Water Network, 2011).

7. Conclusions

Each change made through the construction of facilities necessary for modern living, should be analyzed and preferably reduced to a minimum in order to maintain the natural regime of water and the environment in general. In this regard, one should work on the relation of each individual to the natural environment and, in general, to the use of water, as a basic resource for the existence of the animal and plant life, including Man himself.

In the framework of flood protection construction, decision makers, experts and individuals should all take on corresponding responsibilities to raise civic consciousness and follow these challenges on the basis of professional and social ethics.

As in most of the countries, also in North Macedonia, specifically in the city of Gostivar, the occurrence of flooding is inevitable, too. Given that most of the respondents say that they have flooded road when it rains or snows, it may be concluded that the water resource management in the town of Gostivar is not at the right level. Automatically, this makes Man a major factor in the appearance of flooding, just as nature is. Man is the problem maker, but also can be the problem solver. The citizens of Gostivar city see the solution and management in the competent authorities as the main carriers of the flood protection obligations and duties. It would be noteworthy to mention that water is a common good and it is the duty of everyone to take care of it, just as the concept of Sustainable Management of water resources recommends.

References

Agreement, (2012), Agreement between the Government of the Republic of Macedonia and the Government of the Swiss Confederation on the Granting of a Financial Assistance for the project "Improvement of the Gostivar Water Supply System" 28 September 2012.

European Union (2016). *The former Yugoslav Republic of Macedonia - EU Recovery Programme for Floods*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/pdf/the_former_yugoslav_republic_of_macedonia/ipa/2016/ipa_2011_022988.11_floods_recovery_programme.pdf

Forsberg,, B., Malmqvist, P. and Söreljus, H. (2014). Process of Change: Successful Implementation of Good Water Management Practices in Six Cities. [online] *Siwi.org*. Available at: <http://www.sivi.org/wp-content/uploads/2016/10/SWH-Working-Paper-Process-of-Change-web-1.pdf>

Jerome, D. P., James, D., and Ramón, L., (2004) Water and Ethics, Essay 1, *Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* 7. Available at: <https://www.internationalwaterlaw.org/bibliography/articles/Ethics/Overview.pdf>

Liu, J., Dorjderem, A., Fu, J., Lei, X., Liu, H., Macer, D., Qiao, Q., Sun, A., Tachiyama, K., Yu, L. and Zheng, Y. (2011). *Water Ethics and Water Resource Management*. [ebook] Thailand: UNESCO Bangkok. Available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001922/192256e.pdf>

Milevski, I. (2017). Natural Hazards in the Republic of Macedonia with Special Emphasis on Flood and Earthquake in Skopje in 2016. *Research Gate*. [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/314154853_NATURAL_HAZARDS_IN_THE_REPUBLIC_OF_MACEDONIA_WITH_SPECIAL_EMPHASIS_ON_FLOOD_AND_EARTHQUAKE_IN_SKOPJE_IN_2016

Members of Bond's UK Water Network.(2011). Managing Water in a Changing Climate, *BOND for International Development*. Available at: http://www.progressio.org.uk/sites/default/files/DEG_water_briefing.pdf
Ministry of Local Self Government (2016). *Recucing Flood Risk in Polog Region*. Skopje.

Perlman, H. (2018). *How Much Water Is There on Earth, from the USGS Water Science School*. [online] Water.usgs.gov. Available at: <https://water.usgs.gov/edu/earthhowmuch.html>

Society, N. (2011). flood. [online] National Geographic Society. Available at: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/flood>

Sustainabledevelopment.un.org. (2018). *Goal 6.: Sustainable Development Knowledge Platform*. [online] Available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg6>

Sustainabledevelopment.un.org. (2015). Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Sustainable Development Knowledge Platform*. [online] Available at: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>

The German Financial Cooperation with the Republic of Macedonia, Ministry of Transport and Communication, MoTC, Municipality of Gostivar "Water and Sewerage Programme Macedonia", November 2018

Theodore, H.(2004). Applying the Concept of Sustainability to Water Resources Management,, *Universities Council On Water Resources Water Resources Update*, Issue 127, Pages 6-10, Available at : <https://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1093&context=jcwre>

Usgs.gov. (2019). *How Much Water Is There on Earth?*. [online] Available at: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/how-much-water-there-earth?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

UN-SPIDER Knowledge Portal. (2016). *Floods in Skopje, Former Yugoslav Republic of Macedonia*. [online] Available at: <http://www.un-spider.org/news-and-events/news/floods-skopje-former-yugoslav-republic-macedonia>

Web.archive.org. (1996). *Macedonia FAQ: Gostivar*. [online] Available at: <https://web.archive.org/web/20001119171300/http://faq.macedonia.org/travel/cities/gostivar.html>

Wouw, R. (2017). *How Spatial Planning Measures and Tools are Used to Reduce the Risks of a Flood*. [ebook] Wageningen University. Available at: <http://edepot.wur.nl/401369>

The Role of Smart Fronts in Energy Efficient Design

Yasemin Hoca¹

Abstract: Sustainability issues have been the focus of building designs in recent years, and in this context, interest in developing innovative solutions to increase sustainability in cities has increased. Especially with the Industrial Revolution in the XIX century, the efforts of growth and progress of countries caused using up the natural sources unconsciously. As a result of using unrenovable energy sources unrestrainedly critical environmental issues and ecologic imbalance came out. For these reasons, the concepts of sustainability, sustainable development, sustainable architecture and green building were discussed in order to use renewable energy resources effectively.

After the oil crisis of the 1970s, it became clear that the facade designs had to be changed and the necessary comfort conditions had to be met with less energy. The building sector has a significant share of energy consumption and most of the energy losses in buildings occur on the building facade. In this context, it becomes more important to search for new facade systems to minimize energy losses and maximize utilized energy. After this process, different facade designs emerged and new ones continue to emerge. These facades are so called. "smart facades" that can be adapted to their surroundings. They are also fronts that reduce the consumption of energy and resources, reduce carbon emissions and cause less environmental damage.

Keywords: Sustainability, Intelligent facades, Energy efficiency, Renewable energy

Enerji Etkin Tasarımda Akıllı Cephelerin Rolü

Özet: Sürdürülebilirlik sorunları son yılların bina tasarımlarının odak noktası oldu, bu bağlamda kentlerde sürdürülebilirliği artırmak için yenilikçi çözümler geliştirmeye olan ilgi de arttı. Özellikle XIX yüzyılda Sanayi Devrimi ile birlikte, ülkelerin hızlı büyüme ve gelişme çabası doğal kaynakların bilinçsiz bir şekilde tüketilmesine neden oldu. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kontrolsüz kullanımı sonucunda ciddi çevre sorunları ve ekolojik dengesizlikler ortaya çıktı. Bu nedenlerden dolayı sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma, sürdürülebilir mimari ve yeşil bina kavramları yenilenebilir enerji kaynaklarını etkili kullanmak amacıyla tartışılmaya başlandı.

1970'lerdeki petrol krizinden sonra, cephe tasarımlarının artık değişmesi gerektiği ve gerekli konfor şartlarının daha az enerji ile karşılanması gerektiği anlaşıldı. Yapı sektörü enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir ve binalardaki enerji kayıplarının büyük bir kısmı bina cephesinde ortaya çıkar. Bu bağlamda, enerji kayıplarını en aza indirmek ve kullanılan enerjiyi en üst seviyeye çıkarmak için yeni cephe sistemlerinin araştırılması daha önemli hale geldi. Bu süreçten sonra farklı cephe tasarımları ortaya çıktı ve yenileri ortaya çıkmaya da devam ediyor. Bu cepheler çevrelerine adapte olabilen "akıllı cephe" olarak adlandırılan cephelerdir. Ayrıca enerji ve kaynakların tüketimini azaltan, karbon emisyonunu azaltan ve çevreye daha az zarar veren cephelerdir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Akıllı cepheler, Enerji verimliliği, Yenilenebilir Enerji

¹International Vision University, Faculty of Architecture, Gostivar, North Macedonia

1. Giriş

Çalışmanın amacı akıllı bina cephe kavramını ele alarak sürdürülebilirlik adına cephelerin önemini ve sürdürülebilir kalkınmaya olan önemini ortaya koymaktır. Çalışmada akıllı cepheye sahip olan binaların çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliğe olan etkilerini ve yararları anlatılmıştır. Çalışma kapsamında sürdürülebilirlik kavramı, akıllı cephe tasarımı, sınıflandırılması ve akıllı cephelerin özellikleri incelenerek sürdürülebilirlik adına ne tür katkılarda bulunabileceği araştırılmıştır.

Binalar, günümüzde en büyük enerji tüketicisi olmakla beraber , aynı zamanda enerji tasarrufu ve çevrenin korunması için en büyük fırsattır. Hızla artan küresel enerji tüketimi, enerji kaynaklarının harcanması ve ortaya çıkan olumsuz çevresel etkiler küresel endişeleri arttırmıştır. Mevcut tahminler ise bu büyüme eğiliminin artacağını göstermektedir. İnşaat sektörü dünyadaki enerjinin çoğunu tüketen sektörlerden biridir. Binalardaki enerji kullanımı, dünya enerji kullanımının %30 ile %40 ına denk gelirken, ayrıca doğadan elde edilen malzemelerin yaklaşık %50 si ve ulusal atık ürünlerinin %50 sinden fazlası inşaat sektöründen gelmektedir (Anink vd., 1996). Tüm bu veriler de binalardaki enerji verimliliğinin önemini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, binalar aynı zamanda enerji tüketimini önemli ölçüde azaltarak emisyonları en aza indirebilecek potansiyele sahip elemanlardır.

Cepheler, binaların enerji bütçelerine ve konfor parametrelerine katkı yapan en önemli elemanlardan biridir. Enerji ve diğer kaynaklar tükenmeye devam ederken, binalardaki konfor şartlarını sağlarken daha az enerji ve kaynak tüketilmesinin yeni cephe tasarım ve teknolojilerinin tasarımında ana hedef olacağını ortaya çıkardı (Erturan, 2011). Yakın zamana kadar cephe tasarımında ve geliştirilmesinde odak noktası yapısal, pasif ve performans yönlerine odaklanmışken, günümüzde ise daha esnek, duyarlı, uyarlanabilir veya dinamik özelliklere sahip olması beklenmektedir (Knaack, 2007).

1866'dan günümüze kadar olan ekolojik teoriler, küresel düzeyde eylemler söz konusu olduğunda daha iyi bir farkındalığın yayılmasına katkıda bulunmuştur. Son yıllardaki ekoloji ve sürdürülebilirlik ile ilgili konulara dikkat çekilmesi, ilk büyük enerji krizi ve 1985 yılında ozon tabakasındaki deliğin ortaya çıkması gibi bir dizi olaya paralel olarak ortaya çıkmıştır (Cassinelli, Perini, 2010). Sürdürülebilirlik kavramı “Bruntland raporu'nun” ve Rio “Dünya Zirvesi 'nin” yayınlanmasından sonra gibi ulusal ve uluslararası tartışmalarda tartışılan bir fikir haline gelmiştir (Doughty, Hammond, 2004).

2. Sürdürülebilirlik Nedir

Sürdürülebilirlik tanımını ifade etmek için günümüze kadar çeşitli girişimlerde bulunuldu. “Sürdürülebilir kalkınma” terimi ilk olarak 1980 yılında çevre üzerindeki olumsuz etkileri tanımlarken, sosyal ihtiyaçlara çözüm bulma çabalarını en aza indirmek olarak tanıtıldı. (IUCN, 1980).

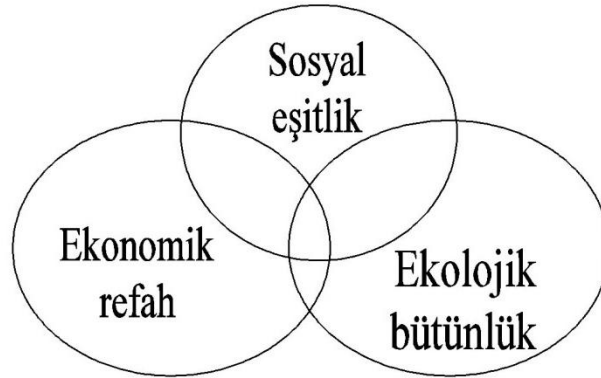
Sürdürülebilirlik tanımı ilk olarak 1987 yılında yayınlanan “Ortak Geleceğimiz (Our Common Future)” raporunda Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu başkanı Gro Harlem Brundlandt'ın 1983 yılındaki Birleşmiş Milletler Genel Kurul Toplantısı'nın sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bruntlandt raporu olarak adlandırılan bu rapora göre sürdürülebilir kalkınma “bugünün gereksinimlerini, gelecek nesilleri kendi gereksinimlerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılamak” olarak tanımlanmıştır (WCED, 1987).

Sürdürülebilir kalkınma, şimdiki ve gelecek nesiller için daha iyi bir yaşam kalitesi sağlamak için üretmek olarak da tanımlanabilir. Sürdürülebilir kalkınma aynı anda dört kilit hedefe ulaşılmasını gerektirir:

- Herkesin ihtiyaçlarını tanıyan sosyal ilerleme

- Çevrenin etkin kullanımı
- Doğal kaynakların sağduyulu kullanımı,
- Yüksek ve istikrarlı düzeyde ekonomik büyüme ve istihdamın korunması (Masood, 2007)

Sürdürülebilirliğin temel fikri, yapıların istenmeyen yönlerini en aza indirebilmek için çevresel koşullara odaklanarak maksimum iç özelliklerine sahip ürün elde etmektir. Binalar tasarım aşamasından itibaren çevreye uyumlu olarak tasarlanmalıdır. “Sürdürülebilir mimari tanımının üç boyutu çevre, toplum ve ekonomidir. Bunlar genel olarak çevreye saygı duyan ve çevreye olabilecek en az zararı veren tasarımları içermektedir” (Tisdall, 1993).



Şekil 1. Sürdürülebilirlik kavramı (Krizek, Power, 1996)

3. Akıllı Cephe Tasarımı

Bina cepheleri iki işlevi yerine getirir: Birinci işlev binaların iç mekanları ve dış ortam arasında barrier görevi görmek, ikinci işlev ise yapının diğer bütün bileşenlerinden daha fazla yapının imajına katkıda bulunmaktır. Cepheler binaların enerji tüketiminde ve konfor için çok önemli etkiye sahiptir. Yüksek performanslı sürdürülebilir cepheler, binanın sakinlerinin sağlığını ve verimliliğini artıran konforlu bir iç ortam sağlamak için mümkün olan en az miktarda enerjiyi kullanan elemanlar olarak tanımlanabilir. Bu da sürdürülebilir cephelerin iç ve dış ortam arasında sadece barrier görevi üstlenmediğini, bunun yanında binanın dış ortamına aktif olarak cevap vererek kullanıcılara rahat alanlar yaratan ve binaların enerji tüketimini önemli ölçüde azaltan bina sistemleri olduğunu gösterir (Aksamija, 2013).

Günümüzde çok farklı niteliklerde akıllı cephe tasarımları karşımıza çıkmaktadır. Akıllı cephe olarak adlandırılan bu cepheler farklı özellikler sunmaktadır, bu cephelerin bazı özellikleri: yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanarak enerji üretmeleri, yapı içerisindeki ısı kazanç ve kayıplarını dengelemeleri, havayı temizlemeleri vs. olarak gösterilebilir. “Değişen fiziksel etkilere karşı, optimal bir yapıya dönüşebilme yetisi” olarak da tanımlanabilecek olan “akıllı cephe” kavramı fonksiyonellik, estetik ve ekonomik olma gibi kriterlerin yanında, günümüzde sıkça duyduğumuz sürdürülebilirlik ve ekoloji kriterlerinin ağır bastığı tasarım kavramı haline gelmiştir (Bilgiç, 2002). Yüksek enerji tüketimi düşük termal konfor özelliklere sahip olan tipik binaların geleneksel cephelerinin aksine, akıllı cephelerin iç ve dış ortam arasındaki etkileşimi iyileştirmesi gerekir (Shameri vd.ö 2011). Cephelerin estetik kaygısı dışında, akıllı cephelerin binaların çevre ve enerji performansının güçlendirilmesinde temel görevi olduğu düşünülmektedir (Haase, 2006).

Çevresel koşullara uyum sağlayan ilk akıllı cephe 1981-1987 yılları arasında Pariste Jean Nuvel tarafından yaptırılan Arap Dünyası Enstitüsü (Institute du Mond Arap) binasıdır. Bu akıllı cephede, 30.000 alüminyum malzemedan oluşan mekanik diyaframlar ışığa bağlı olarak bir elektro-pnömatik sistem tarafından kontrol edilir. Bu örnekte, binanın cephesi, güneşin

enerji kazancını dengeleyerek kapalı alanda termal ve görsel konfor koşullarını sağlamaya çalışır.



Şekil 2. Arap Dünyası Enstitüsü - Paris, Fransa (URL 1)

Wiggington ve Harrisin akıllı binalar üzerine yapmış oldukları çalışmalar, cephenin enerjiyi dış ortamdan iç ortama ve tam ters yönde geçişini etkileyen çeşitli işlevler gerçekleştirdiğini göstermiştir. Araştırmada geçiş fonksiyonları aşağıdaki gibi tanımlanmıştır: (Hausladen vd., 2006)

- Gün ışığının geliştirilmesi (örn. ışık rafları / reflektörler)
- Gün ışığının en üst düzeye çıkarılması (örn. tam yükseklikte cam / atriumlar)
- Koruma (örn. Panjur / güneşlikler)
- Yalıtım
- Havalandırma (örn. Otomatik damperler)
- Isının toplanması (örn. güneş kolektörleri)
- Sesin zayıflaması (örn. akustik damperler)
- Elektrik üretimi (örn. Fotovoltaik paneller)
- Basınç farklarının kullanılması (örn. Havalandırma bacaları)

3.1. Akıllı cephelerin sınıflandırılması

Teknolojik gelişmelerle beraber cephe sistemleri, massif yapılardan daha hafif, şeffaf, esnek ve dış ortama entegre çerçeve sistemlerine dönüştüler. Bu kurgu, taşıyıcı sistemler, estetik değerler, dış koşullara uyum ve sürdürülebilirlik gibi farklı alanları kapsayan kriterlerin sentezi sonucunda şekillenmiştir. (Knaack, Klein, 2009)

Akıllı cephe sistemlerini, özelliklerine göre birkaç grupta sınıflandırmak mümkündür:

- Enerji üreten cepheler
- Isı kazanımlarını ve kayıplarını dengeleyen cepheler
- Kendini yada çevreyi temizleyen cepheler

Bu cephelere ek olarak, yukarıda belirtilen gruplara dahil edilemeyen fakat yine de akıllı olarak nitelendirilebilen farklı cephe örnekleri de mevcuttur. (Altın, Orhon, 2014)

3.2. Akıllı cephelerin özellikleri

Cepheler akıllı bir bina oluşturmada çok önemli bir rol oynamaktadır. Binanın akıllı sistem tarafından kontrol edilebilecek birçok yönü, bina cephesine bağlıdır. İç ve dış ortam arasında denge sağladığı için, havalandırma, kirlilik, ses, güneş, yağmur, gibi farklı etkenlere karşı koruyan cephe, enerji verimliliği açısından binanın en sorunlu kısımlarından biridir (Rubnicu,

2012). Binalar fiziksel olarak incelendiğinde, bina cephesinin, estetik ve görsel etkiler dışında binanın genel enerji performansında çok önemli bir rol üstlendiği tespit edilmiştir (Ochoa, Capeluto, 2009). Geçmişte yapılan çalışmalar, bina cephelerinin sıcak ve nemli iklim şartlarında binanın toplam enerji maliyetinin %36'sının cephe tarafından karşılandığını ortaya koymuştur (Haase, Amato, 2006). Yapılan araştırmalar ve bulgular, akıllı cephenin iklim, çevre ve kullanıcılar gibi üç ana parametreye duyarlı olması gerektiğini açıkça belirtmektedir. Akıllı cephe ve yukarıdaki parametreler arasındaki ilişkilerin dinamik, doğrusal olmayan, stokastik, çok boyutlu ve ölçülemez olması gerektiği aşağıdaki çizelge 1'de belirtilmiştir (Sekilly,2000).

Çizelge 1. Akıllı cephelerin duyarlı ve uyarlanabilir olmaları için gerekli olan özellikler

Özellikler	Açıklama
Dinamik	Birçok parametre zamanla ve farklı oranlarda değişir
Doğrusal Olmayan	Bazı parametreler farklı bölgelerde farklı davranış türleri gösterir.
Stokastik	Bazı parametreler büyük öngörülemez / kaotik çevresel bozulmalara maruz kalır
Çok boyutlu	Birçok farklı mekanizma karmaşık bir şekilde etkileşime girer
Ölçülemez	Bazı değişkenlerin ölçülmesi zordur, bilinmeyen ilişkileri vardır veya gerçek zamanlı olarak değerlendirilmesi pahalıdır (kullanıcı memnuniyeti, psikolojik faktörler vs.)

Dört temel mekanizma - termal ısı transferi, güneş ısı kazancı, hava kaçağı ve aydınlatma yükleri - cephelerin binadaki toplam enerji kullanımını nasıl etkilediğini belirler. Cephelerin performansını iyileştirebilmek için kullanılacak çok sayıda strateji ve araç vardır. Geliştirilmiş duvar yalıtımı, iletken ısı kayıplarını azaltacaktır. Solar gölgeleme ve yüksek performanslı cam kullanımı güneş ısı kazancını kontrol edecektir. Hava bariyerleri ve iyi tasarlanmış pencere sistemleri hava sızıntılarını önleyecektir. İç mekanlarda gün ışığının artırılması, elektrik aydınlatmasına duyulan ihtiyacı azaltacaktır.

Enerji verimli bina cephelerinin özelliklerini sıralarsak bunlar: gün ışığının binaya girmesini sağlamak, istenmeyen güneş ısısının binaya girmesini önlemek, ısıyı duvarın kütlesi içinde depolamak, gelişmiş ısı transferini önlemek, cepheden hava yada nem geçişini önlemek ve doğal havalandırma yoluyla bina içi soğumayı sağlamaktır. Saymış olduğumuz tüm bu özellikler iklimin yanı sıra, binanın işlevi, yönü, binadaki ekipman yüklerine ve cephe türüne büyük ölçüde bağlıdır (Lee vd, 2002).

Esas olarak cepheleri iki grupta sınıflandırma mümkündür:

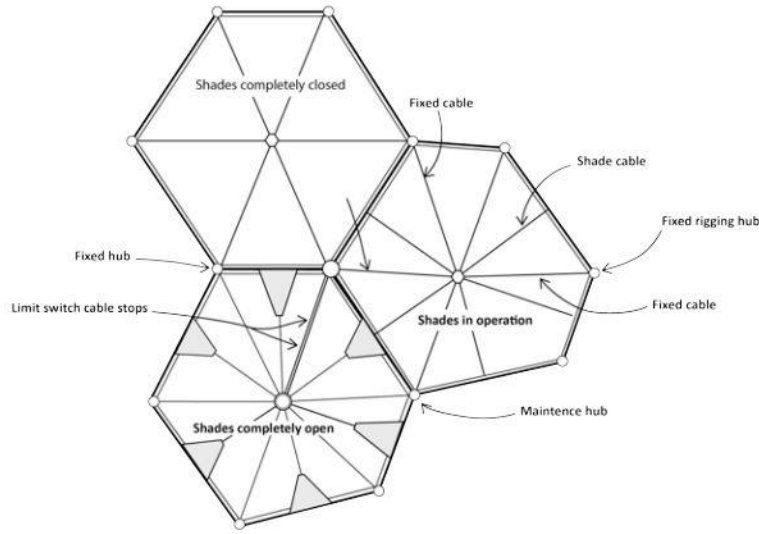
- Opak cepheler : duvar, taş, beton paneller, metal kaplama vs. gibi katı malzeme katmanlarından oluşan cepheler.
- Camlı cepheler: saydam yada yarı saydam cam malzemelerden ve metal çerçeveleme bileşenlerinden oluşan perde duvarlar yada vitrin cepheler.

Bu iki cephe tipinin fiziksel davranışları, cephelerin bileşenleri, malzemeleri ve yapım yöntemleri farklı olduğu için farklılık gösterir (Aksamija, 2013).

3.3.Kinetik cepheler

Günümüzde çevresel özelliklere duyarlı ve çevreleriyle etkileşim halinde olan cepheleri tasarlamak çok önemli bir hale gelmiştir. Bu cepheler, akıllı cephelerin bir parçası olarak,

sıcaklık, nem , rüzgar vs. gibi çevresel parametrelere otomatik olarak cevap verecek şekilde formlarını, şekillerini, yönlerini yada açıklıklarını ayarlayabilirler (Kensek, Hansanuwat, 2011). Yapılan araştırmalar, aslında kinetik cephelerin, düşük enerjili bina oluşturmada ve nihai olarak sıfır enerjili binaların oluşumu önünde önemli ölçüde etkili olduklarını göstermiştir. Gölgeleme cihazlarının binaların enerji performansları üzerinde etkileri çok fazladır, gölgeleme cihazları binanın cephesine entegre edildiğinde, güneş ısı kazanımlarının seviyelerinin düşürülebildiği, doğrudan güneş ışığını engelleyebilir, istenmeyen kontrastları ve parlamaları engelleyebilirler (Tzempelikos vd. 2007). Buna göre, otomatik gölgelendirme cihazlarının aydınlatma, soğutma ve ısıtma için kullanılan enerji tüketiminin azalmasına yol açtıkları görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınmaya karşı otomasyon kavramının tasarımın ilk aşamalarında gerekli faktörler temelinde gerçekleşmesi gerekmektedir (Hoseini vd, 2009).

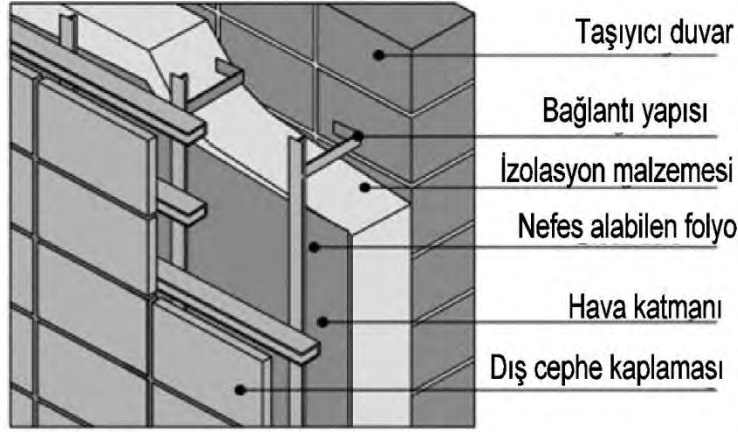


Şekil 3. Amerikan pavilyonundaki altıgen panjur (Masej, 2006)

3.4.Açık havalandırmalı cepheler

Açık havalandırmalı cepheler hali hazırda geleneksel cephelerin verimli bir alternatifi olarak önerilmektedir. Açık havalandırmalı cepheler büyük akıllı tasarım potansiyeline sahip cepheler olarak gelişmiş entegre cepheler grubunda sınıflandırılmaktadırlar (Sanjuan vd., 2011).

Açık havalandırmalı cephelerin temel özelliği, dış opak kaplamaya sahip olmaları ve kaplama ile kütle duvarları arasında havalandırma boşluğu olmasıdır. Dış kaplama malzemesi, dışardan havanın girip çıkmasına izin verecek şekilde açık drezlerle ayrılmış plakla halinde düzenlenmiştir (Sanjuan vd., 2011). Ayrıca bu cephelerin, nem problemlerini çözme potansiyellerini somutlaştırırken yüksek enerji verimli oldukları ve güneş ısı ile optimize performansla sahip oldukları iddia edilmektedir (Sanjuan vd., 2011). Yapılan analizler, havalandırmalı cephelerin, düşük enerjili binaların geliştirilmesinde umut verici bir yaklaşım olarak enerji tasarrufu kavramını geliştireceğini düşünülmektedir (Gonzalez vdç, 2008).



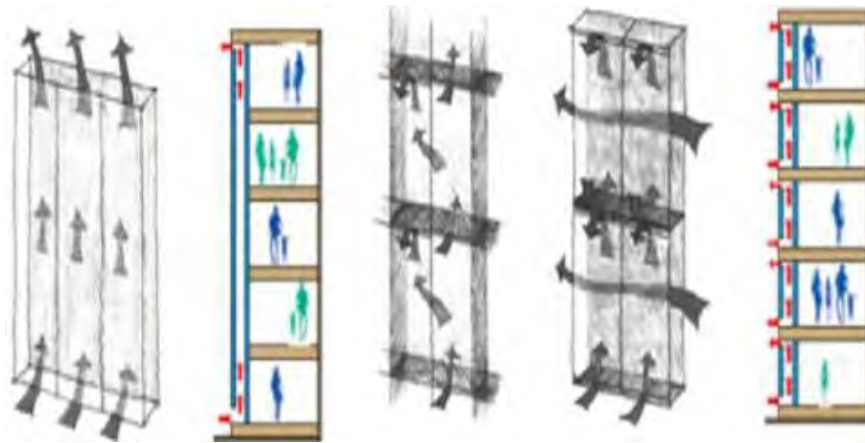
Şekil 4. Havalandırmalı cephelerin yapı elemanları (Romila, 2013)

3.5.Çift kabuklu cepheler

Çift kabuklu cephe teknolojisi, düşük enerjili binalar oluşturmak için uygulanan başka tasarım çözümlerinden biridir (Ghadamian vd., 2012).

Çift kabuklu cephelerin ilk girişimi 1903 yılında Almanyada karşımıza çıkmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu cephelerin eski geleneksel Japon evlerindeki koridorlara benzemektedir. Çift kabuklu cepheler, birden fazla cam kaplamalı bir yada birkaç kata yayılan bina cepheleridir. Katmanlar hava geçirmez veya doğal/mekanik olarak havalandırılabilir. Dış yüzey genellikle sert bir tek camdır, iç cilt çift camdan olabilir ve çoğu zaman tamamen camla kaplı değildir. İki kaplama arasındaki mesafe 200mm ila 2m arasında olabilir. Hava geçirmeyen ilk katman, kış mevsiminde ısı kaybını azaltmak için bina için daha fazla ısı yalıtımı sağlayabilir. Öte yandan, havalandırmalı çift kabuklu cephenin içindeki boşluğun hareketi, güneşten kaynaklanan ısıyı emebilir ve binanın soğutma talebinin yanı sıra ısı tüketimini azaltabilir (Chan vd., 2009).

Cam cephelerin zayıf yönlerine rağmen, özellikle çok katlı binalar için, çift kabuklu cephelerin kullanılması, optimize edilmiş güneşi alma, ısı kazanımını azaltma ve doğal havalandırma sağlama potansiyelleri nedeniyle uygun bir alternatif olarak görülmektedir (Çetiner, Özkan, 2005). Çift kabuklu cepheleri üç grupta sınıflandırmak mümkündür, çok katlı, kutu tipi ve koridor tipi çift kabuklu cepheler (Lou vd., 2012).



Şekil 5. Çift kabuklu cephelerin tasarım şekilleri a) çok katlı, b) kutu tipi, c) koridor tipi (Lou vd., 2012)

Çift kabuklu cephelerin temel özelliklerine göre sınıflandırılması Şekil 6 da gösterilmiştir.

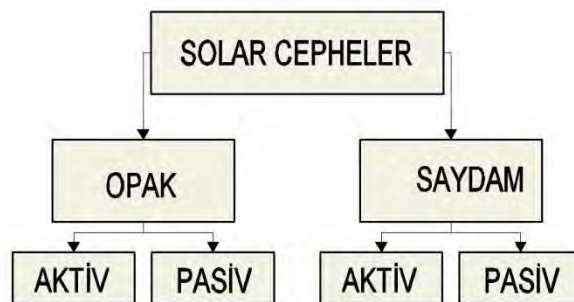


Şekil 6. Çift kabuklu cephelerin temel özellikleri (Giancola vd., 2010)

Bugüne kadar yapılan birçok çalışma, düşük enerjili binaların gelişimi için enerji tasarruflu bir özellik olarak ısı kazanımlarını azaltmak için çift kabuklu cephe sistemlerinin kullanılmasını önermektedir. Çift kabuklu cephelerin, sürdürülebilir performanslarının yanı sıra ses yalıtımı ve gelişmiş estetik özellikler gibi olumlu etkileri de bulunmaktadır (Yılmaz, Çetinbaş, 2005). Shameri ve ark. yapmış olduğu araştırmalar bina enerji performansının artırılmasında çift kabuk cephelerin etkili olduğu fakat uygulamadaki zorlukların geleneksel cephelere kıyasla maaliyet olduğunu göstermiştir (Shameri vd., 2011).

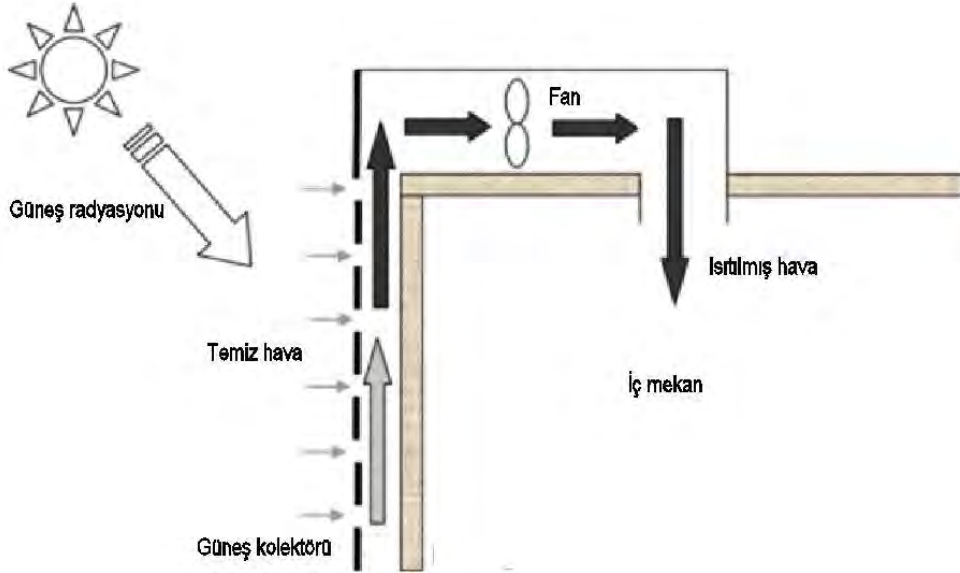
3.6.Solar cepheler

Enerji tüketiminin azaltılması için yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak güneş enerjisinin inkar edilemez katkısı bulunmaktadır. Ayrıca, fotovoltaiik teknolojinin önemi tartışılmakta ve bina ve çevre üzerindeki olumsuz etkileri azalttığı doğrulanmaktadır (Yun, McEvoy, Steemers, 2007). Bu teknoloji, yıllar önce yeşil binaların gelişiminin ilerlemesi için kullanılmıştır. Bu nedenle, cephelerde fotovoltaiik jeneratörlerin uygulanmasında dayanan güneş cephesi kavramı, düşük enerjili binaların tasarım sürecinde dikkate alınması gereken bir tasarım modelidir. Yapılan çalışmalara göre, fotovoltaiik panellerin yeşil binaların cephelerine entegrasyonu sadece elektrik için önemli bir yenilenebilir enerji kaynağı değil, aynı zamanda ısıtma ve soğutma amaçlı bir enerji kaynağıdır.



Şekil 7. Solar cephelerin sınıflandırılması (Quesada vd., 2012)

Cepheleer için binaya entegre güneş enerjisi (building-integrated solar thermal - BIST) sistemi, güneş enerjisi toplama ekipmanlarının bir binanın cephesine uygulanması olarak düşünülebilir, böylece ekipman hem cephe işlevini yerine getirirken, aynı zamanda ısıtma amacıyla güneş enerjisi toplar. BIST sistemi, güneş enerjisini ısıtma amacıyla toplarken, bina cephesini oluşturacak şekilde binaya dahil edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Binaya entegre güneş enerjisi (Quesada vd., 2012)

Quesada ve ark. yaptıkları çalışmalarda, şeffaf ve yarı saydam solar cepheleer olarak iki grupta sınıflandırdılar. Şeffaf ve yarı saydam cepheleerinin güneş ışınlarını alma ve aktarma kabiliyetlerinin yanı sıra, güneş ısı kazancının da binaya aktarılabilirdiğini belirttiler.

Binaya entegre fotovoltaiik paneller birçok avantaj sunar, en iyi koşullarda binaların toplam tüketim miktarından daha fazla miktarda enerji üretebilirler. Buna ek olarak, binanın soğutma yüklerini önemli ölçüde azaltabilirler.

4. Sonuç

Bina tasarımlarında ve kullanımında enerji etkinliği 1970'lerin başından beri tartışılan bir konu olmuştur. Dünyada yaşanan iklimsel değişimler, yenilenmeyen enerji kaynaklarının hızla tüketimi, ekolojik dengesizlikler, kendi enerjisini kendi üreten, enerji etkin, sürdürülebilir tasarım anlayışını mecburi hale getirmiştir, bütün bu etkiler cephe tasarımına da yansımıştır. Dünya genelinde kullanılan enerjinin büyük bir kısmı yapıların yapım, işletim ve yıkım sürecinde kullanılmaktadır. Bu sebeple, binaların enerji etkin akıllı bina olarak tasarlanması sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için büyük önem arz etmektedir. Çevreye ve iklime duyarlı enerji etkin binalar oluşturmak için birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda binaların cepheleeri, enerji etkin binaların oluşturulmasında çok önemli bir paya sahiptir. Günümüzde binalar bunu değişik tasarımlarıyla sağlamakta, binaların azaltılan enerji ihtiyaçları da yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanarak sıfır enerjili binalar üretilmekte, fosil enerji kaynakları kullanımını sıfırlayarak enerji korunumunu maksimuma çıkarmaktadırlar. Enerji tasarruflu akıllı bina

teknolojileri, özellikle cephe tasarımı, enerjinin uygun ve az miktarda kullanılması için önemli bir rol oynamaktadır. Binaların ısıtma ve soğutma yüklerini azaltırken, geleneksel cephe sistemlerine kıyasla yaklaşık %30-35 oranında enerji tasarrufu sağlar. Enerji korunumu ve kullanıcı konforunu üst düzeyde tutmak amacıyla geliştirilen cephe sistemlerinin uygulanmasında, doğru sistemin seçilebilmesi için maliyet analizleri ve boyutlandırma hesaplarının doğru yapılması gerekmektedir. Uygun malzeme, sistem ve işletim tekniğinin seçilmesi durumunda, cephenin performansı artmakta, güneşten elde edilen ısı ve ışık kazançları artmakta, elektrik üretimi sağlanmakata, doğal havalandırma yoluyla mekanik sistemlere olan ihtiyaç azalmakta ve binanın tükettiği enerji miktarı azalmaktadır. Çalışmada akıllı cephelerin, düşük enerjili binların gelecekteki gelişimi için doğal bir bileşeni olmalarını, yenilenen cephelere ilişkin mevcut girişimleri, teorik açıları gözden geçirerek açıklamaktadır. Buna göre, bulgular bina tasarımının ilk aşamalarında gerekli teknik analizlerin ve simülasyon stratejilerinin yapılması gerektiğini göstermektedir.

Kaynaklar

Aksamija A, (2013). “Sustainable Facades - Design methods for high-performance building envelopes” Ph.D., Perkins Will.

Altın M., (2013). “Bir Sürdürülebilir Mimarlık Örneği: Otonom Binalar - Dymaxion Evi”, Ege Mimarlık, Nisan 2013, s: 24-29.

Anink D., Boonstra C., & Mak J., (1996). “Handbook of sustainable building: an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment”. Editorial James and James Ltda, London.

Bilgiç S., (2002). “Akıllı Cephe Sistemleri”. Ege Mimarlık, Sayı: 44.

Cassinelli G., Perini K., (2010). “Estetica dell’architettura sostenibile” Eurau 10 Naples, Italy pp.67-72.

Chan S., Chow T., Fong K.F., Lin Z., (2009). “Investigation on energy performance of double skin facade in Hong Kong”. Energy and Buildings, 41:1135-42.

Çetiner I., Ozkan E., (2005). “An approach for the evaluation of energy and cost efficiency of glass facades”. Energy and Buildings, 37:673-684.

Doughty M. R. C., Hammond G. P., (2004). “Sustainability and the build environment at and beyond the city scale”. Building and Environment Vol. 39, 2004, 1223-1233.

Erturan B. (2011) “Design Principles of Intelligent Building Skins and the Examination of Their Application Samples,” MSc. Thesis, M. S. F. A. University, İstanbul.

Ghadamian H., Ghadimi M., Shakouri M., Moghadasi M., (2012). “Analytical solution for energy modeling of double skin facades building. Energy and Buildings”, 50:158-165.

Giancola E., Sanjuan C., Blanco E., Heras M.R., (2010). "Numerical and experimental analysis of an open-joint ventilated façade". SimBuild 2010: 4th National Conference of IBPSAUSA, New York, August 11.

González M., Blanco E., Río J. L., Pistono J., SanJuan C., (2008). "Numerical study on thermal and fluid dynamic behaviour of an open-joint ventilated façade". PLEA 2008 – 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin, 22nd to 24th October.

Haase M., Amato A., (2006). "Performance Evaluation of Three Different Façade Models for Sustainable Office Buildings". Journal of Green Building, 1(4):89-103.

Hausladen G., Saldanha M. D., Liedl P., (2006). "Climate Skin", Berlin: Birkhauser Publ. Ltd., s. 30-115.

Hoseini G. A., Ibrahim R., Abdullah R., (2009). "Graphical visualization principles for maintaining functional relativity of spaces during architectural design". International Journal of Sustainable Tropical Design Research and Practice ALAM CIPTA. 4(1):9-16

Kensek K., Hansanuwat R., (2011). "Environment Control Systems for Sustainable Design: A Methodology for Testing, Simulating and Comparing Kinetic Facade Systems". Journal of Creative Sustainable Architecture & Built Environment, CSABE.1: 27-46.

Knaack U., (2007), Facades - Principles of Construction, Birkhäuser.

Lee E., Selkowitz S., Bazjanac V., Inkarorit V., and Kohler C., (2002). "Higher-performance commercial building facades", LBNL-50502 Report, Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.

Lou W., Huang M., Zhang M., Lin N., (2012). "Experimental and zonal modeling for wind pressures on double-skin facades of a tall building". Energy and Building, 54:179-191.

Massey J., (2006). "Buckminster Fuller's cybernetic pastoral: the United States Pavilion at Expo 67". The Journal of Architecture, 11(4), 463-483.

Masood B., (2007). "Postmodernism and Architecture", Khak publication, Iran.

Ochoa C. E., Capeluto I.G., (2009). "Advice tool for early design stages of intelligent facades based on energy and visual comfort approach" Energy and Buildings ;41:480-488.

Romila C., (2013). "General Principles for the Design and Construction of Ventilated Facades". Uletinul Institutului Politehnic, Publicat de Universitatea Tehnica.

Sanjuan C., Suárez M. J., Gonzalez M., Pistono J., Blanco E., (2011). "Energy performance of an open-joint ventilated facade compared with a conventional sealed cavity façade". Solar Energy 85: 1851-1863.

Skelly M., (2009). "Essay competition: The individual and the intelligent façade". Building Research & Information. 28(1):67-69.

Shameri M. A., Alghoul M. A., Sopian K., Fauzi M., Zain M., Elayeb O., (2011). “Perspectives of double skin facade systems in buildings and energy saving”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15:1468-1475.

Tisdall C., (1993). “Environmental Economics”, University Press, Cambridge, UK.

Tzempelikos A., Athienitis A.K., Karava P., (2007). “Simulation of facade and envelope design options for a new institutional building”. *Solar Energy*, 81:1088-1103.

Quesada G., Rouse D., Dutil Y., Badache M., Hallé S., (2012). “A comprehensive review of solar facades. Opaque solar facades”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2012; 16:2820-2832.

Yılmaz Z., Cetintas F., (2005). “Double skin facade’s effects on heat losses of office buildings in Istanbul”. *Energy and Buildings*, 37:691-697.

Yun G. Y., McEvoy M., Steemers K., (2007). “Design and overall energy performance of a ventilated photovoltaic façade”. *Solar Energy*. 2007; 81:383-394.

URL 1: <https://www.sortiraparis.com/arts-culture/exposure/articles/3849-museums-night-2019-all-things-soccer-at-paris-arab-world-institute/lang/en> (Erişim Tarihi: 03.01.2018)

Experimental Investigation of Phase Changing Materials Use of Heating for Residential Buildings

Fatih Yiğit^{1*}, Ece Yılmaz Yiğit¹, Ahmet Kabul¹

Abstract: In this study, phase changing materials were used to reduce the amount of energy consumption in providing thermal comfort conditions. Polyethylene Glycol-600 and Calcium Chloride Hexahydrate (PEG-600 and CCH) were selected for the purpose of the study. The test apparatus prepared within the scope of the thesis consists of four small chambers with cardboard covered and 15 mm thick plasterboard (2.3 W/mK). Only the floor and ceiling surfaces of the other three rooms are covered with the same insulation material. Only one of the three rooms whose base and ceiling surfaces were insulated was left empty, and two different phase-changing materials, PEG-600 and CCH, were placed in silicone hoses with an inner diameter of 9 mm and an outer diameter of 12 mm. Initially, one kilogram was placed in the test rooms and then two kilograms of FDM were placed in the test rooms for the experiments and FDMs were compared with the empty room and the insulated room in order to see the effects of phase-changing substances on thermal comfort.

Keywords: Phase-Changing Materials, thermal comfort, energy efficiency

1. Giriş

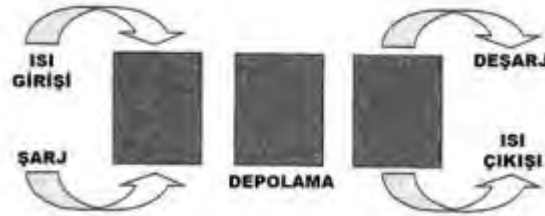
Dünyada toplam enerji tüketiminin yaklaşık % 40'ı konutlarda gerçekleşmektedir ve ayrıca dünyadaki sera gazı salınımlarının üçte biri binalarda tüketilen yakıtlardan kaynaklanmaktadır (EİE Faliyet Raporu, 2003). Bunun yanı sıra son yıllarda nüfus ve konut sayısındaki hızlı artış ısı konfor için tüketilen enerji miktarını da arttırmaktadır. Enerji ihtiyaçlarının sürekli olarak karşılanabilmesi için uzun vadeli ve güvenilir kalkınma planlarının yapılması gerekmektedir. Bu açıdan bakıldığında, temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları en etkili ve en verimli çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında karşılaşılan en temel sorun kaynağın sürekli olmamasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından sürekli bir fayda sağlayabilmek için enerjiyi depolamak gerekmektedir. Termal enerji depolama sistemleri (TED) kullanılarak sürekli olmayan enerji ihtiyaç duyulduğu zamanlarda kullanılmak üzere kısa (gece/gündüz) veya uzun (mevsimlik veya dönemlik) süreli olarak depolanabilmektedir (Dinçer vd., 2002). Kısa süreli depolamalarda faz değiştiren madde kullanımı daha yaygın bir teknikken uzun süreli depolamada duyulur ısı depolama daha çok tercih edilmektedir (Hasnain,1998). Enerji depolanması, enerji arzı ve talebi arasındaki zaman veya oran uyumsuzluğunu azaltır, böylece enerji korunmasında hayati bir rol oynar (Hadjiposcholis vd., 2009). Enerji depolanmanın amacı, enerjinin kullanıldığı alanlarda oluşan atık ısıyı ve belirli zamanlarda enerji verebilen (örneğin güneş enerjisi gibi) yenilenebilir enerji kaynaklarının enerjisini depolayarak, enerji temin zamanı ile talebi arasında doğabilecek farkı gidermektir. Ülkemizin fosil yakıtlar bakımından dışa bağımlılığı da

¹ Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): fatihyigit@isparta.edu.tr

düşünüldüğünde, enerji depolamayla sağlanacak enerji tasarrufu ülke ekonomisine de ciddi katkılar sağlayacaktır (Sarı, 2011).

Tüm termal enerji depolama sistemlerinde temel prensip aynıdır. Enerjinin, ihtiyaç olduğunda geri alınmak üzere, sisteme geçici bir süre için beslenmesi esasına dayanır. Genel bir sistem, Şekil 1’de görüleceği üzere, üç kademedan oluşur: 1- Şarj 2- Depolama ve 3- Deşarj. Bazı pratik sistemlerde bu aşamalar aynı anda çalışıyor veya birden fazla tekrarlanıyor olabilir (Turan vd., 2016).



Şekil 1. Isıl enerji depolama blok diyagramı (Kocaman, 2013).

Yılmaz (2008), çalışmasında termal enerji depolama (TED) sistemleri ile soğutma uygulamalarında kullanılmaya uygun Faz Değiştiren Madde (FDM) karışımlarını geliştirmiştir ve faz diyagramlarını inceleyerek FDM’lerin termal davranışlarını araştırmıştır. Konuklu (2008), faz değiştiren maddeleri Adana ilindeki bir test odasının ısıtma soğutma yükünü azaltmak amacıyla kullanmıştır. Bina içerisinde kullanılan faz değiştiren maddelerin erime noktası ve ergime ısısının termal enerji depolama özelliği ile enerji tasarrufuna katkıda bulunduğunu göstermiştir. Benli ve Durmuş (2009), havalı güneş kolektörleri ile seralarda ısı transfer proseslerine dayanan bir deneysel çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında sera içerisinde bulunan gizli ısı depolama tankı, faz değiştirici malzeme ile doldurulmuş, gün ışınının olduğu saatlerde havalı güneş kolektörleri yardımıyla sera ısıtılması ve kimyasal madde şarj edilmiştir. Okcu ve Varol (2014), dikey bir geometride ve kapalı bir sistem içerisinde bulunan Faz Değiştiren Maddenin (FDM) katılma sürecini sayısal olarak incelemiştir. Geçici sayısal simülasyonları bir Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği olan ANSYS-fluent12.0 ticari paket programını kullanarak yapmışlardır. Xing ve arkadaşları (2014), faz değiştiren maddenin bina duvarındaki yerinin ısı performansını üzerindeki etkilerini bulmak için diferansiyel tarama kalorimetresi (DSC) testleri yapmışlardır. Faz değiştiren maddenin sırasıyla erimeyen, kısmen erimiş ve tamamen erimiş durumlardaki etkileri deneysel olarak incelemiştir. Kızılkın ve Dinçer (2015), Kanada Ontarria Üniversitesi’nde bulunan dünyanın en büyük ikinci kuyu ısı depolama sistemini ısıtma uygulaması için termodinamik açıdan incelemiştir. Balans eşitlikleri yardımıyla ısıtma sisteminin enerji ve ekserji analizlerini yapmışlar ve her bir sistem elemanı için ekserji yıkımlarını belirlemiştir. Muriel ve diğerleri (2016), bir hava-faz değişim malzemesi (PCM) ünitesinin termal performansı deneysel olarak incelemiştir. Yaptıkları deneylerde hava giriş sıcaklıklarının ve hızlarının PCM panellerinin şarj/deşarj süresi, ısıtma/soğutma yükü ve faz değişimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Sayanthan ve arkadaşları (2017), ticari binalarda termal enerji depolama çimentolu kompozitin (TESC) enerji tasarrufu potansiyelini değerlendirmek için deneysel ve sayısal bir çalışma yapmışlardır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada FDM’lerin konutlarda ısı konforu sağlamak amacıyla kullanımının enerji verimliliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. FDM’ler seçilirken öncelikle insanların konforlu yaşam şartlarını oluşturabilecek sıcaklıklar aralığında faz değiştiren malzemeler olmasına

dikkat edilmiştir. Böylelikle 22 – 26 °C aralığında faz değiştiren Polyetilene Glycol-600 ve Calcium Chloride Hexahydrate maddeleri tercih edilmiştir. Polyetilene Glycol-600 ve Calcium Chloride Hexahydrate maddelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Polyetilene Glycol-600 Fiziksel ve Kimyasal özellikleri (MSDS PEG-600, 2019)

Polyethylene Glycol 600 (PEG-600)		Calcium Chloride Hexahydrate	
Fiziksel Durum	Sıvı	Fiziksel Durum	Katı
Renk	Renksiz	Renk	Beyaz
Koku	Kokusuz-hafif	Koku	Kokusuz
Alevlenme noktası	Kapalı Kap 238 °C	Alevlenme noktası	-
Buhar basıncı	< 0.01 mmHg (20 °C 'de)	Buhar basıncı	-
Kaynama noktası	(760 mmHg) > 250 °C	Kaynama noktası	-
Buhar yoğunluğu	(Hava = 1) >1	Buhar yoğunluğu	-
Özgül ağırlık	(H ₂ O = 1) 1.128 20 °C/20 °C	Özgül ağırlık	(H ₂ O = 1) 1.71 (20 °C 'de)
Donma Noktası	20-25 °C	Donma Noktası	30 °C
Sudaki çözünürlük	100 % (20 °C 'de)	Sudaki çözünürlük	5i36 g/l (20 °C 'de)
pH	4.5-7.5	pH	5 - 7 (water: 50 g/l , 20 °C)
Moleküler Kütle	570-630 g/mol	Moleküler Kütle	-
Kinematik Viskozite	120-130 cSt (20 °C 'de)	Kinematik Viskozite	-

Deneyel çalışması kapsamında hazırlanan deney düzeneği, karton kaplı ve kalınlığı 15 mm olan alçıpan (2,3 W/m.K) birbirine eş dört küçük odadan oluşmaktadır (Şekil 2). Birbirine eş bu dört odadan bir tanesi piyasada yalıtım amaçlı yaygın olarak kullanılan Ekspande Polistiren köpük (ısı iletkenliği 0,032 W/m.K) ile tamamen yalıtılmıştır (Şekil 3). Diğer üç odanın ise sadece taban ve tavan yüzeyleri aynı yalıtım malzemesi ile kaplanmıştır. Sadece taban ve tavan yüzeyi yalıtılan üç odadan bir tanesi boş bırakılmış diğer kutulara, iç çapı 9 mm, dış çapı 12 mm olan silikon hortumların içerisine doldurularak Polyetilene Glycol-600 ve Calcium Chloride Hexahydrate olmak üzere iki farklı faz değiştiren malzeme konulmuştur.



Şekil 2. Deney Sisteminin genel görünümü



Şekil 3. Odaya yerleştirilen silikon hotrumlar ve polyethylene glycol 600

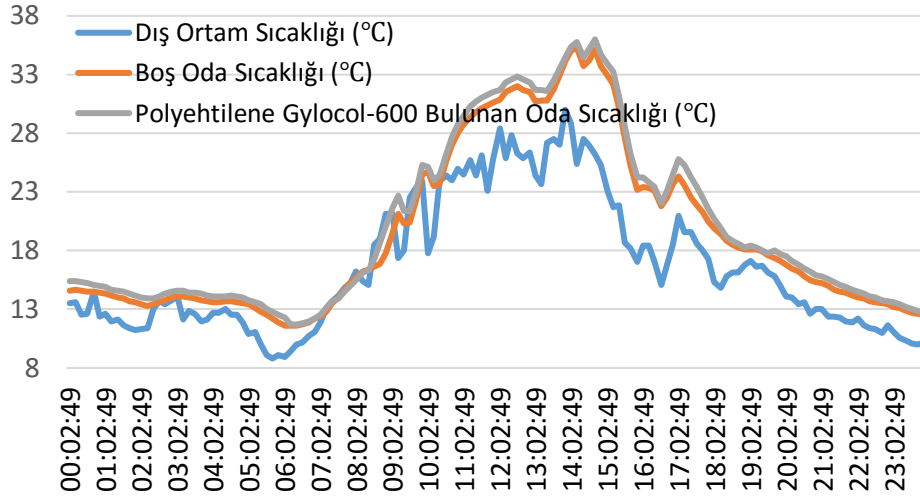
3. Bulgular

Yapılan deneyler sonucu elde edilen veriler değerlendirilmiş ve FDM'lerin etkinliklerinin ölçülebilmesi için çeşitli kıyaslamalar yapılmıştır. Deneylerin başlangıcında test odalarına 1kg FDM eklenmiştir. Ölçümlerle ilgili ortalama gün sıcaklığı, gündüz sıcaklığı, gece sıcaklığı, gün içerisindeki maksimum ve minimum sıcaklıklar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deney günü 1 ortalama sıcaklıkları

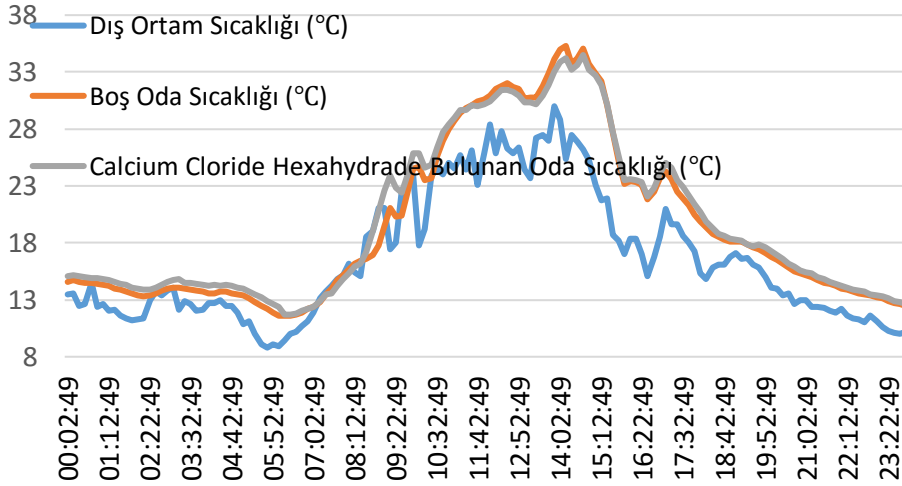
	Dış Ortam Sıcaklığı (°C)	Boş Oda Sıcaklığı (°C)	Yalıtımlı Oda Sıcaklığı (°C)	Polyethylene Glycol-600 Bulunan Oda Sıcaklığı (°C)	Calcium Chloride Hexahydrate Bulunan Oda Sıcaklığı (°C)
Ortalama Gün Sıcaklığı	16,62	19,44	19,83	20,06	19,78
Ortalama Gündüz Sıcaklığı	21,11	24,91	23,58	25,67	25,19
Ortalama Gece Sıcaklığı	12,01	13,81	15,97	14,29	14,22
Max. Sıcaklık	30,00	35,30	30,60	36,00	34,50
Min. Sıcaklık	8,80	11,60	13,70	11,70	11,70

Şekil 4'de görüldüğü gibi gün boyunca meydana gelen sıcaklık değişimlerinde PEG-600 bulunan oda ile boş oda ile kıyaslandığında PEG-600 bulunan test odasının ortalama gündüz sıcaklıklarının boş odaya göre yaklaşık %3 daha fazladır. Bu durum özellikle 22 °C sıcaklıkların üzerinde istenmeyen bir durumdur ancak gündüz vakitlerinde iç ortamın havalandırılması ile kolaylıkla çözülebilir.



Şekil 4. Dış ortam, boş oda ve PEG- 600 sıcaklık değişimleri

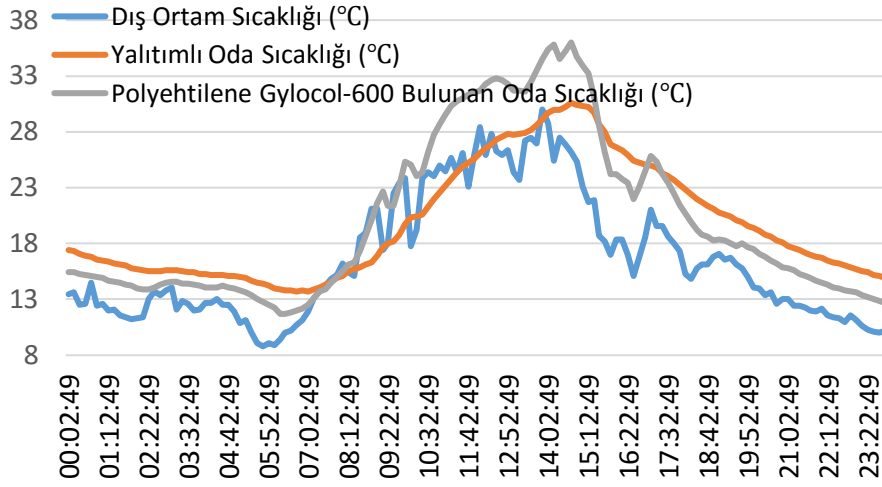
Şekil 5’de görüldüğü gibi gün boyunca meydana gelen sıcaklık değişimlerinde CCH bulunan oda boş oda ile kıyaslandığında; CCH bulunan test odasının ortalama gündüz sıcaklığı boş odaya kıyasla yaklaşık %4 daha fazladır. Dış ortam sıcaklığının düşmeye başlaması ile test kulübesinin ve boş odanın sıcaklığı paralel şekilde azalmıştır. Gün içerisinde gerçekleşen maksimum boş oda sıcaklığı yaklaşık 35 °C iken CCH bulunan test odasının sıcaklığı yaklaşık 34 °C olarak gözlemlenmiştir. Gün içerisindeki maksimum sıcaklıkların daha sınırlı tutulması soğutma yükünü azaltacaktır. Ayrıca ortalama gece sıcaklıklarında CCH bulunan test odasının, boş odaya kıyasla yaklaşık % 3 daha yüksek sıcaklıkta olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum gece ihtiyaç duyulabilecek ısıtma ihtiyacının % 3 daha az olması anlamına gelmektedir.



Şekil 5. Dış ortam, boş oda ve CCH sıcaklık değişimleri

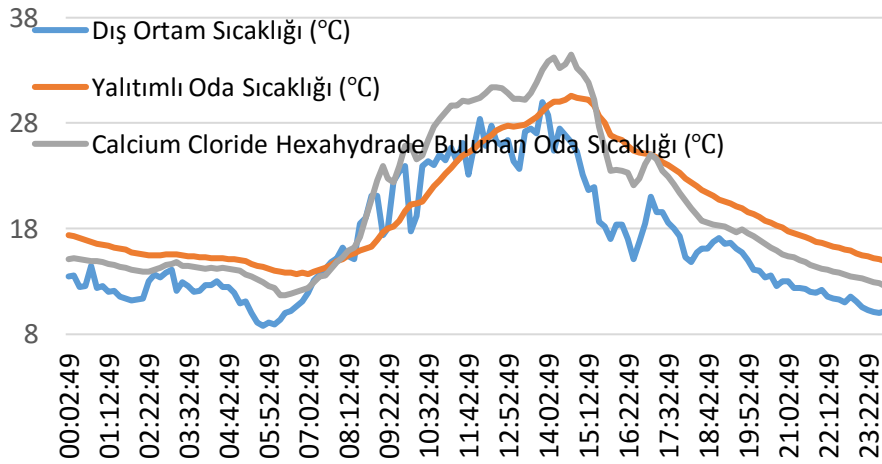
Şekil 6’da görüldüğü gibi gece iç ortam sıcaklığı düştükten sonra gündüz ısınmanın başlamasıyla PEG-600 bulunan test odasında istenilen 22 °C sıcaklığa ulaşma süresi yalıtımlı oda ile kıyaslandığında çok daha hızlıdır. Yalıtımlı oda ortalama gündüz saat 10.30 gibi 22 dereceye ulaşırken PEG-600 ortalama 8.30 da 22 dereceye ulaşabilmektedir. Benzer şekilde gündüz oda sıcaklığının yükselmesinin ardından havanın soğumaya başlamasıyla 22 °C sıcaklığa düşme süresi yalıtımlı odada PEG-600 bulunan odaya kıyasla 45 dakika kadar daha

fazla sürmektedir. Bu uzun süreler ek bir soğutma veya ısıtma yükü ihtiyacını beraberinde getirmektedir.



Şekil 6. Dış ortam, yalıtımlı oda ve PEG- 600 sıcaklık değişimleri

Şekil 7’de görüldüğü gibi Yalıtımlı oda ile CCH kıyaslandığında, sıcaklığın öğle saatlerinde maksimum 30 dereceye kadar ulaştığı gözlemlenmiştir. CCH bulunan test odasının sıcaklığı öğle saatlerinde yalıtımlı oda ile kıyaslandığında paralel şekilde artmıştır. CCH gündüz konfor şartları olan 22 dereceye daha hızlı ulaşırken yalıtımlı odada bu sıcaklığa yaklaşık 60 dakika sonra ulaşmıştır.



Şekil 7. Dış ortam, yalıtımlı oda ve CCH sıcaklık değişimleri

4. Tartışma ve Sonuçlar

Elde edilen sonuçlara göre FDM’ler ile boş oda kıyaslandığında gün içerisinde test odasında meydana sıcaklık değişimlerinin boş odaya göre FDM bulunan odada daha az olduğu ortaya koyulmuştur. Oda içerisinde sıcaklık değişimlerinin az olması ısıl konfor şartlarının sağlanmasını kolaylaştıracaktır. Ayrıca Faz değişim sıcaklıklarının konfor şartlarına yakın sıcaklıklarda olması günün belirli saatlerinde (FDM’lerin faz değiştirdiği süreler) ısıtma yada soğutma ihtiyacının olmadığı bu durumda konfor şartlarının sağlanması için enerji harcanmasının önüne geçtiğini göstermektedir.

Çizelge 2’de yapılan tüm deneylerde elde edilen sonuçlara göre sırasıyla yalıtımlı oda ile boş oda, PEG-600 bulunan oda ile boş oda, CCH bulunan oda ile boş oda, PEG-600 bulunan oda ile yalıtımlı oda, CCH bulunan oda ile yalıtımlı oda arasında ortalama gün, gündüz, gece ve maximum, minimum sıcaklıkları açısından kıyaslamalar vermiştir.

Çizelge 2. Deney sonuçları ve kıyaslamalar

	Yalıtımlı Oda	PEG-600 Bulunan Oda	CCH Bulunan Oda	PEG-600 Bulunan Oda	CCH Bulunan Oda
	BOŞ odayla kıyaslanma			Yalıtımlı oda ile kıyaslama	
Ortalama Gün Sıcaklığı	2%	3%	2%	1%	0%
Ortalama Gündüz Sıcaklığı	-5%	3%	3%	9%	7%
Ortalama Gece Sıcaklığı	16%	3%	3%	-10%	-11%
Max. Sıcaklık	-13%	2%	-2%	18%	13%
Min. Sıcaklık	18%	1%	1%	-15%	-15%

Kaynaklar

Diñer I, Rosen M.A., 2002, Thermal energy storage, Systems and applications, John Wiley & Sons. Chicheser (England).

Durmuş A., Benli H., 2009. Havalı Güneş Kolektörleri ve Gizli Isı Depolama Yöntemi Kullanılarak Sera Isıtılması. Mühendis ve Makine, Cilt :48, Sayı: 569.

Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü Enerji Tasarrufu Koordinasyon Kurulu Ve Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi, 2003. www.eie.gov.tr.

Hadjipaschalis I., Poulikkas A., Efthimiou V., 2009. Overview of current and future energy storage technologies for electric power applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 1513–1522.

Hasnain S.M., 1998, Review on sustainable thermal energy storage technologies, Part I: Heat storage materials and techniques, Energy Conversion & Management 39, 1127-1138.

Kızılkın Ö., Diñer İ., 2015. Borehole thermal energy storage system for heating applications: Thermodynamic performance assessment. Energy Conversion and Management 90, 53–61.

Konuklu Y., 2008. Mikrokapsüllenmiş Faz Değişiren Maddelerde Termal Enerji Depolama ile Binalarda Enerji Tasarrufu. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

MSDS Calcium Chloride Hexahydrate (CCH), https://www.carlroth.com/downloads/sdb/en/T/SDB_T886_AU_EN.pdf (Erişim Tarihi: 27.02.2019)

MSDS PEG-600, <http://www.holmberg.se/upload/product/files/msds-polyetylen glykol-600-peg-600-eng-2012-08-10---558.pdf> (Erişim Tarihi: 27.02.2019)

Muriel I., Shuli L., Ashish S., 2016. Experimental study on the thermal performance of air-PCM unit. Building and Environment, 105, 128-139.

Okçu M., Varol Y., 2014. Kanatçık Sayısının Faz Değiştiren Maddelerin Katılaşma Süreci Üzerine Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi. Termodinamik.info dergisi.

Sarı A., 2011. “Faz Değişimi Yoluyla Isıl Enerjinin Depolanması ve Bu Alanda Yapılan Çalışmalar”, Kimya Lisans Öğrencileri Araştırma Projesi Çalıştayı, 20-28 Temmuz, Çanakkale.

Sayanthan R., Xiaoming W., Jay S., John W., 2017. Experimental and Numerical study on Energy Performance of Buildings Integrated with Phase change materials. Energy Procedia, 105, 2214 – 2219.

Turan D., Yönetken A., 2016. Enerji Depolama Sistemlerinin Araştırılması ve Analizi. Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering, 113-121.

Xing J., Shuanglong Z., Xiaodong X., Xiaosong Z., 2014. Effects of PCM state on its phase change performance and the thermal performance of building walls. Building and Environment, 81, 334-339.

Yılmaz S., 2008. Soğutma Uygulamaları İçin Faz Değiştiren Maddelerde Termal Enerji Depolama. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Comparison of Planar Air Solar Collector Storage System and Parabolic Solar Collector Storage System for Space Heating

Gamze SOYTÜRK*, Ahmet KABUL²

Özet: Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan bir evin faz değıştiren maddeli depolama sistemi ile ısıtma ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Bu amaçla, düzlemsel havalı güneş kolektörlü ve parabolik güneş kolektörlü depolama sistemi olmak üzere iki farklı sistem tasarlanmıştır. Sistemler için gereken ısı enerji kolektörlerden elde edilmiştir. Öncelikle Isparta şartlarında güneş enerjisi potansiyeli belirlenmiştir. Işınım şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı dikkate alınarak ısıtma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayına göre kolektör tasarımı yapılmıştır. Hesaplamalarda ısıtma ihtiyacının karşılanabilmesi için 64 adet düzlemsel havalı güneş kolektörüne veya 8 adet parabolik güneş kolektörüne ihtiyaç duyulmuştur. Sodyum Asetat Trihidrat ergime ısı ve sıcaklığı, ulaşılabilirliği, ucuzluğu gibi parametreler göz önüne alınarak sistem için uygun faz değıştiren madde (FDM) olarak seçilmiştir. Her iki sistemde gerekli olan FDM miktarı 1171 kg olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji depolama, güneş enerjisi, parabolik güneş kolektörü, düzlemsel havalı güneş kolektörü, faz değıştiren madde.

Abstract: In this study, it is aimed to meet the heating need of a house in Isparta province with phase changing material storage system. For this purpose, two different systems have been designed as planar air solar collector and parabolic solar collector storage system. The thermal energy required for the systems is obtained from the collectors. Firstly, solar energy potential is determined in Isparta conditions. The collector design has been designed according to January, when the heating need is the most considering the radiation intensity, ambient temperature and wind speed. In order to meet the heating requirements, 64 planar air solar collectors or 8 parabolic solar collectors were required. Sodium Acetate Trihydrate has been selected as the appropriate phase changing material (PCM) for the system considering the parameters such as melting temperature and temperature, availability and cheapness. The amount of PCM required in both systems was calculated as 1171 kg.

Key words: Energy storage, solar energy, parabolic solar collector, planar air solar collector, phase changing material.

1. Giriş

Enerji, insanoğlunun yaşamının, özellikle sanayi, teknoloji, ulaşım ve iletişimin vazgeçilmez bir parçasıdır. Enerji, ülkelerin refah düzeyini gösteren en önemli etken olarak kabul edilir ve ekonomik gelişimin göstergesidir. Gelişmekte olan ülkelerde hızlı nüfus artışı ve sanayileşme, enerji talebinde hızlı bir artışa neden olmaktadır. Dünyadaki enerji talebi ve nüfus artış oranları değerlendirildiğinde, enerji tüketiminin nüfustan daha hızlı arttığı görülmektedir. Dünyanın

enerji talebi petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlarla karşılanmaktadır (Önal ve Yarbay, 2010). Fosil yakıtlara dayalı enerji kullanımı; yabancı kaynaklara yakıt bağımlılığı, yüksek ithalat maliyetleri ve dünya fosil yakıt rezervlerinin hızlı tükenmesi ve ayrıca çevresel problemler gibi olumsuzluklara sahiptir (Kumbur vd., 2005). Tüm bu olumsuzlukları gidermek için fosil yakıtların tüketimini azaltacak yeni kaynaklara ihtiyaç duyulmuştur.

Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. Yenilenebilir enerjiyi diğer enerji çeşitlerinden ayıran en önemli özellik doğal bir şekilde kendini yenileyebilmesi ve yok olmamasıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı salınımı yapmadığı için önemli bir alternatif enerji kaynağıdır (Çiftçi, 2015). Yenilenebilir enerji türleri içerisinde en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisi yaşam boyu var olan, çevre dostu, güvenilir, tükenmeyen, karbon, kükürt ve gaz salınımı yapmayan, sera gazı etkisi olmayan bir enerji kaynağıdır. Dünyaya ulaşan güneş enerjisi gün boyunca ve mevsimler arasında aynı derecede değildir. Güneş enerjisinin sürekli olmaması ancak enerji ihtiyacının devam etmesi depolama çalışmaları üzerine yoğunlaşmayı gerektirmektedir. Ayrıca, güneş enerjisinden faydalanma oranının artırılması amacıyla enerji depolama uygulamaları başlatılmıştır. Güneş enerjisi temel olarak iki amaç için kullanılabilir. Bu amaçlar, güneş enerjisini kullanarak ısı eldesi ve güneş enerjisini kullanarak elektrik eldesidir. Bu iki amaç için farklı teknolojiler kullanılmakta ve günden güne bu teknolojilerin verimlilikleri artmaktadır. Güneş enerjisinin ısı enerjisine dönüştürülmesi kolektörler ile gerçekleştirilir (Soytürk, 2018).

Güneş kolektörleri, güneş radyasyonunu faydalı ısıya dönüştüren düzeneklerdir. En yaygın kullanılan güneş kolektörleri düzlemsel güneş kolektörleri olmasına rağmen, birçok uygulamada, düzlemsel kolektörlerde sıvının yeterli sıcaklığına ulaşamaz. Parabolik güneş kolektörleri yüksek sıcaklık ve yüksek enerji gereksinimleri için kullanılır. Bu tür kolektörlerin verimi, düzlemsel kolektörlerden daha yüksektir, çünkü emici yüzeydeki birim alandaki radyasyon miktarı, düz kolektörünkinden daha yüksektir.

Özdemir (2012), çalışmasında parabolik kolektörlü ORC'nin Isparta şartlarında ekserji ve enerji analizlerini incelemiştir. Çalışma ayı olarak Temmuz ayının son 20 gününü seçmiştir. 6 metre uzunluğunda, 1.72 m genişliğindeki parabolik kolektörün yoğunluğunu 54,77 bulup, bu değere bağlı olarak parabolik kolektörün ekserji verimini yaklaşık % 23 olarak hesap etmiştir. Literatürde yaygın olarak kullanıldığı için soğutucu akışkan olarak R-134a akışkanını seçmiştir. Yapılan çalışma sonucunda sistemin kapalı hava şartlarında ısı uygulamaları için uygun olmadığını, ancak açık hava şartlarında düşük ve orta sıcaklık uygulamaları için uygun olduğunu gözlemlemiştir. Khadraoui vd. (2017) FDM kullanarak dolaylı tip zorlanmış taşınım güneş kurutucusu tasarlamış ve deneysel olarak incelemiştir. Yaptıkları çalışmada güneş kurutucusunu FDM'li ve FDM'siz olarak test etmişlerdir. Çalışmalarında FDM'li havalı güneş kolektörü kullanarak gündüz saatlerinde güneş enerjisini depolayıp gece boyunca kullanmayı hedeflenmişlerdir. Sarhaddi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada güneşli ve yarı bulutlu günlerde FDM depolamalı ve FDM depolaması olmaksızın iki adet weir tipi kaskadlı güneş enerjisi sisteminin performansını incelemişler ve bu sistemlerin enerji ve ekserji analizini yapmışlardır. Guarino vd. (2017), yaptıkları çalışmada, soğuk iklim koşullarında solaryumun enerji performansını artırmak için binaya entegre edilmiş termal bir depolama sisteminin performansını incelemiştir. Termal depo olarak, duvara gömülü faz değiştirme malzemeleri içeren güney yöne bakan bir duvar kullanmışlardır. Deneysel ve simülasyon çalışmalarının sonucunda düşünülen sistemin özellikle solaryum uygulamalarında yapılan yenilemeler için uygun olduğu sonucuna varmışlardır. U.Caldino-Herrera vd. (2017), yaptıkları çalışmada, parabolik güneş kolektörlü ORC sistemini dizayn etmişlerdir ve sistemin performans analizini

incelemişlerdir. Güneş enerjisini Therminol 55 akışkanında depolayarak ORC’de 10 kW’lık güç üretmişlerdir. ORC sisteminde yer alan her bir elemanın giriş ve çıkış noktasındaki basınç, sıcaklık, entalpi, entropi ve kütleli debilerini hesaplamışlardır. Kondenserden atılan 124 kW’lık ısı enerjisini, bir evin ısıtılmasında kullanmışlardır ve sistemin ikinci yasa verimini % 57 olarak hesaplamışlardır.

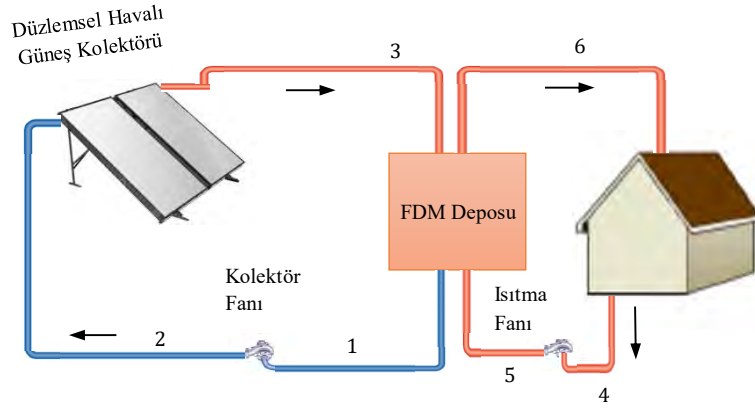
Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan bir evin faz değıştiren maddeli depolama sistemi ile ısıtma ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Bu amaçla, düzlemsel havalı güneş kolektörlü ve parabolik güneş kolektörlü depolama sistemi olmak üzere iki farklı sistem tasarlanmıştır. Sistemler için gereken ısı enerjisi kolektörlerden elde edilmiştir. Öncelikle Isparta şartlarında güneş enerjisi potansiyeli belirlenmiştir. Işınım şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı dikkate alınarak ısıtma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayına göre kolektör tasarımı yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Rüzgâr ve güneş enerjisi gibi sabit ve sürekli enerji üretme olanaklarına sahip olmayan yenilenebilir enerji kaynakları, mevsimsel ve günlük meteorolojik koşullardan etkilenmektedir. Güneş enerjisi sistemlerinde üretilen enerji süreç açısından kesikli ve yoğunluk açısından değışkenlik gösterdiğinden bu enerjinin depolanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan bu çalışma kapsamında, Isparta ilindeki bir konutun güneş enerjisi kaynaklı depolama sistemi vasıtasıyla ısıtılarak, kesintili bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinin sürekli hale getirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla Isparta şartlarında 100 m²’lik bir evin Ocak ayı günlük ısıtma enerjisi ihtiyacını karşılamak için düzlemsel havalı güneş kolektörü ve parabolik güneş kolektörü tasarlanarak iki ayrı sistem dizayn edilmiştir. Dizayn edilen sistemlere konulacak FDM seçiminde FDM’ye ait fiziksel ve kimyasal özellikler, ulaşılabilirlik, maliyet gibi özellikler göz önüne alınmıştır. Bu parametreler dikkate alındığında FDM olarak sodyum asetat trihidrat seçilmesine karar verilmiştir.

2.1. Düzlemsel Güneş Kolektörlü Depolama Sistemi

Düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sistemi hava sirkülasyonunun sağlanması için kolektör ve ısıtma fanı, havalı güneş kolektörü ve FDM deposundan oluşmaktadır. Sistemin genel akış şeması Şekil 1’de görülmektedir. Şekil 1’de görülen düzlemsel havalı kolektörlü depolama sistemi; FDM’nin şarjı ve deşarjı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. FDM’nin şarj bölümünde; düzlemsel havalı kolektörler ile ısıtılan hava FDM deposuna gönderilerek depo içinde bulunan sodyum asetat trihidrata ısınımasını verir ve FDM’nin sıvılaşması sağlanır. Deşarj kısmında ise; bir kısmı içerden, bir kısmı da taze hava olarak alınan hava ısıtma fanı ile faz değıştiren madde deposuna gönderilir. Burada depolanan ısı faz değıştiren maddenin katılaşmasıyla birlikte havaya aktarılır ve ısıtılan hava iç ortama verilir. Böyle bir sistemle gündüz saatlerinde ısıtılan hava ile hem hedeflenen ortam ısıtılacak hem de faz değıştiren maddenin sıvılaşması sağlanarak termal enerji depolanacaktır.



Şekil 1. Düzlemsel havalı kolektörlü depolama sistemi tesisat şeması

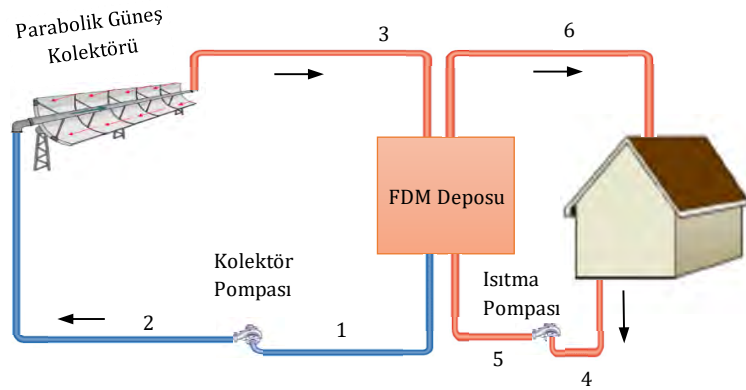
Düzlemsel havalı güneş kolektörünün ısı analizleri yapılırken Tablo 1 'de verilen parametreler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Düzlemsel kolektör dizayn parametreleri

AÇIKLAMA	DEĞER-BİRİM
Kolektör boyu	2 m
Kolektör genişliği	1 m
Kolektör derinliği	0.2 m
Havanın ısı iletim katsayısı	0.029 W/mK
Stephan-Boltzman sabiti	5.67×10^{-8}
Havanın giriş sıcaklığı	1.8°C
Havanın çıkış sıcaklığı	74.55°C
Havanın kütleli debisi	0.09445 kg/s
Emici plaka sıcaklığı	67°C
Arka yüzey sıcaklığı	61°C
Eğim açısı	37.4
Güneşin sıcaklığı	5739 K
Isı transfer akışkanının özgül ısısı	2 kJ/kgK
Yalıtım kalınlığı	0.05 m
Yalıtımın ısı iletkenliği	0.0036 W/mK
Emici plaka yüzey yayılım katsayısı	0.92
Arka plaka yüzey yayılım katsayısı	0.92

2.2. Parabolik Güneş Kolektörlü Depolama Sistemi

Parabolik güneş kolektörlü depolama sistemi parabolik güneş kolektörü, kolektör pompası, FDM deposu ve ısıtma pompasından meydana gelmektedir. Sistemin genel akış şeması Şekil 2'de görülmektedir. Şekilde görülen parabolik güneş kolektörlü sistemde; çalışma akışkanı olan therminol-66, güneş enerjisi ile ısıtılarak FDM deposuna gider ve depo içerisinde bulunan sodyum asetat trihidratın eritilmesi sağlanır. Depo içerisindeki sıcaklığın düşmeye başlaması ile sodyum asetat trihidrat sıvı-katı faz değişimine başlar. Ekzotermik bir reaksiyon olan bu faz değişimi gerçekleşerek hedeflenen ortam ısıtılmış olur.



Şekil 2. Parabolik havalı kolektörlü depolama sistemi tesisat şeması

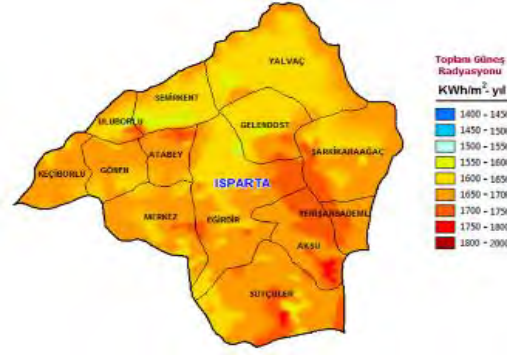
Parabolik güneş kolektörünün ısı analizleri yapılırken Çizelge 2’de verilen parametreler kullanılmıştır.

Çizelge 2. Parabolik kolektör dizayn parametreleri

AÇIKLAMA	DEĞER - BİRİM
Borunun iç çapı	0.042 m
Borunun dış çapı	0.044 m
Camın çapı	0.102 m
Kolektör boyu	4.29 m
Kolektör genişliği	2.5 m
Camın yayıcılık katsayısı	0.96
Borunun yayıcılık katsayısı	0.96
Borunun ısı iletim katsayısı	15 W/mK
Akışkanın kütleli debisi	0.25 kg/s
Suyun kütleli debisi	0.08 kg/s
Stephan-Boltzman sabiti	$5.67 \cdot 10^{-8}$
Havanın ısı iletkenliği	0.027
Camın tahmini sıcaklığı	60 °C
Borunun sıcaklığı	70 °C
Akışkanın giriş sıcaklığı	60°C
Güneşin sıcaklığı	5739 K
Boru içerisindeki ısı taşınım katsayısı	330 W/m ² K
Isı transfer akışkanının özgül ısısı	2032 j/kgK

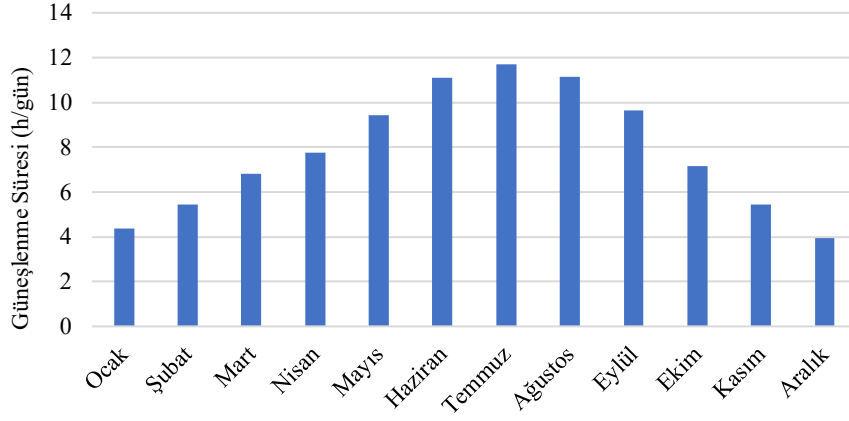
2.3. Isparta İli Güneş Verileri

GEPA’dan alınan verilere göre Isparta ili için güneş enerjisi potansiyeli Şekil 3’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi Isparta, güneş enerjisi uygulamalarına imkân sağlayan yüksek radyasyon miktarına sahiptir.



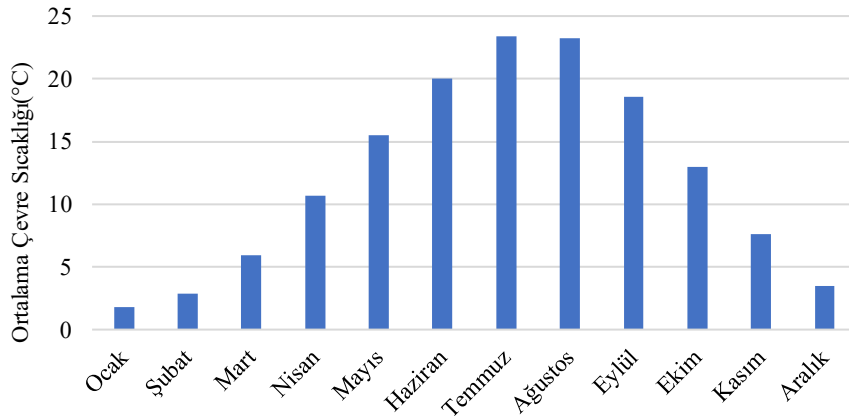
Şekil 3. Isparta ili için güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA, 2017)

Isparta iline ait aylık ortalama güneşlenme süresi GEPA'dan alınan verilere göre Şekil 4'de verilmiştir.

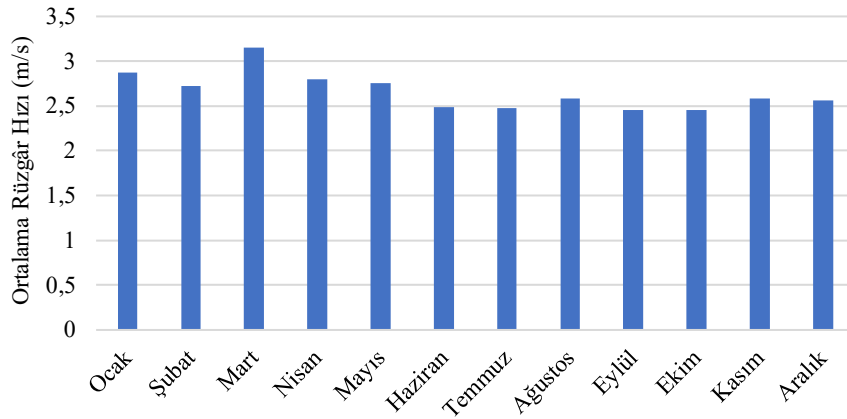


Şekil 4. Aylık ortalama güneşlenme süresi (GEPA, 2017)

Tasarlanan sistem için parametrelerin belirlenmesinde Isparta ili çevre şartları önem taşımakta olup Isparta ili için aylara göre ortalama çevre sıcaklıkları ve ortalama rüzgâr hızları Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden alınan değerlere göre Şekil 5 ve Şekil 6'de verilmiştir.



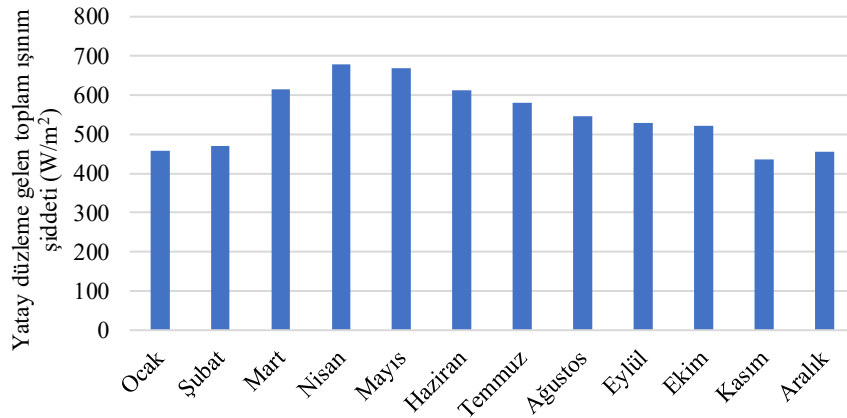
Şekil 5. Aylık ortalama çevre sıcaklıkları (MGM, 2017)



Şekil 6. Aylık ortalama rüzgâr hızları (MGM, 2018)

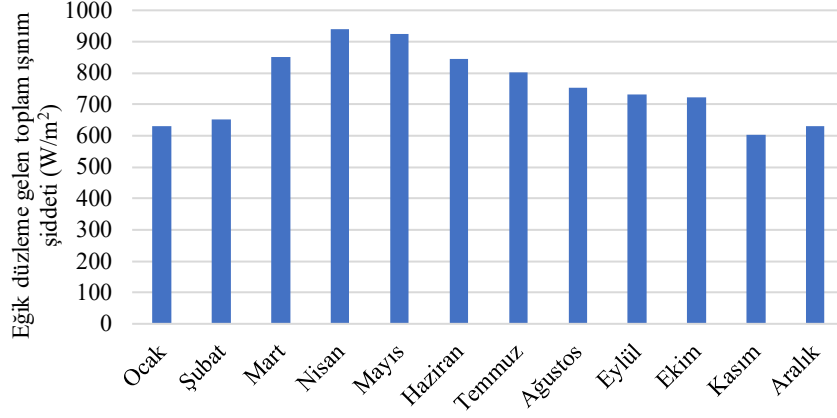
2.4. Düzlemsel Güneş Kolektöründe Toplam Işınım Şiddeti Bulma

Düzlemsel havalı güneş kolektörlerinde eğik yüzeylere gelen toplam güneş ışınımının hesaplanmasında, yatay düzleme gelen radyasyonlardan yararlanır. Düzlemsel kolektörlerin eğim açısı enlem derecesi ile aynı kabul edildiği için eğik düzleme gelen güneş ışınımını hesaplanmıştır. Eğik düzleme gelen ışınım şiddeti hesaplanırken GEPA verilerine göre, enlem derecesi 37.4° olan Isparta iline ait yatay düzleme gelen toplam ışınım şiddeti hesaplanarak Şekil 7’de gösterilmiştir.



Şekil 7. Isparta ili yatay düzleme gelen aylık toplam ışınım şiddeti

Açı faktörü eğik bir yüzey üzerine gelen güneş radyasyonunun, yatay düzleme gelen güneş radyasyonuna oranını ifade etmektedir. Direkt radyasyon açı faktörü (DİRAF) tüm aylar için ortalama 1.38 kabul edilmiştir. Eğik düzleme gelen toplam ışınım şiddeti, yatay düzleme gelen toplam ışınım şiddeti ile DİRAF ’ın çarpılması sonucu elde edilerek Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Isparta ili eğik düzleme gelen aylık toplam ışınım şiddeti

2.5. Parabolik Güneş Kolektöründe Toplam Işınım Şiddeti Bulma

Parabolik güneş kolektöründe eğik yüzeye gelen güneş radyasyonunun hesaplanabilmesi için bölgenin enlem derecesi, kolektör eğim açısı, aylık atmosfer öncesi ortalama radyasyon değerleri, aylık yeryüzü ortalama radyasyon değerleri, direkt, difüz ve yansıtılmış radyasyon açısı faktörlerinin bilinmesi gerekir (Uyarel, 1987). Fiziksel olarak ortalama atmosferik radyasyon geçirgenliğinin göstergesi olan berraklık indeksi (BUF), yeryüzü radyasyon değerinin (YYRA) atmosfer öncesi radyasyon değerine (AÖRA) oranı kullanılarak hesap edilmiştir ve Çizelge 3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Isparta ili için berraklık indeksi

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
BUF	0.410	0.454	0.491	0.510	0.567	0.598	0.633	0.623	0.614	0.530	0.483	0.415

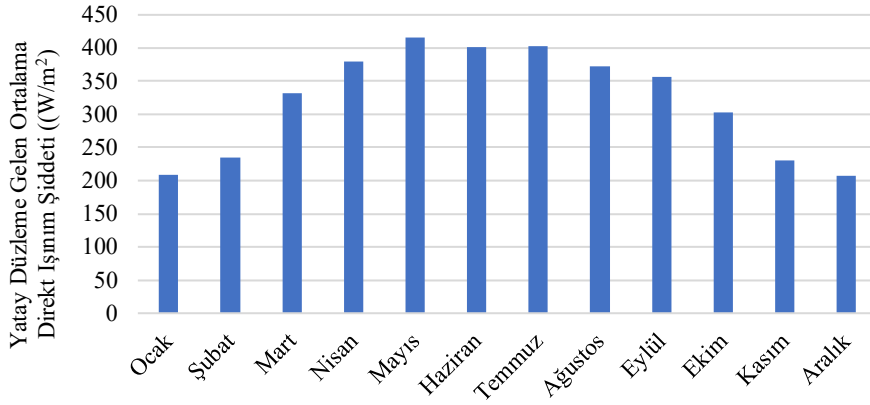
Meteoroloji istasyonlarının toplam radyasyon ölçüm değerleri yılın her ayı için ortalama olarak hazırlanmaktadır. Hazırlanan radyasyon ölçüm değerleri direkt ve difüz radyasyonun toplamıdır (Uyarel, 1987). Parabolik çizgisel odaklamalı güneş kolektörlerinde sadece direkt radyasyon miktarı kullanıldığından toplam yeryüzü radyasyon miktarının, ne kadarının direkt radyasyon (DİR) olduğu belirlenmiştir. Difüz radyasyonun bulunması amacıyla Uyarel’in kullandığı “ $DİF=(1-1.097 \times BUF) \times YYRA$ ” formülü kullanılmış ve toplam YYRA’dan DİF radyasyon miktarının çıkarılması ile DİR radyasyon miktarı bulunmuştur. Her ay için yeryüzü radyasyon değerinin ne kadarının direkt radyasyon olduğunu gösteren yüzdelik oran Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 4. Isparta ili için YYRA’nın ne kadarının DİR olduğunu gösteren yüzdelik oran

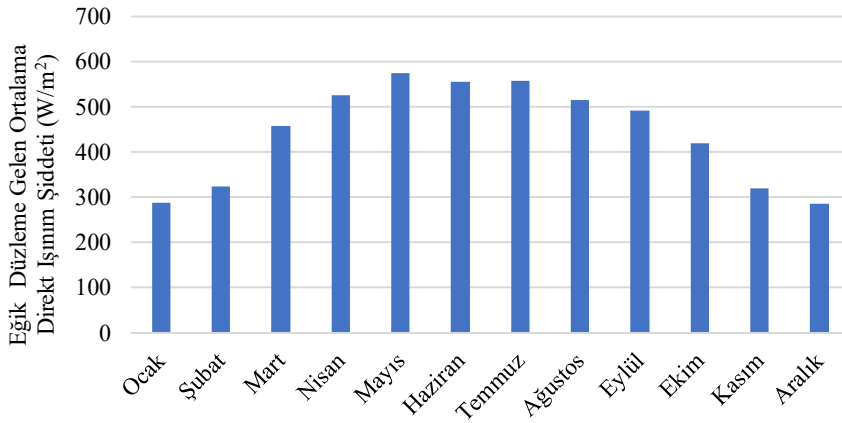
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Oran	0.45	0.50	0.54	0.56	0.62	0.66	0.69	0.68	0.67	0.58	0.53	0.46

Parabolik güneş kolektörünün eğim açısı enlem derecesi kabul edildiği için eğik düzleme gelen güneş ışınimleri hesaplanmıştır. Eğik düzleme gelen ışınım şiddeti hesaplanırken GEPA verilerine göre, enlem derecesi 37.4° olan Isparta iline yatay düzleme gelen DİR hesaplanmıştır ve Şekil 9’da gösterilmiştir. Açısı faktörü eğik bir yüzey üzerine gelen güneş radyasyonunun, yatay düzleme gelen güneş radyasyonuna oranını ifade etmektedir. Direkt radyasyon açısı faktörü

(DİRAF) tüm aylar için ortalama 1.38 kabul edilmiştir. Eğik düzleme gelen direkt ışınım şiddeti, yatay düzleme gelen direkt ışınım şiddeti ile DİRAF'ın çarpılması sonucu elde edilerek Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Isparta ili yatay düzleme gelen aylık ortalama direkt ışınım şiddeti



Şekil 10. Isparta ili yatay düzleme gelen aylık ortalama direkt ışınım şiddeti

3. Termodinamik Denge Denklemleri

Sürekli akışlı açık sistem üzerinde enerji analizi yapılırken kütle ve enerji temel denge denklemleri kullanılmaktadır. Kararlı bir kontrol hacmindeki sistem için kütle dengesi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Çengel ve Boles, 2007).

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç \quad (1)$$

Burada \dot{m} kütleli akış debisini ifade etmektedir.

Termodinamiğin I. Yasa analizi enerjinin korunumunu belirtmektedir. Sistem üzerinde enerjinin korunumu denklemi aşağıdaki şekilde verilmiştir.

$$\dot{Q} + \sum(\dot{m}h)_g = \dot{W} + \sum(\dot{m}h)_ç \quad (2)$$

Burada; \dot{Q} ısının enerjisini, \dot{W} işin enerjisini göstermekte $\dot{m}h$ ise kütle akışı ile birlikte giren ve çıkan enerjinin hesaplamasıdır.

3.1. Düzlemsel Havalı Güneş Kolektörünün Termal Analizi

Havalı bir güneş kolektörünün anlık verimi (η), yararlı ısının kolektör üzerine gelen güneş ışınımına oranı olarak tanımlanır (Kalogirou, 2009).

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c G} \quad (3)$$

Burada; Q_u (W) güneş kolektörü tarafından emilen faydalı enerjiyi, A_c (m²) kolektör alanını, G (W/m²) kolektör üzerine düşen güneş ışınım miktarını belirtmektedir.

Kolektör tarafından emilen yararlı enerji (Q_u), aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$Q_u = A_c F_R [S - U_L (T_i - T_a)] \quad (4)$$

Burada; F_R kolektör ısı kazanç faktörünü, S (W/m²) kolektör yüzeyi tarafından yutulan güneş ışınımı miktarını, U_L (W/m²K) toplam ısı kayıp katsayısını, T_i (K) havanın kolektöre giriş sıcaklığını ve T_a (K) ortam sıcaklığını ifade etmektedir.

Kolektör ısı kazanç faktörü (F_R), kolektör tarafından toplanan yararlı enerjinin, emici yüzeyin her yerinin havanın giriş sıcaklığında olması durumundaki toplayacağı enerjiye oranı olarak tanımlanır (Kalogirou, 2009).

$$F_R = \frac{\dot{m}c_p}{A_c U_L} \left\{ 1 - \exp\left[-\left(U_L F' \frac{A_c}{\dot{m}c_p}\right)\right] \right\} \quad (5)$$

Burada \dot{m} (kg/s) kolektöre giren toplam hava debisini, c_p (J/kgK) havanın özgül ısısını, F' kolektör verim faktörünü ifade etmektedir.

Gerekli hava debisi (\dot{m}) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$\dot{m} = \rho V A_c \quad (6)$$

Burada; ρ (kg/m³) havanın yoğunluğunu, V havanın hızını, A_c (m²) kolektör kesit alanını ifade etmektedir.

Toplam ısı kayıp katsayısı (U_L) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$U_L = U_t + U_b \quad (7)$$

Burada; U_t (W/m²K) camın üzerindeki yüzey için toplam ısı taşınım katsayısı, U_b (W/m²K) arka yüzey için ısı taşınım katsayısını ifade etmektedir.

Camın üzerindeki yüzey için toplam ısı taşınım katsayısı (U_t) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$U_t = \left(\frac{1}{h_{c_{p-c}} + h_{r_{p-c}}} + \frac{1}{h_{r_{c-a}} + h_w} \right)^{-1} \quad (8)$$

Burada; $h_{c_{pc}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından cam örtüye olan taşınım katsayısını, $h_{r_{pc}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından cam örtüye olan ışıınım katsayısını, $h_{r_{ca}}$ (W/m²K) koruyucu cam dış yüzeyinden ortam havasına olan ışıınım katsayısını, h_w ise rüzgâr ısı transfer katsayısını ifade etmektedir.

$h_{c_{p-c}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{c_{p-c}} = Nu \frac{k}{L} \quad (9)$$

Burada; Nu Nusselt sayısını, k (W/mK) ısı transfer katsayısını, L (m) iç cam kapak ile emici arasındaki boşluğu ifade etmektedir.

Hollands (1976) hava için yaptığı deneysel çalışmaların sonucunda 0°-75° arasındaki eğim açıları için Rayleigh sayısı ile Nusselt sayısı arasında bir bağıntı önermiştir. Nu cam örtü ve yutucu levha ile oluşturulan kanal içindeki taşınım için Nusselt sayısıdır ve aşağıdaki eşitlik ile bulunur.

$$Nu = \frac{h_{c_{p-c}} L}{k} = \left[1 + 1.446 \left[1 - \frac{1708}{Ra \cos(\theta)} \right]^+ \left\{ 1 - \frac{1708 [\sin(1.8\theta)]^{1.6}}{Ra \cos(\theta)} \right\} + \left\{ \left[\frac{Ra \cos(\theta)}{5830} \right]^{0.333} - 1 \right\}^+ \right] \quad (10)$$

Burada; Ra Rayleigh sayısını, θ (°) kolektör eğimini ifade etmektedir. Parantez üzerindeki (+) işareti, parantez içerisindeki değerin pozitif olması durumunda hesaplamaya alınacağını negatif olması durumunda ise parantez değeri yerine sıfır yazılarak hesaplamalara devam edilmesi gerektiğini gösterir bir semboldür.

$$Ra = \frac{g \beta' Pr}{\nu^2} (T_p - T_c) L^3 \quad (11)$$

Burada; g (m/s^2) yer çekimi ivmesini, β' (K^{-1}) ısı genleşme katsayısını, Pr Prandtl sayısını, ν (m^2/s) kinematik viskoziteyi, T_p (K) emici plaka sıcaklığını, T_c (K) koruyucu cam sıcaklığını ifade etmektedir.

$h_{r_{p-c}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{r_{p-c}} = \frac{\alpha (T_p + T_c)(T_p^2 + T_c^2)}{\left(\frac{1}{\epsilon_p}\right) + \left(\frac{1}{\epsilon_c}\right) - 1} \quad (12)$$

Burada; ϵ_p emici plakanın yayma katsayısını, ϵ_c koruyucu camın yayma katsayısını ifade etmektedir.

$h_{r_{c-a}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{r_{c-a}} = \frac{\epsilon_c \sigma (T_c^4 + T_{sky}^4)}{T_c - T_a} \quad (13)$$

Burada; σ ($W/m^2 K^4$) Stefan-Boltzman sabitini ifade etmektedir.

$$h_w = 5.7 + 3.8V \quad (14)$$

$h_{c_{c-a}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{c_{c-a}} = \frac{8.6V^{0.6}}{L^{0.4}} \quad (15)$$

Burada; $T_{gök}$ (K) gökyüzü sıcaklığını ifade etmektedir.

$$T_{gök} = 0.0552T_a^{1.5} \quad (16)$$

Arka yüzey için ısı taşınım katsayısı (U_b) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$U_b = \frac{1}{\frac{t_b}{k_b} + \frac{1}{h_{c_{b-a}}}} \quad (17)$$

Burada; t_b (m) arka yüzeydeki yalıtım kalınlığını, k_b (W/mK) arka yüzeydeki yalıtımın ısı iletkenlik katsayısını, $h_{c_{b-a}}$ (W/m²K) arka yüzeyden ortama taşınım ile olan ısı transfer katsayısı ifade etmektedir. $h_{c_{b-a}}$ (W/m²K) değeri genellikle 0.3-0.6 (W/m²K) arasında alınmaktadır (Kalogirou, 2009).

Akışkanın kolektörden çıkış sıcaklığı (T_0), aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$T_0 = T_i + \left(\frac{1}{U_L}\right) [S - U_L(T_i - T_a)][1 - \exp[-\left(U_L F' \frac{A_c}{\dot{m} c_p}\right)]] \quad (18)$$

Kolektör yüzeyi tarafından yutulan güneş ışınım miktarı (S) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$S = G(\tau\alpha) \quad (19)$$

Burada; ($\tau\alpha$) etkinlik katsayısını ifade etmektedir.

Havalı güneş kolektörleri için verim faktörü (F') aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$F' = \frac{h}{h + U_L} \quad (20)$$

Burada; h (W/m²K) taşınım ile olan ısı transfer katsayısını ifade etmektedir.

Taşınım ile olan ısı transfer katsayısı (h) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır (Kalogirou, 2009).

$$h = h_{c_{p-a}} + \frac{1}{\left(\frac{1}{h_{c_{b-a}}}\right) + \left(\frac{1}{h_{r_{p-b}}}\right)} \quad (21)$$

$$h_{c_{p-a}} = h_{c_{b-a}} \quad (22)$$

$$h_{r_{p-c}} = h_{r_{p-b}} \quad (23)$$

Burada; $h_{c_{p-a}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından ortam havasına ışınım ile olan ısı transfer katsayısını, $h_{c_{b-a}}$ (W/m²K) arka yüzeyden ortam havasına taşınım ile olan ısı transfer katsayısını, $h_{r_{p-c}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından cam örtüye taşınım ile olan ısı transfer katsayısını, $h_{r_{p-b}}$ (W/m²K) ise paralel tabakalar arasından arka yüzeye olan ışınım katsayısını ifade etmektedir.

Taşınım ile olan ısı transfer katsayısı $h_{c_{p-a}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{c_{p-a}} = \left(\frac{k}{D}\right) 0.0158(Re^{0.8}) \quad (24)$$

Burada; D (m) hidrolik çapı, Re Reynolds sayısını ifade etmektedir.

$$Re = \frac{\dot{m}D}{A\mu} \quad (25)$$

Burada; μ (kg/ms) dinamik viskoziteyi ifade etmektedir. A_c (m^2) ve D (m) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$A_c = Ws \quad (26)$$

$$D = 2s \quad (27)$$

Burada; s (m) hava kanalı derinliğini, W (m) kolektör genişliğini ifade etmektedir.

Emici plakadan arka plakaya ışınlama olan ısı transfer katsayısı ($h_{r_{p-b}}$) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{r_{p-b}} = \alpha(T_p + T_b) \frac{(T_p^2 + T_b^2)}{\left(\frac{1}{\epsilon_p}\right) + \left(\frac{1}{\epsilon_b}\right) - 1} \quad (28)$$

Burada; α (W/m^2K^4) kolektör yüzeyinin güneş ışınlamayı yutma katsayısını, T_b (K) arka yüzey sıcaklığını ifade etmektedir. ϵ_p emici plakanın yayma katsayısını, ϵ_b arka plakanın yayma katsayısını ifade etmektedir.

Sistemde yer alan her bir eleman için kütle ve enerji denge denklemleri Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Sistem elemanlarının termodinamiksel denge denklemleri

Sistem Elemanları	Kütlenin Korunumu	Enerjinin Korunumu
Düzlemsel Kolektör	$\dot{m}_2 = \dot{m}_3$	$\dot{E}_2 + \dot{E}_{GK} = \dot{E}_3$
Kolektör Fanı	$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$	$\dot{E}_1 + \dot{W} = \dot{E}_2$
FDM Deposu (Şarj)	$\dot{m}_3 = \dot{m}_1$	$\dot{E}_3 = \dot{E}_1 + \dot{E}_{FDM_{\text{şarj}}}$
FDM Deposu (Deşarj)	$\dot{m}_4 = \dot{m}_5$	$\dot{E}_4 + \dot{E}_{FDM_{\text{deşarj}}} = \dot{E}_5$
Isıtma Fanı	$\dot{m}_6 = \dot{m}_4$	$\dot{E}_6 + \dot{W} = \dot{E}_4$

3.2. Parabolik Güneş Kolektörünün Termal Analizi

Parabolik güneş kolektöründen toplanan faydalı enerji denklem (29) ile bulunur (Kalogirou, 2009).

$$Q_u = F_R [G A_{a\check{c}} - A_r U_L (T_{giren,kol} - T_a)] \quad (29)$$

Burada, F_R ısı taşıma faktörü, G ışınlım şiddeti, $A_{a\check{c}}$ açıklık yüzey alanı, A_r boru yüzey alanı, U_L kolektörden çevreye olan toplam ısı kayıp katsayısı, T_a hava sıcaklığı ve $T_{giren,kol}$ kolektöre giren

akışkan sıcaklığıdır. Parabolik güneş kolektöründen elde edilen faydalı enerji, kolektöre giren ve çıkan akışkanın özelliklerine göre aşağıdaki gibi hesaplanır (Kalogirou, 2009).

$$Q_u = \dot{m}_{kol} c_{p,kol} (T_{giren,kol} - T_{çıkan,kol}) \quad (30)$$

Burada, \dot{m}_{kol} kolektördeki akışkanın kütleli debisini, $c_{p,kol}$ akışkanın özgül ısısını ve $T_{çıkan,kol}$ kolektörden çıkan akışkanın çıkış sıcaklığını temsil etmektedir.

Isı taşıma faktörü olan aşağıdaki formül ile hesaplanır (Kalogirou, 2009).

$$F_R = \frac{\dot{m}_{kol} c_{p,kol}}{A_r U_L} \left[1 - \exp \left(- \frac{U_L F' A_r}{\dot{m}_{kol} c_{p,kol}} \right) \right] \quad (31)$$

Burada, F' kolektör etkinlik faktörüdür ve şu şekilde bulunur:

$$F' = U_0 / U_L \quad (32)$$

Burada, U_0 toplam ısı transfer katsayısıdır ve aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$U_0 = \left[\frac{1}{U_L} + \frac{D_0}{h_{fi} D_i} + \left(\frac{D_0 \ln(D_0/D_i)}{2k} \right) \right]^{-1} \quad (33)$$

Burada, D_0 boru dış çapı, D_i boru iç çapı, k_r alıcı boru ısı iletim katsayısı ve h_{fi} ise boru içindeki akışkanın ısı transfer katsayısıdır.

Kolektörden çevreye olan toplam ısı kayıp katsayısı şu şekilde bulunur.

$$U_L = \left[\frac{A_r}{(h_{t,c-a} + h_{r,c-a}) A_c} + \frac{1}{h_{r,r-c}} \right]^{-1} \quad (34)$$

Burada, A_c cam yüzey alanı, $h_{t,c-a}$ hava ile cam arasındaki taşınım ile olan ısı transfer katsayısı, $h_{r,c-a}$ hava ile cam arasındaki ışınım ile olan ısı transfer katsayısı, $h_{r,r-c}$ cam ile boru arasındaki ışınım ile olan ısı transfer katsayısıdır. Bu üç ısı transfer katsayısı aşağıdaki denklemler ile hesaplanır.

$$h_{t,c-a} = \frac{Nu_a k_a}{D_c} \quad \begin{array}{l} 0.1 < Re < 1000 \\ 1000 < Re < 50000 \end{array} \quad \begin{array}{l} Nu_a = 0.4 + 0.54 Re^{0.52} \\ Nu_a = 0.3 Re^{0.6} \end{array} \quad (35)$$

Burada, k_a havanın ısıl iletkenliğini, D_c camın çapını, Nu_a Nusselt sayısını, Re ise Reynolds sayısını ifade etmektedir.

$$h_{r,c-a} = \varepsilon_{y,c} \sigma (T_c - T_a) (T_c^2 + T_a^2) \quad (36)$$

Burada, $\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ değeri Stefan-Boltzmann sabiti, $\varepsilon_{y,c}$ camın yayıcılık katsayısı, T_c ise cam sıcaklığıdır.

$$h_{r,r-c} = \frac{\sigma(T_r^2 + T_c^2)(T_r + T_c)}{\frac{1}{\varepsilon_{y,r}} + \frac{A_r}{A_c} \left(\frac{1}{\varepsilon_{y,c}} - 1 \right)} \quad (37)$$

Burada, $\varepsilon_{y,r}$ alıcı boru yayıcılık katsayısını ifade etmektedir.

Kararlı ve sürekli akışlı sistemler için kütle korunumu ifadesi aşağıdaki eşitlikle verilir.

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_\ç \quad (38)$$

Burada g ve ç alt indisleri sırasıyla girişi ve çıkışı ifade etmektedir. Kinetik ve potansiyel enerjiler ihmal edildiğinde enerji denkliği aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Çengel ve Boles, 2007).

$$\dot{Q} + \sum \dot{m}_g h_g = \dot{W} + \sum \dot{m}_\ç h_\ç \quad (39)$$

Burada, \dot{Q} ısı transferini \dot{W} sistemdeki iş etkileşimini, h ise entalpiyi ifade etmektedir.

Birinci yasa verimi elde edilmek istenen değerin harcanan değere oranıdır.

$$\eta_I = \frac{\text{Elde edilmek istenen değer}}{\text{Harcanan Değer}} \quad (40)$$

Sistemde yer alan her bir eleman için kütle ve enerji denge denklemleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Sistem elemanlarının termodinamiksel denge denklemleri

Sistem Elemanları	Kütlenin Korunumu	Enerjinin Korunumu
Parabolik Kolektör	$\dot{m}_2 = \dot{m}_3$	$\dot{E}_2 + \dot{E}_{GK} = \dot{E}_3$
Kolektör Pompası	$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$	$\dot{E}_1 + \dot{W} = \dot{E}_2$
FDM Deposu (Şarj)	$\dot{m}_3 = \dot{m}_1$	$\dot{E}_3 = \dot{E}_1 + \dot{E}_{FDM_{\text{şarj}}}$
FDM Deposu (Deşarj)	$\dot{m}_4 = \dot{m}_5$	$\dot{E}_4 + \dot{E}_{FDM_{\text{deşarj}}} = \dot{E}_5$
Isıtma Pompası	$\dot{m}_6 = \dot{m}_4$	$\dot{E}_6 + \dot{W} = \dot{E}_4$

4. Bulgular

Bu çalışmada, Isparta şartlarında bir evin günlük ortalama ısıtma ihtiyacının; düzlemsel havalı güneş kolektörleri ve parabolik güneş kolektörleri ile FDM'ler üzerinde depolanarak karşılanabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla ısıtma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayı değerleri referans alınarak bir günlük ısıtma ihtiyacı 87.12 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sistemi ve parabolik güneş kolektörlü depolama sistemi olmak üzere iki farklı sistem tasarlanarak güneşlenme süresi boyunca ısıtma ihtiyacını karşılayacak kolektör kapasitesi belirlenmiştir. Ayrıca kolektörden

gelen faydalı ısı hesaplanarak gereken kolektör sayısı belirlenmiştir. Tasarlanan sistemler için FDM miktarları hesaplanmış ve FDM'nin toplam enerjisi bulunmuştur.

4.1. Düzlemsel Havalı Güneş Kolektörlü Depolama Sistemi

Tasarlanan sisteminin temel çalışma parametreleri belirlenirken ısınma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayına ait ışınım şiddeti, güneşlenme süresi, çevre sıcaklığı ve rüzgâr hızı verileri kullanılmıştır. Buna göre, Ocak ayı için ışınım şiddeti 631.65 W/m², güneşlenme süresi 4.38 saat, çevre sıcaklığı 1.8 °C ve rüzgar hızı 2.87 m/s olarak dikkate alınmıştır.

Kabul edilen çalışma şartları altında elde edilen değerler kullanılarak, sistemin her noktası için hesaplanan anlık termodinamiksel değerler Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Sistem elemanlarının termodinamiksel denge denklemleri

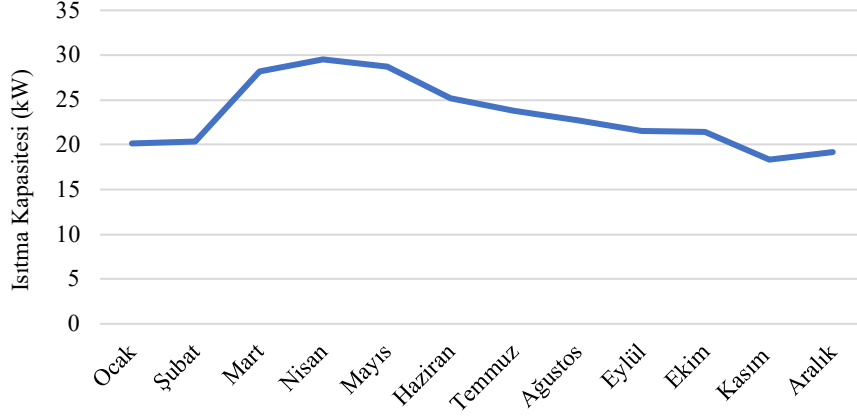
	P(kPa)	T(°C)	ṁ(kg/s)	h(kj/kg)	e(kj/kg)
1	101.3	27	0.09445	300.2	0.006724
2	101.3	29	0.09445	302.2	0.02678
3	101.3	74.5	0.09445	347.7	3.764
4	101.3	29	0.09445	302.2	0.02678
5	101.3	37	0.09445	310	0.2369
6	101.3	27	0.9445	300.2	0.006724

Güneş yılın her döneminde farklı açı ve ışınım şiddeti ile yeryüzüne gelmekte olup dönemlere göre güneşlenme süresi değişkenlik göstermektedir. Bilindiği üzere yaz aylarında güneşlenme süreleri artarken kış aylarında azalmaktadır. Hesaplamalar yapılırken, aylara göre ısıtma ihtiyacı Soytürk'ün 2018 yılında yaptığı tez çalışmasındaki değerler kabul edilmiştir. Yılın her ayı için ortalama ışınım şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı ve güneşlenme süresi dikkate alındığında, aylık ısıtma ihtiyacı ve sistemde üretilen ısıtma kapasitesi ve ihtiyacı Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Sistem elemanlarının termodinamiksel denge denklemleri

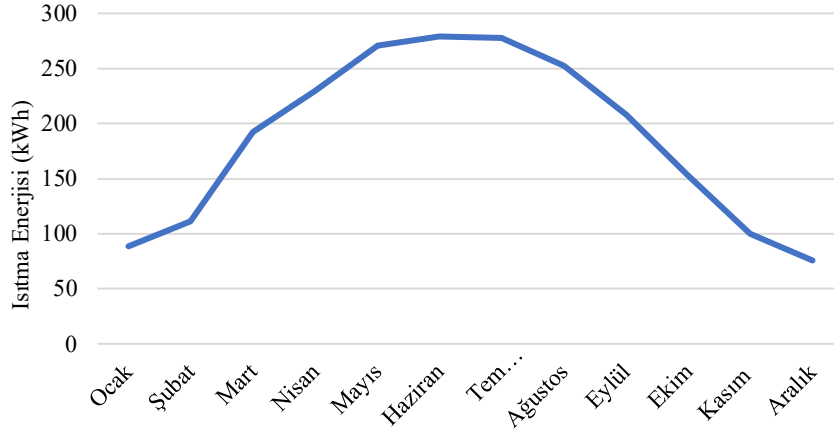
Aylar	Işınım Şiddeti (W/m ²)	Çevre Sıcaklığı (°C)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Güneşlenme Süresi (h/gün)	Isıtma Kapasitesi (kW)	Isıtma Enerjisi (kWh)	Isıtma İhtiyacı (kWh)
Ocak	631.65	1.8	2.87	4.38	20.15	88.25	87.12
Şubat	651.12	2.9	2.72	5.46	20.31	110.89	78.96
Mart	851.90	5.9	3.15	6.82	28.14	191.91	59.28
Nisan	940.02	10.7	2.80	7.77	29.52	229.37	29.04
Mayıs	925.15	15.5	2.75	9.42	28.74	270.73	6.72
Haziran	846.20	20	2.49	11.10	25.14	279.05	0
Temmuz	802.80	23.4	2.48	11.70	23.74	277.75	0
Ağustos	754.43	23.2	2.58	11.13	22.69	252.53	0
Eylül	730.41	18.6	2.45	9.64	21.57	207.93	0
Ekim	721.57	13	2.45	7.17	21.4	153.43	17.28
Kasım	602.66	7.6	2.58	5.44	18.33	99.71	46.8
Aralık	630.37	3.5	2.56	3.95	19.16	75.68	73.92

Sistemin üretebileceği ısıtma kapasitesi (kW) Şekil 11'de aylara göre gösterilmiştir. Şekil 12'de ise güneşlenme süreleri de hesaba katılarak sistemin bir gün içerisinde üretebileceği toplam ısıtma enerjisi (kWh) gösterilmektedir.



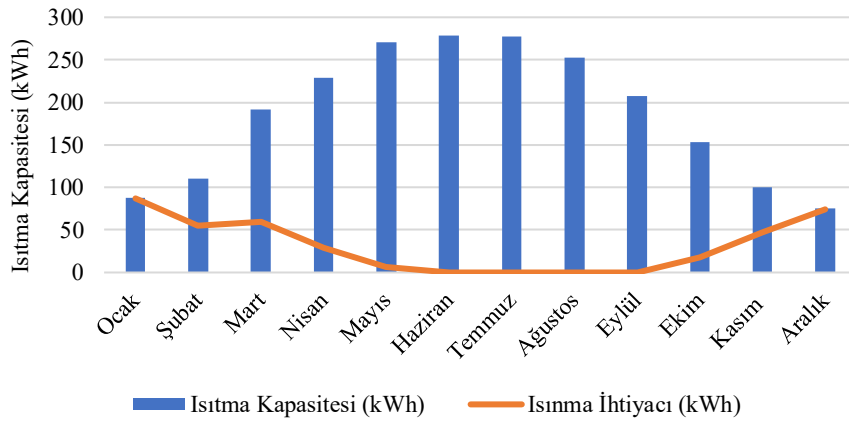
Şekil 11. Aylara göre ısıtma kapasitesi

Şekil 12’de görüldüğü gibi yaz aylarında ışınlım şiddeti, güneşlenme süresi, çevre sıcaklığı gibi parametrelerin etkisiyle toplam ısıtma enerjisi artmıştır.



Şekil 12. Aylara göre ısıtma enerjisi

Aylara göre günlük ortalama ısıtma ihtiyacı ve bu ihtiyacın tasarlanan sistem ile karşılanma oranları Şekil 13’de gösterilmektedir. Buna göre sistem tüm aylarda ısıtma ihtiyacının tamamını karşılamaktadır.



Şekil 13. Sistemin aylara göre ısıtma ihtiyacını karşılama oranı

4.2. Düzlemsel Havalı Güneş Kolektörlü Depolama Sistemi

Düzlemsel havalı güneş kolektörlerinde olduğu gibi parabolik güneş kolektörlü depolama sisteminin temel çalışma parametreleri belirlenirken ısınma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayına ait ışınım şiddeti, güneşlenme süresi, çevre sıcaklığı ve rüzgâr hızı verileri kullanılmıştır. Buna göre, Ocak ayı için ışınım şiddeti 288.21 W/m^2 , güneşlenme süresi 4.38 saat, çevre sıcaklığı $1.8 \text{ }^\circ\text{C}$ ve rüzgâr hızı 2.87 m/s olarak dikkate alınmıştır.

Kabul edilen çalışma şartları altında elde edilen değerler kullanılarak, sistemin her noktası için hesaplanan anlık termodinamiksel değerler Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 9. Sistemin noktasal anlık termodinamiksel değerleri

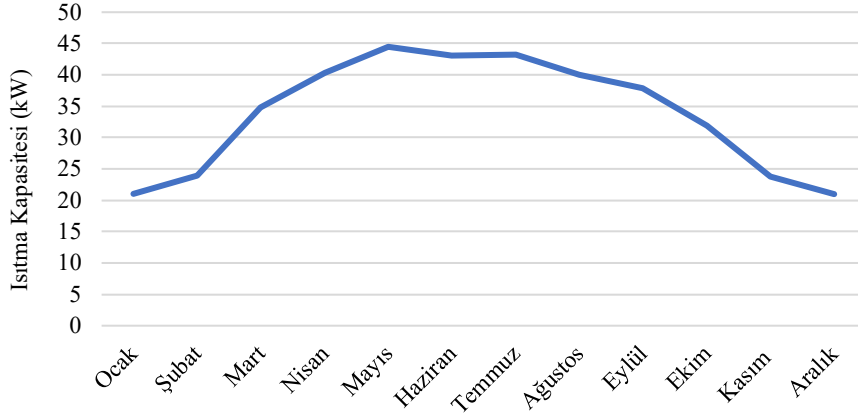
	P(kPa)	T($^\circ\text{C}$)	m(kg/s)	h(kj/kg)	e(kj/kg)
1	101.3	59	0.25	104.5	8.556
2	101.3	60	0.25	106.2	8.828
3	101.3	78	0.25	137.4	15.03
4	101.3	46	0.08684	192.7	13.44
5	101.3	55	0.08684	230.3	19.1
6	101.3	45	0.08684	188.5	12.86

Isparta ilinin ışınım şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı ve güneşlenme süresi aylara göre farklılıklar göstermektedir. Yılın her ayı için bu değerler dikkate alındığında aylık ısıtma ihtiyacı ve sistemde üretilen ısıtma kapasitesi Çizelge 10’da verilmiştir.

Çizelge 10. Sistemin noktasal anlık termodinamiksel değerleri

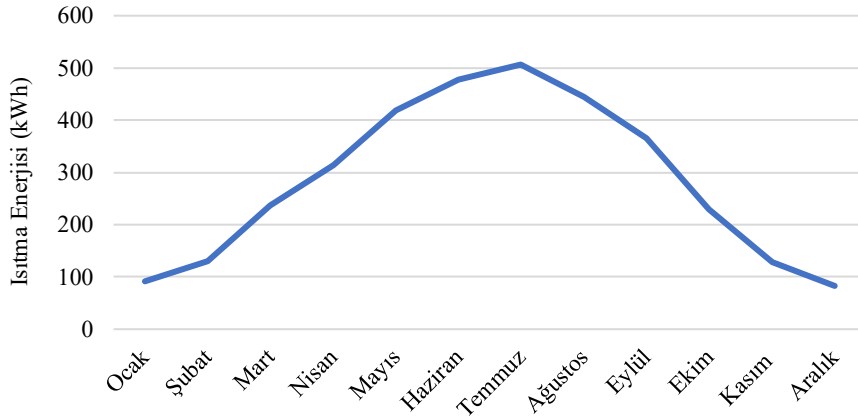
Aylar	Işınım Şiddeti (W/m^2)	Çevre Sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Güneşlenme Süresi (h/gün)	Isıtma Kapasitesi (kW)	Isıtma Enerjisi (kWh)	Isıtma İhtiyacı (kWh)
Ocak	288.21	1.8	2.87	4.38	21.03	92.1114	87.12
Şubat	324.38	2.9	2.72	5.46	23.97	130.8762	78.96
Mart	458.98	5.9	3.15	6.82	34.81	237.4042	59.28
Nisan	525.93	10.7	2.8	7.77	40.34	313.4418	29.04
Mayıs	575.61	15.5	2.75	9.42	44.48	419.0016	6.72
Haziran	555.13	20	2.49	11.1	43.01	477.411	0
Temmuz	557.19	23.4	2.48	11.7	43.29	506.493	0
Ağustos	515.57	23.2	2.58	11.13	39.95	444.6435	0
Eylül	492.28	18.6	2.45	9.64	37.94	365.7416	0
Ekim	419.22	13	2.45	7.17	31.91	228.7947	17.28
Kasım	319.37	7.6	2.58	5.44	23.73	129.0912	46.8
Aralık	286.66	3.5	2.56	3.95	20.98	82.871	73.92

Sistemin üretebileceği ısıtma kapasitesi (kW) Şekil 14’de aylara göre gösterilmiştir. Şekil 15’de ise güneşlenme süreleri de hesaba katılarak sistemin bir gün içerisinde üretebileceği toplam ısıtma enerjisi (kWh) gösterilmektedir.



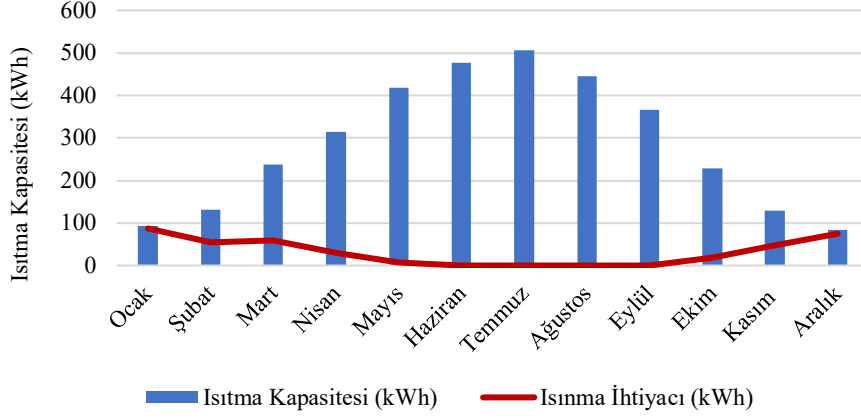
Şekil 14. Aylara göre ısıtma kapasitesi

Şekil 15’de görüldüğü gibi yaz aylarında ışıınım şiddeti, güneşlenme süresi, çevre sıcaklığı gibi parametrelerin etkisiyle toplam ısıtma kapasitesi artmıştır.



Şekil 15. Aylara göre toplam ısıtma enerjisi

Aylara göre günlük ortalama ısıtma ihtiyacı ve bu ihtiyacın tasarlanan sistem ile karşılanma oranları Şekil 16’da gösterilmektedir. Buna göre sistem tüm aylarda ısıtma ihtiyacının tamamını karşılamaktadır.



Şekil 16. Sistemin aylara göre ısıtma ihtiyacını karşılama oranı

5. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan bir evin ısıtma ihtiyacının güneş enerjisi kaynaklı depolama sistemi ile karşılanabilmesi sayısal olarak incelenmiş ve sistemin termodinamik analizleri yapılmıştır. Sistem tasarımı yapılırken düzlemsel havalı güneş kolektörü ve parabolik güneş kolektörü olmak üzere iki farklı kolektör kullanılarak ısıtma ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Isparta şartlarında bir evin günlük ısınma ihtiyacı Ocak ayı referans alınarak 87.12 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için Ocak ayına ait ışınım şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı ve güneşlenme süresi gibi parametreler dikkate alınarak iki farklı kolektör tasarlanmış ve kolektörlerden gelen faydalı enerji hesaplanmıştır. Isıtma ihtiyacının karşılanabilmesi için kolektörlerden gelen enerji ve güneşlenme süresi dikkate alınarak kaç tane kolektöre ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır. Hesaplamalara göre Ocak ayı şartlarında ısıtma ihtiyacını karşılayabilmek için 64 adet (2m x 1m) düzlemsel havalı güneş kolektörüne veya 8 adet (4.29m x 2.5m) parabolik güneş kolektörüne ihtiyaç duyulmuştur. Düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sisteminde ve parabolik güneş kolektörlü depolama sisteminde gerekli olan sodyum asetat trihidrat miktarı Ocak ayı için bir günde 1171 kg hesaplanmıştır. 268 kJ/kg faz değişim ısısında 1171kg sodyum asetat trihidratın toplam enerjisi 313828 kJ'dür. Bu enerji 4.38 saat olan güneşlenme süresinde karşılandığı için FDM kapasitesi 19.90 kW olarak hesaplanmıştır. Tasarlanan iki farklı sistemde ısıtma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayını karşılayacak şekilde dizayn edildiği için diğer aylardaki ısıtma ihtiyacının tamamını karşılamaktadır.

Teşekkürler

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet KABUL'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın hiçbir aşamasında beni yalnız bırakmayan, her zorlukta yanımda olan biricik kızım Reyyan Esmâ SOYTÜRK' e ve eşim Mustafa SOYTÜRK'e sonsuz sevgilerimi sunarım.

Kaynaklar

Çengel, Y.A., Boles, M.A. (2007). Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Güven Bilimsel Yayınevi (Beşinci Baskı), 946s, İzmir.

Çiftçi, M. (2015). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Yerel Yönetimlerde Kullanımının Swot Analizi. Örnek: Bursa Gürsu Belediyesi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 112s, Ankara.

GEPA, (2017). Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. <http://www.eie.gov.tr> (Erişim Tarihi: 20.04.2017).

Guarino, F., Athienitis, A., Cellura, M., Bastien, D. (2017). PCM thermal storage design in buildings: experimental studies and applications to solar in cold climates. Applied Energy, 185, 95-106.

Kalogirou, S.A. (2009). Solar energy engineering: Processes and systems. Academic Press, Oxford, UK.

Khadraoui, E.A., Bouadila, S., Kooli S., Farhat, A., Gızani, A. (2017). Thermal behavior of indirect solar dryer: Nocturnal usage of solar air collector with PCM.

Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, HD., Avcı ED. (2005). Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması. Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 19-21 Ekim 2005, Mersin, Türkiye.

MGM, (2018). İllere Ait Mevsim Normalleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ISPARTA> (Erişim Tarihi: 19.04.2018).

Önal, E., Yarbay, Z. (2010). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18, 77-96.

Özdemir, A. (2012). Parabolik Kollektörlü Organik Rankine Çevriminin Isparta Şartlarında İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62s, Isparta.

Sarhaddia, F., Tabrizi, F.F., Zoori, H.A., Hossein, S.A., Mousavi, S. (2017). Energy Conversion and Management, 133, 97-109.

Soytürk, G., Kabul, A. (2018). Düzlemsel Havalı Güneş Kolektörlü Depolama Sisteminin Mahal Isıtmada Kullanılabilirliğinin Araştırılması. International Conference on Science and Technology- ICONST 2018.

Uyarel, A.Y., Öz, E.S. (1987). Güneş enerjisi ve uygulamaları. Birsen Yayınevi, 244s, İstanbul.

Assessment of Acoustic Characters of a Region with Heavy Highway Traffic by Soundwalks

Nazlı S. Yalçındağ^{1,2*}, Mustafa Ece², Deniz Sarı³, Nesimi Özkurt³, Mehmet Kılıç¹

Abstract: Noise is an increasing environmental problem in Turkey as well as all over the world. For this reason, similar to European Union legislation (2002/49 / EC), strategic noise mapping and action plans are included in Turkish legislation. Noise action plans are made following strategic noise maps. The Noise Action Plans are a report that sets out strategies for the management of sound from noise sources in an area. The most important stage of the Noise Action Plans is the identification of the Noise Management Candidate Areas (NMCA) followed by the Noise Management Areas (NMA). At this stage, hot spots need to be sorted with a numerical value. Although there are many methods at this point PEL method is the method used in Turkey. PEL letters of the acronym is formed from the head and Population Levels Exceedances words. In this study, studies on calculating the value of PEL is located in the south of Turkey and a major tourist city of Antalya for noise action plan will be discussed.

Keywords: Noise, noise action planning, Antalya, PEL

1. Giriş

Gürültü önemli bir halk sağlığı problemidir (AÇA, 2016). Gürültü, teknolojik gelişmelerin yol açtığı çevre kirliliklerinin en önemlilerinden birisidir. Maruziyet bakımından ele alındığında Avrupa'daki en büyük çevre kirliliği olarak nitelendirilmiştir. Kaynaklardaki gürültü, nicelik ve nitelik bakımından, yaşam standardının günden güne yükselişine paralel olarak artmıştır. Bu artışın sonucunda ise insanların sağlığını etkileyen çevresel faktörlerden birisi haline gelmiştir. 20. yüzyılın başında gelişmeye başlayan endüstrileşme sonucu, sanayi makinelerinin sesleri, gücün, ilerlemenin ve daha iyi bir yaşamın sembolleri olarak kabul edilirken, günümüzde teknolojik gelişmenin olumsuz faktörleri olarak belirtilmektedir.

Çevre gürültüsü, genel olarak yapıların dışında bulunan, etkileme süresi kısa olmayan, kısa, orta ve uzun vadede sağlık ve konfor problemleri üreten kaynakları ifade etmektedir. Son 50 yılda yapılan bilimsel araştırmalar, gürültünün insan sağlığı ve konforu üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle bir çevre kirliliği türü olarak ifade edilmesini sağlamaktadır.

Antalya şehri Türkiye'nin güneyinde olup büyük bir turizm potansiyeli bulunmaktadır. Her yıl milyonlarca turist şehri tercih etmektedir. Diğer birçok sebeple birlikte şehir nüfusu 2018 yılı itibarıyla 2 milyon kişiye ulaşmıştır. Şehir nüfusu son 18 yılda 995 817 kişi artmıştır. (TUİK, 2018).

Türkiye'nin Avrupa Birliğine tam üyelik sürecinde yapılan müzakerelerde açılan fasıl başlıklarından birisi olan çevre başlığı altındaki çevresel gürültünün değerlendirilmesi ve

yönetimine ilişkin 2002/49/EC Avrupa Direktifi uyumlaştırılması çalışmaları kapsamında stratejik gürültü haritaları ve eylem planları ilgili idarelerce yapılmıştır.

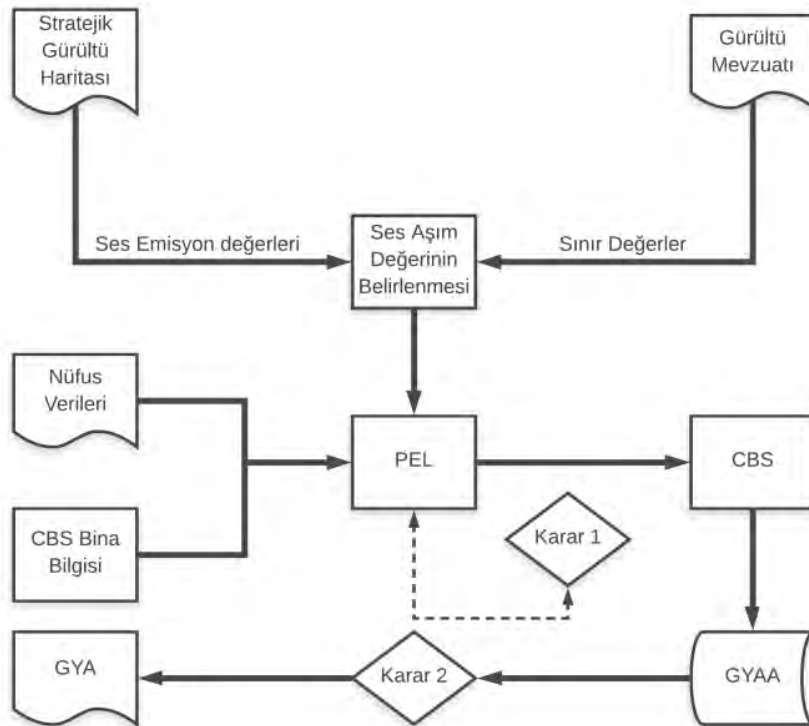
Mevzuatın uyumlaştırılması sürecinde çıkartılan Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliğinde stratejik gürültü haritası yapılacak alanların kriterleri belirlenmiştir. Buna göre; başlangıç olarak 250 bin nüfusa sahip yerleşim alanları ile yılda 6 milyondan fazla aracın geçtiği ana karayolları, 60 binden fazla tren geçişi olan demiryolları, 50 binden fazla iniş kalkış olan havalimanlarının stratejik gürültü yapılacaktır. İlerleyen yıllarda ise yerleşim yerleri, karayolları, demiryolları ve havalimanları için kriterler sırasıyla 100 bin kişi, 3 milyon araç ve 30 bin tren olarak belirlenmiştir.

Hazırlanan stratejik gürültü haritalarından sonra eylem planlarının oluşturulması mevzuat kapsamında gerekmektedir. Oluşturulan eylem planlarının kamuoyu ile paylaşılması ve danışılması, eylem planında belirlenen önlemlerin halka duyurulması amacıyla basılı ve görsel iletişim araçlarının kullanılması gerekmektedir. Mevzuata önemli olan bir diğer nokta ise gürültü eylem planları kişisel haklara zarar veriyorsa itiraz hakkını vatandaşlara vermesidir (ÇGDYY, 2010).

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Gürültü eylem planı

Gürültü eylem planlarının oluşturulması aşamasında gürültü yönetim alanlarının (GYA) matematiksel olarak ifade edilmesinde stratejik gürültü haritalarında elde edilen veriler ve gürültü hakkındaki mevzuatta bulunan sınır değerler kullanılır. **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de GYA'na karar verme sürecinde kullanılan mekanizma şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. GYA'na karar verme mekanizması

Şekil 1’ de görüleceği üzere karar alma sürecinden önce karar vericinin elindeki tüm veriler PEL (Population Exceedances Levels) hesaplama prosesine gelmektedir. Bu noktada matematiksel olarak büyüklüğü olan bir değer ihtiyacı vardır. Çünkü sayısal olan değerler daha kolay sıralanabilir ve büyüklükleri anlamlandırılabilir. "Karar 1" sürecinde ise sayısal olarak anlamlandırılan büyüklüklerin içerisinde CBS prosesine gönderilecek verinin sayısı belirlenir. Bu sayı isteğe bağlı değişse de karar alıcının istediği GYA büyüklüğü ile doğru orantılıdır. CBS prosesine gönderilen veri sayısı (PEL değeri sayısı) arttıkça GYA büyüklüğü ve/veya sayısı artacaktır.

Gürültü eylem planlarının amacı her ne kadar gürültü konulu rahatsızlıkların azaltılması için geliştirilecek stratejilerin belirlenmesi olsa bile en önemli kısmı GYA'ların dolayısı ile gürültü maruziyetinin bulunduğu alanların bulunması için altlık verileri içermesidir.

Antalya şehri özelinde hazırlanan Gürültü eylem planı, Antalya Büyükşehir Belediyesi finansmanı ve veri sağlayıcılığında TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi tarafından Mayıs 2019 tarihinde hazırlanmıştır. Bu çalışmada; karayolu, demiryolu, endüstri tesisleri ve eğlence yerleri kaynaklı GYA'ları belirlenmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir.

2.2. PEL değerinin hesaplanması

GYA'ların belirlenmesinde kullanılacak sayısal değer üretme yöntemleri bulunmaktadır. Bu sayısal değerlere gürültü skorları denilmektedir (AB, 2015). Bu yöntemlerin genel karakteristiği, gürültü emisyonunun yasalarla belirlenmiş sınır değerleri aşma miktarı ve mevcut gürültü emisyon değerlerini kullanmalarıdır.

Ancak gürültüye maruz kalan nüfus miktarı da önemli bir değişkendir ve gürültü skorlarında bulunmalıdır. Belirli gürültü skoru hesaplama yöntemleri aşağıda gösterilmektedir.

a) Lineer (P) gürültü skoru hesaplama yöntemi

Bu yöntemde ana değişkenler gürültüye maruz kalan nüfus ve yasalarla belirlenmiş sınır değerlerin üzerinde kalan gürültü emisyon değeridir. Lineer gürültü skoru hesaplama yöntemi belirli bir noktadaki gürültü seviyelerini dikkate almaz. Bu yöntemde nüfus dikkate alınmıştır. Bu yöntem ile hesaplanan gürültü skoru aşağıdaki Denklem 1’de gösterilmiştir.

$$P = \sum_{i=1}^{i=x} (n_i * M_i) \quad (\text{Denklem 1})$$

Denklem 1’de bulunan n_i ve M_i sırasıyla nüfus ve yasalarla belirlenmiş sınırları aşma miktarını göstermektedir. Görüleceği üzere gürültü seviyeleri dikkate alınmamıştır. Bu metotta alandaki yaşayan insan sayısı baskındır. Diğer bir değişle yasal sınırın üzerindeki aşım miktarı aynı olan farklı iki alanda nüfusu fazla olan alanın gürültü skoru fazla olacaktır.

b) Gden aşım metodu ile gürültü skoru hesaplama

Gden aşım metodunda Lineer metoda benzer şekilde nüfus ve yasal sınırlarla belirlenmiş sınır değerlerin aşımı dikkate alınmıştır. Aynı şekilde bir noktadaki gürültü seviyesi göz ardı edilmiştir. Gden aşım metodu ile yapılacak hesaplamalarda **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**de kullanılmaktadır.

$$G = 10 * \log_{10} \left(\sum_{i=1}^{i=x} (n_i * 10^{0,1 * M_i}) \right) \quad (\text{Denklem 2})$$

Denklem 2'de n_i ve M_i sırasıyla nüfus ve yasalarla belirlenmiş sınırları aşma miktarını göstermektedir. Bu yöntemde lineer metoda benzer şekilde gürültü seviyeleri dikkate alınmamakla birlikte nüfus verisine lineer metottan daha fazla önem verilmiştir.

c) GEL enerjik kombinasyon metodu ile gürültü skoru hesaplanması

Bu metotta, lineer ve Gden aşım metodundan farklı olarak belirli bir noktadaki gürültü seviyesi de dikkate alınmıştır. Yöntemdeki gürültü seviyeleri gündüz/akşam/gece (L_{gag}) seviyesinden elde edilmektedir. Yöntemdeki gürültü seviyeleri alandaki binaların tüm cephe ve katlarındaki en yüksek seviye belirlenerek formüldeki hesaplama dahil edilmektedir.

$$GEL = \sum_{i=1}^{i=x} [n_i * (10^{0,1 * L_{gag,i}} + 10^{0,1 * M_i})] \quad (\text{Denklem 3})$$

Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.'deki n_i , M_i ve $L_{gag,i}$ sırasıyla nüfus, yasalarla belirlenmiş sınırları aşma miktarını ve gündüz-akşam-gece (gag) göstergesi cinsinden ses seviyesini göstermektedir. Bu metotta ses seviyesi baskın olmakla birlikte nüfus ve ses seviyesi aşım değerleri de hesaplama dahil edilmiştir.

d) PEL lineer kombinasyon metodu ile gürültü skoru hesaplanması

PEL metodunda GEL yöntemine benzer şekilde nüfus, ses seviyesi aşımı ve ses seviyeleri birlikte değerlendirilmiştir. Ancak GEL metodundan farklı olarak tüm değişkenler lineer olarak baskındır.

$$PEL = \sum_{i=1}^{i=x} (n_i * M_i * L_{gag,i}) \quad (\text{Denklem 4})$$

Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.'de n_i , M_i ve $L_{gag,i}$ sırasıyla nüfus, yasalarla belirlenmiş sınırları aşma miktarını ve gündüz-akşam-gece (gag) göstergesi cinsinden ses seviyesini göstermektedir.

Antalya Büyükşehir Belediyesi Gürültü Eylem Planında PEL yöntemi baz alınarak oluşturulmuş modifiye bir metot izlenmiştir. Modifiye metoda göre **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de bulunan L_{gag} gürültü göstergesinin yerine en yüksek seviyeli gürültü göstergesi kullanılmıştır. Bunun amacı en kötü durum senaryosuna göre hareket etmek ve gürültü maruziyetinin en yüksek olduğu zaman diliminin koşullarına göre gürültü skorunun belirlenmesidir. Denklem 5 de L_{gag} gürültü göstergesinin hesaplanması gösterilmektedir.

$$L_{gag} = 10 * \log_{10} \left(\frac{1}{24} * \left(12 * 10^{\frac{L_{gündüz}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{akşam+5}}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{gece+10}}{10}} \right) \right) \quad (\text{Denklem 5})$$

Oluşturulan modifiye metot özellikle gündüz karayolu trafiğinin yoğun olduğu ancak gece zaman diliminde karayolu trafiğinin tenhalaştığı bölgeler ile akşam ve gece zaman diliminde aktif olan eğlence yeri yoğun bölgeler için geliştirilmiştir. Genel olarak gün boyunca ses emisyon seviyesi farkı stabil olan bölgelerde önemli farklar yaratmayan PEL metodu yerine günün zaman dilimlerinde birbirinden radikal biçimde farklı ses seviyeleri bulunan bölgelerde modifiye edilmiş PEL metodu kullanılmıştır.

Günün zaman dilimlerinde ses seviyeleri arasında radikal farklılık gösteren bölgeler kent planlamasında ve yönetiminde farklı fonksiyonların birlikte ve iç içe olduğu alanları tanımlarken Antalya kentinin belirli bölgeleri bu tür yerleşim alanlarına güzel bir örnek teşkil etmektedir. Bu tip şehirleşme felsefesine göre yoğun karayolları, eğlence tesisleri ve benzeri emisyon kaynakları konut alanlarına ya çok yakın yada iç içe bulunmaktadır.

$$PEL_{mod} = \sum_{i=1}^{i=x} n_i * M_i * L_{\alpha,i}$$

(Denklem 6)

$$\alpha = \begin{cases} L_{gündüz} \\ L_{akşam} \text{ en büyük değer} \\ L_{gece} \end{cases}$$

Ayrıca yasalarla belirlenmiş sınır değerleri üzerindeki aşımın belirlenmesinde ise konut bazında değerlendirmeler yapılmıştır. Buna göre her bir binanın tüm cephelerinde yüksekliğe bağlı olarak tüm yatay eksenlerdeki maksimum aşım miktarı belirlenerek **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'daki ilgili parametre değeri bulunmuştur. Bu yöntemin amacı ise PEL hesaplamalarında, stratejik gürültü haritalarında hesaplamaların yapıldığı 4 metre yüksekliğindeki ses seviyelerinden ziyade tüm bina bütünlüğünün dikkate alınma isteğidir. Ayrıca tüm zaman dilimlerindeki sınır değerlerle kıyaslama yapılmış ve en fazla aşımın olduğu veriler kullanılmıştır.

3. Bulgular

Şehrin ses emisyonunun zamana bağlı olarak stabil olmadığı alanlarında uygulanan modifiye PEL yöntemine göre yapılan çalışmalarda 85 adet karayolu, 32 adet eğlence yerleri, 42 adet havalimanı, 6 adet hafif raylı sistem bazlı GYAA bulunmuştur. Bunlardan 74 adet karayolu bazlı GYA seçilmiş olup bunlar konumları itibarıyla birleştirilerek 17 adet GYA içerisinde toplanmıştır. Benzer şekilde eğlence yeri için 22 adet GYA seçilmiş ve bütüncül bir yaklaşım geliştirilerek 11 adet GYA içinde toplanmıştır. Hafif raylı sistemin ikinci ayağı için belirlenen 5 adet GYAA, 1 adet GYA içinde birleştirilmiştir. Hafif raylı sistemin birinci ayağını oluşturan kısımda ise bir adet GYAA aynı şekilde GYA olarak kabul edilmiştir

4. Tartışma ve Sonuçlar

Gürültü Eylem Planlarının temel amaçlarını yerine getirmek için kullanılması gereken bir araç olan GYA'ların belirlenmesinde kullanılan gürültü skoru parametresinin hesaplanmasında çeşitli metotlar bulunmaktadır. Bu yöntemler farklı amaçlar gütmekte ve çeşitli parametrelere ağırlık vermektedir.

Ancak gürültü eylem planı yapılacak tüm yerlerim alanları birbirinin benzeri değildir. Yapısal ve sosyolojik farklılıklar gürültü karakteristiğini değiştirdiği gibi şehirleşme felsefelerini de

değiştirmektedir. Bu sebeple gürültü eylem planı yapan çalışma gruplarının temel gürültü skoru hesaplama yöntemlerini ihtiyaca göre modifiye etmeleri vazgeçilmezdir.

Bu bildiri de dünyaca tanınan turistik destinasyon olan Antalya ili için yapılan gürültü eylem planında yapılan modifiye PEL hesaplama yöntemi açıklanmıştır. Bu yöntemin benzer şehirleşme felsefesi gösteren farklı ülkelerdeki şehirlerde de kullanılabileceği ortaya konmaktadır.

Kaynaklar

AB, (2015). Çevresel Gürültü Direktifinin Uygulama Kapasitesi için Teknik Yardım Projesi. TR2009/0327.03-01/001 Çıktı 7.1

AA, (2016). Avrupa Çevre Ajansı. Taşımacılık ve halk sağlığı. <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/isaretler-2016/makaleler/tasimacilik-ve-halk-sagliği> (Erişim Tarihi: 30.05.2019)

GDYY, (2010). Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği. 04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Resmi Gazete.

TÜİK, (2018). Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> (Erişim Tarihi: 10.06.2019).

Estimation of Population Exceedances and Levels (PEL) Scores for Noise Action Plans: Antalya Case

Nazlı S. Yalçındağ^{1,2*}, Mustafa Ece², Mehmet Kılıç¹

Abstract: Noise, especially last past decades, is a phenomia that is public health problem that's negative side effects more realized. For this reason, various methods are used understanding to sound sources that generated noise, how is formed and how is propagated. More widely used method is sound propagation models that calculated with software. But perception mechanism of human and how to percept noise are also important. Using survey instead of acoustic parameters is may innovative solution about investigated how to noise perceived by human. In this paper, the perception of sound in the road traffic noise predominant area was investigated using a questionnaire. 30 respondent participated to the survey. 90% of respondents used the word "ordinary" to explain the noise from road traffic and 93% of them perceived of noise uncorfortable. Survey results shows that public health problem like noise is perpected as ordinary and this results an evidence of perceptual disorder due to the urbanization in which the public has been widely effected.

Keywords: Noise, perception, soundwalk, survey, Antalya

1. Giriş

Ses, dalgalar halinde yayılan bir enerji şeklidir. Gürültü ise genel olarak beğenilmeyen, hoş gitmeyen ve herhangi bir değeri olmayan sesler olarak tanımlanmaktadır. Ses nesnel bir kavramdır. Yani ölçülebilir ve varlığı kişiye göre değişmez. Gürültü ise öznel bir kavramdır. Tanımından da anlaşılacağı gibi bir sesin gürültü olarak nitelendirilip nitelendirilmemesi kişilere bağlı olarak değişebilir. Bununla birlikte, birçok gürültü tipinin kuşkuyla yer vermeksizin herkes tarafından gürültü olarak kabul edileceği açıktır (Özguven, 2008).

Kaynaklardaki gürültü, nicelik ve nitelik bakımından, yaşam standardının günden güne yükselişine paralel olarak artmıştır (BMU, 1988). Gürültü, teknolojik gelişmelerin yol açtığı çevre kirliliklerinin en önemlilerinden birisidir (Karabiber, 1991). Özellikle büyük şehirlerde aynı anda gürültü yayan çok sayıda kaynak bir arada bulunabilmektedir. Bu gürültü kaynakları arasında en önemlileri ulaşım ve sanayi tesisleridir. Motorlu araç trafiği, raylı ulaşım, hava ulaşımı ve deniz ulaşımından kaynaklanan gürültüler ulaşım kaynaklı gürültüler olarak nitelendirilirler. Birçok ülkede yapılan etkilenme analizleri sonucunda insanları en fazla rahatsız ettiği belirtilen gürültü türü; ulaşımından kaynaklanan gürültülerdir (Nelson, 1987; VDA, 1978).Kentsel yerleşim bölgelerinde ortaya çıkan gürültünün yaklaşık %80'i trafikten kaynaklanmaktadır (Beranek, 1974). Fabrika, sanayi tesisi, atölye, imalathane, liman ve eğlence tesisleri endüstri gürültüleri olarak sınıflandırılır. Gürültü kaynaklarının alıcılara etkileri araştırılırken öncelikle her bir bağımsız gürültü kaynağının emisyonları incelenmektedir.

Gürültünün diğer çevre kirleticilerinden farklı olarak tespit edilmesi ve yönetimi zordur. Çünkü gürültü, kalıntı bırakmaz ve insan üzerindeki etkileri kısa zamanda kendini göstermez. Bu durumda, gürültünün çevresel gürültü kavramı içerisinde tanımlanabilmesi ve gürültü olarak algılanan sesin akustik olarak incelenmesi önemlidir. Çevresel gürültü kavramı içerisinde değerlendirilen sesin akustik olarak incelenebilir olması sayesinde insan yaşamını etkileyebilecek gürültü seviyeleri belirlenebilmektedir. Bir diğer ifade ile soyut ve kişiye bağlı olan gürültü kavramı, akustik temel büyüklükler ile somutlaştırılarak yönetimi sağlanmaya çalışılmaktadır. Somut ve temel büyüklükler ile ifade edilebilen gürültü, bilgisayar simülasyonları kullanılarak incelenebilmekte ve yayılımı ve karakteri ortaya konulabilmektedir (Ece, 2015).

Karayolu gürültüsü incelenirken, her bir taşıtın sebep olduğu gürültü ile trafik akışının sebep olduğu gürültünün mutlaka ayrı ayrı ele alınması gerekir. Yoldan uzaklaştıkça gerek taşıtların, gerekse trafik akışının sebep olduğu gürültünün şiddeti azalmaktadır. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan gürültüler incelenirken öncelikle taşıtların sınıflandırılması gerekmektedir. Taşıtlar, gereksinime bağlı olarak tekerlek sayılarına, akslarına, kullanım amaçlarına ve tiplerine göre değişik biçimlerde sınıflandırılır. Gürültü açısından sınıflandırma ise, emisyonlarına bağlı olarak, ağır ve hafif taşıtlar biçimindedir. Üç tondan ağır olan çeşitli büyüklükteki kamyonlar, otobüsler ağır taşıt olarak sınıflandırılırken, otomobil ve motosiklet ise hafif taşıt olarak nitelendirilebilir.

Gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına göre gürültü düzeyleri; artan taşıt ağırlığı, motorun bakımsız ve eski olması, artan hız ve ivmeye bağlı olarak artmaktadır (Nelson, 1987; Nelson, 1997). Genellikle düşük hızlarda motor gürültüsü, yüksek hızlarda lastik/yol yüzeyi sürtünme gürültüsü, orta hızlarda ise aerodinamik gürültü önemli olmaktadır.

Gerek ülkemizde gerekse Avrupa Birliği mevzuatında karayolundan kaynaklanan gürültünün modellenmesi için NMPB Routes 96 standardı kabul görmektedir. Bu standarda göre modelleme yapılabilmesi için, araç sınıflarına ve zaman dilimlerine (gündüz, akşam ve gece) göre gruplandırılmış trafik sayımları, yol geometrileri, şerit sayıları, trafik akış verileri, trafik ışıkları ve kavşakların konumları, yol eğimleri ve kotları, yol yüzeyi kaplaması, yol kenarındaki bina kullanımları, meteorolojik veriler vb. birçok veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada bir alanın ses karakteristiğinin belirlenmesinde alternatif bir yöntem olarak ses yürüyüşlerinin kullanılması hususu ele alınacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanı

Çalışmaya konu olan alan Türkiye Antalya İli Konyaaltı İlçesinde bulunan Konyaaltı plajlarında bulunmaktadır. Bahse konu alan şehrin her yerinden dinlenmek ve eğlenmek amaçlı gelen insanlar tarafından yoğunlukla kullanılmaktadır. 2018 yılında yapılan bir yapılandırma sonrasında trafik kullanımında bazı değişiklikler olmuş, çalışma alanının güneyinde yoğun olan trafik kuzeyine aktarılmıştır.

2.2. Ses yürüyüşleri ve anketler

'Soundscape', seslerin birey veya toplum tarafından tamamen fiziksel bir fenomen olarak algılanma ve anlaşılma şeklini vurgulayan sübjektif bir ses ortamı ifade eder (Schafer, 1977). Ne kadar farklı tanım olursa olsun; Soundscape, insanın işitsel algılarıyla etkileşime

giren ses efektlerinin bir süre ve mekândaki karışımıyla oluşturulan akustik bir ortam olarak düşünülebilir. Hem fiziksel hem de sosyal yönleri olan sesler içerir.(Lei Yu)

Ses yürüyüşü özel bir yere ait ses çevresi oluşumu ve bileşenlerini (ortamın Soundscape'ini) tespit etmek amacıyla M.R.Schafer tarafından önerilmiş ve literatürde bir çok çalışmada kullanılmış ampirik/deneysel bir yöntemdir (Schafer, 1978). Bu çalışmada Positive Soundscape Project yöntemi kullanılmıştır. Yürüyüşlerin sonrasında katılımcılardan anket doldurmaları istenmiştir.

Gay'in 1987'e yaptığı bir çalışma ve sonrasında Arlı ve Nazik'in 2001 yılında yaptıkları bir diğer çalışmada nedensel kıyaslamalarda istatistiksel karşılaştırmaların mantıklı olması için minimum 30 kişi olması gerekliliğinden bahsedilmiştir. Bu sebeple bu çalışmada 30 kişilik bir gözlem grubu oluşturulmuştur.

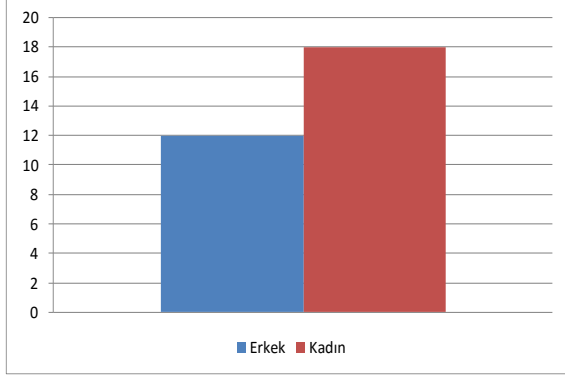
Yürüyüş sonrasında katılımcılara uygulanan anketlerde katılımcılardan yürüdükleri alanı 10 farklı başlıkta 5 ölçekli olacak şekilde değerlendirmeleri istenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Değerlendirme soruları ve ölçeklendirme

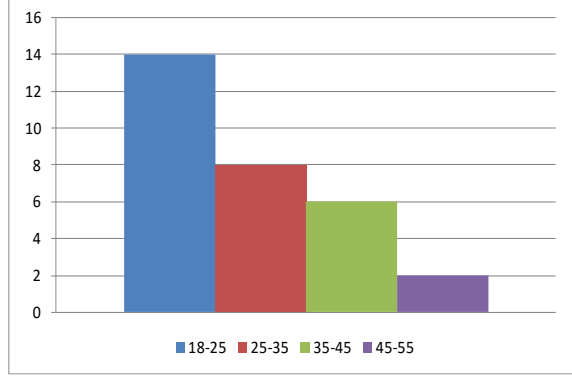
Hoş Değil	1	2	3	4	5	Hoş
Yabancı	1	2	3	4	5	Tanıdık
Sıradan	1	2	3	4	5	Özgün
Kesintili	1	2	3	4	5	Sürekli
Rahatsız	1	2	3	4	5	Rahatlatıcı
Gürültülü	1	2	3	4	5	Dingin
Karmakarışık	1	2	3	4	5	Düzenli
Tek düze	1	2	3	4	5	Canlı
Sıkıcı	1	2	3	4	5	Eğlenceli
Yapay	1	2	3	4	5	Doğal

3. Bulgular

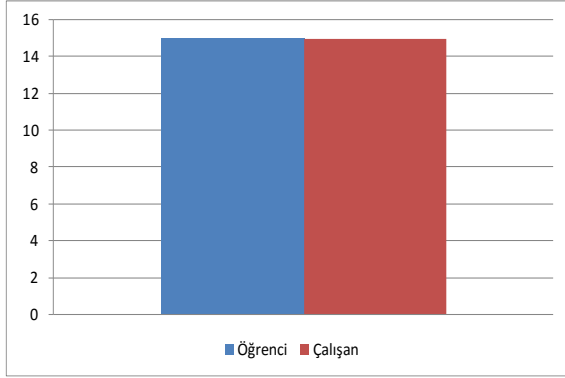
Ses yürüyüşleri ve anketler 30 kişiye uygulanmıştır. 2'li veya 3'lü gruplar halinde hafta içi ve günün aynı saat diliminde yürütülen katılımcıların yaş, cinsiyet, meslek ve eğitim durumları dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.



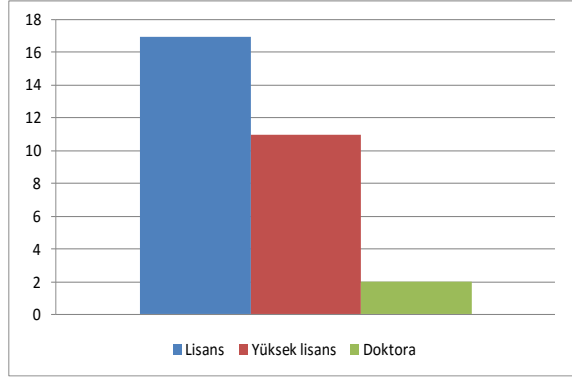
a) Cinsiyet



b) Yaş



c) İş, meslek, çalışma durumu

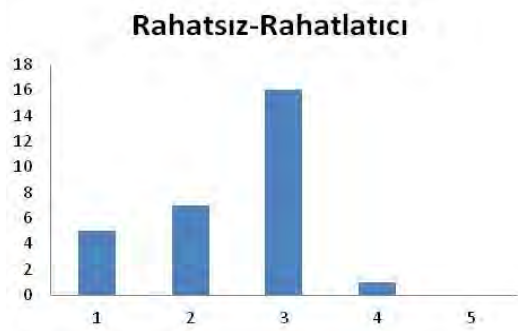


d) Eğitim durumu

Şekil 1. Katılımcıların kişisel bilgileri

Şekil 2'de ise sırası ile; hoş değil-hoş, yabancı-tanıdık, sıradan-özgün, kesintili-sürekli, rahatsız-rahatlatıcı, güçlü- dingin, karmakarışık-düzenli, tek düze-canlı, sıkıcı-eğlenceli, yapay-doğal başlıkları arasında 1'den 5'kadar değerlendirme sonuçları sunulmuştur.

Genel olarak bu sınıflandırma olumsuzdan olumluya doğru yapılmış olup bir tür skorlandırma esasını içermektedir. Örneğin; verilen cevapları değerlendirmek gerekirse 5 ölçekli bir ankette sağdaki ve soldaki ifadelerle yakınlık bakımından ele almak yerinde olacaktır. Bu çalışmada, anket sonuçlarının yorumlanması aşamasında 3 ve altı soldaki ifadeye yakın olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Anket sonuçları

4. Tartışma ve Sonuçlar

Anket değerlendirmelerine bakıldığında sonuçların 10 kategori için şu şekilde olduğu görülmüştür;

Katılımcıların %80'i ortam sesini "hoş değil" şeklinde nitelendirirken, %90'ı "sıradan", %93' "rahatsız" ve %87'si "gürültülü" olarak nitelendirmiştir. Bununla birlikte, sadece %33' "düzenli", %30'u "canlı" ve "eğlenceli" ve %27'si "doğal" olarak değerlendirmiştir. Ancak bununla birlikte katılımcıların %77'si ortama ait sesi "tanıdık" olarak nitelendirmiştir. Buradan da görüldüğü üzere kentleşme beraberinde insan algısında karayolu trafiği gürültüsü, rahatsız, gürültülü, nahoş vb. olmasına rağmen tanıdık bir hale getirmiştir.

Bu çalışmada da görüldüğü üzere ses yürüyüşleri ile bir alana ait ses karakteriştiğinin belirlenmesi mümkündür. Özellikle, yüksek değişkenlik gösteren alanlar için fazlasıyla veri temini gerektiren modelleme çalışmalarına alternatif olarak kullanılabilen bu yöntem ile çalışma maliyetlerinin azaltılması öngörülmektedir.

Karayolu trafik gürültüsünü özellikle çalışma alanında olduğu gibi yerleşmiş alanlarda sonradan artan trafik yoğunluğu olan bölgelerde tamamen engellemek mühendislik olarak çok mümkün olmamakla birlikte çok yüksek maliyetlere yol açabilmektedir.

Kaynaklar

Arlı, M. ve Nazik, H. (2001). Bilimsel araştırmaya giriş. Gazi Kitapevi, Ankara.

B.M.U. (Bundesminister Fr Umwelt, Naturschutz Und Reaktorsicherheit), 1988. "Was Sie Schon Immer ber Larmschutz Wissen Wollten. Verlag W. Kohlhammer GmbH", Mercedes-Druck, Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, pp. 247.

Beranek, L. L., 1974, Noise Reduction, McGraw-Hill Book Co. Inc, A.B.D.

Ece, M., 2015. Karar Destek Yardımcısı Olarak Gürültü Haritalama Yazılımı İle Trafik Gürültüsü zerine Farklı Senaryoların İrdelenmesi, Antalya rneği. Doktora tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Gay, L. R., 1987. Educational Research: Competencies for Analysis and Application. 3rd.edn. Merrill Publishing, London.

Karabiber, Z., 1991. "Gürültü-İnsan Etkileşimi", Türkiye'de evre Kirlenmesi ncelikleri Sempozyumu Bildirileri, Mayıs, İstanbul, I. Cilt, 21–22, 457–469.

Nelson P., 1987. Transportation Noise Reference Book, Butterworths, 1987 Part 3: Road Traffic Noise.

Nelson P., 1997. Classifying Road Vehicles for the Prediction of Road Traffic Noise, Transport and Road Research Laboratory, Dept of Environment, LR 752.

NMPB. 1996. New french calculation method including meteorological effects.

zgven, H.N., 2008. Gürültü Kontrol Endüstriyel ve evresel Gürültü. Türk Akustik Derneği Teknik Yayınları, 271, İstanbul.

Schafer, R. M. 1977. *The tuning of the world*. Toronto: McClelland & Stewart.
VDA, 1978. Urban Traffic and Noise, Verband der Automobilindustrie E.V. (VDA), Frankfurt, Main 1978.

Yu, L. 2009 *Soundscape evaluation and ANN modelling in urban open spaces*. PhD thesis, University of Sheffield.

Chemical Composition of Spartium Junceum Flowers Direct Extraction with Polar and Apolar Solvents

Özlem Karaboyacı^{1*}, Semra Kılıç²

Abstract: In this study, metabolites of spartium junceum flowers were examined in spring flower season. As it is known, the secondary metabolites in the plants vary according to the seasonal conditions and seasons. Flowers were extracted with ethyl acetate and hexane to determine the different components.

Keywords: Spartium junceum, flowers metabolites, extraction

1. Introduction

The Spartium junceum is the Mediterranean basin and is naturally found on the northern and southern sides of the Mediterranean Sea. In our country, Çanakkale, Istanbul, Kocaeli, Kastamonu, Sinop, Samsun, Trabzon, Izmir, Mugla, Antalya, Mersin, Adana, Hatay grows in a very common environment. In the literature, it has been reported that the flowers of the mulberry flowers have a calming, antiulcer, diuretic, analgesic, antiinflammatory and antitumor effect (Cerchiara et al. 2013). The stems of the plant are also used in fiber production. The fiber obtained is of interest because of its high mechanical strength as well as a biodegradable fiber. Gabriele et al. 2010 obtained a high-yield fiber material, Cerchiara et al. 2014, which proved to be much more durable than linen. This plant, which is valuable for each component from its branches to its essential oil, will turn into a medical product for neck, back and joint pain and sports injuries.

According to scientific studies on Spartium junceum, Bezic et al. 2003 reported that spartein was found to have an analeptic effect on the body of the plant. Menghini et al. In 2006 in their study on mice, spartium junceum blossom extract has proven pain relief and anti-inflammatory effects. Ghasemi et al. In their study in 2015, they have shown that Spartium junceum flowers in the region of Iran contain high levels of linalool and camphor. In addition to their pleasant odor, these compounds provide the fast absorption of the active ingredients from the skin in cosmetics.

Nadah et al. In their study in 2012, Spartium junceum blossom dry outdoors for 3 days before ekstarkte. Thereafter, 100 g. the plants were separated into small pieces and kept in hexane solution for 48 hours. After filtration, the solvent was vacuumed in the evaporator. They found 59 compounds.

1 University, Department, Province, Country

2 Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): serkanozdemir@isparta.edu.tr

Table 1. As a result of the study in table

NO	Compound	Experimentally determined K _i ^a	HP GC-MS Peak area [%]	Method of identification
1	E thyl benzene	850	0.28	GC-MS,Ms
2	1,3-dimethyl-benzene	866	0.29	GC-MS,Ms
3	Mesitylene	995	0.14	GC-MS,Ms
4	Decane	1000	0.13	GC-MS,Ms
5	Phenylethyl Alcohol	1107	0.25	GC-MS,Ms
6	Benzothiazole	1216	0.17	GC-MS,Ms
7	2-Propenoic acid, 3-phenyl-, methyl ester	1380	0.11	GC-MS,Ms
8	Pentadecane	1499	0.14	GC-MS,Ms
9	2,3,6-trimethyl-Naphthalene	1550	0.11	GC-MS,Ms
10	Dodecanoic acid	1564	1.64	GC-MS,Ms
11	Dodecanoic acid, ethyl ester	1592	0.47	GC-MS,Ms
12	Hexadecane	1598	0.44	GC-MS,Ms
13	Pentadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-	1649	0.21	GC-MS,Ms
14	Heptadecane	1663	0.08	GC-MS,Ms
15	2,6,10,14-tetramethyl-Pentadecane	1705	0.35	GC-MS,Ms
16	Phenol, 2-(1-phenylethyl)-	1721	0.41	GC-MS,Ms
17	Tetradecanoic acid	1763	6.59	GC-MS,Ms
18	Phenanthrene	1784	0.4	GC-MS,Ms
19	Tetradecanoic acid, ethyl ester	1792	1.47	GC-MS,Ms
20	Octadecane	1798	0.75	GC-MS,Ms
21	Hexadecane, 2,6,10,14-tetramethyl-	1808	0.65	GC-MS,Ms
22	Tetradecanoic acid,trimethylsilyl ester	1850	0.16	GC-MS,Ms
23	Pentadecanoic acid	1857	0.21	GC-MS,Ms
24	Dibenzothiophene, 3-methyl-	1862	0.19	GC-MS,Ms
25	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester	1869	0.45	GC-MS,Ms
26	Nonadecane	1897.4	0.54	GC-MS,Ms
27	1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl 2-ethylhexyl ester	1915	0.11	GC-MS,Ms
28	Hexadecanoic acid, methyl ester	1924	0.3	GC-MS,Ms
29	n-Hexadecanoic acid	1964.15	14.27	GC-MS,Ms
NO	Compound	Experimentally determined K _i ^a	HP GC-MS Peak area [%]	Method of identification
30	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1992.4	2.34	GC-MS,Ms
31	Eicosane	1999	0.48	GC-MS,Ms
32	Cyclic octaatomic sulfur	2055	0.61	GC-MS,Ms
33	1-Octadecanol	2082	0.18	GC-MS,Ms
34	14-beta-H-PREGNA	2091	0.14	GC-MS,Ms
35	Heneicosane	2097	0.51	GC-MS,Ms
36	E-15-Heptadecenal	2104	0.08	GC-MS,Ms
37	Methyl stearate	2024.7	0.05	GC-MS,Ms
38	9,12,15-Octadecatrien-1-ol	2042	13.07	GC-MS,Ms
39	Octadecanoic acid	2161	3.68	GC-MS,Ms
40	9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)-	2169	2.05	GC-MS,Ms
41	Octadecanoic acid, ethyl ester	2192.5	0.58	GC-MS,Ms
42	Docosane	2197.8	0.74	GC-MS,Ms
43	1-chloro-7-Heptadecene	2206.7	0.18	GC-MS,Ms
44	Benzene, 1,1'-sulfonylbis[4-chloro-	2248	0.07	GC-MS,Ms
45	Methyl dehydroabietate	2361	0.39	GC-MS,Ms
46	Tetracosane	2398.8	1.16	GC-MS,Ms
47	p-Menth-8(10)-en-9-ol	2418	0.05	GC-MS,Ms
48	2,4-bis(1-phenylethyl)phenol	2425.6	1.23	GC-MS,Ms
49	Dehydroabietic acid	2457	1.6	GC-MS,Ms
50	Pentacosane	2497.5	3.18	GC-MS,Ms
51	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	2550.6	0.57	GC-MS,Ms
52	Hexacosane	2597	0.33	GC-MS,Ms
53	Heptacosane	2698.6	0.97	GC-MS,Ms
54	Squalene	2831.8	0.74	GC-MS,Ms
55	4-(benzylamino)-1,3-diphenyl-5,6,7,8-tetrahydroquinolin-2(1H)-one 3045		1.98	GC-MS,Ms
56	Vitamin E	3142	0.69	GC-MS,Ms
57	Campesterol	3243.7	0.98	GC-MS,Ms
58	Stigmasterol	3274.7	2.66	GC-MS,Ms

1 University, Department, Province, Country

2 Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (iletisim yazarı): serkanozdemir@isparta.edu.tr

59	-Sitosterol	3790	3.67	GC-MS,Ms
Total:	76.27			

76.27% of the total amount of oil clarified.

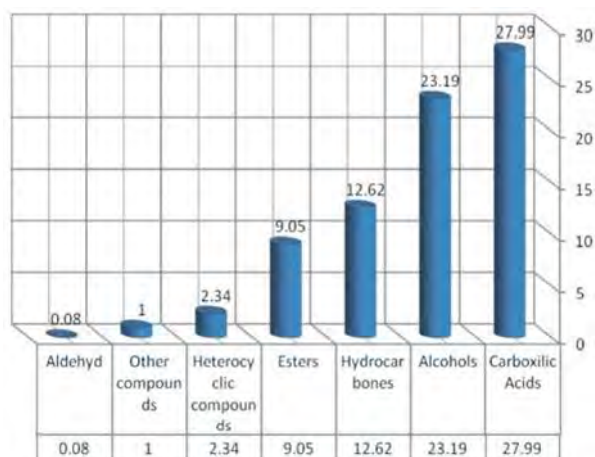


Figure 1. Percentage representation of oils found in *Spartium Junceum*

Yohanes Ghasemi et al. In their study in 2015, they dried the flowers of *Spartium Junceum* plant at room temperature for 2 weeks in order to use it for essential oil extraction. They obtained 30 g of the essential oil by distillation of 30 g of open air dried flower with a cleveger device and stored at -20 °C until analysis.

As a result of the study, they obtained 95.49% volatile oil and determined their percentage distributions by GS-MS analysis.

1 University, Department, Province, Country

2 Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (iletişim yazarı): serkanozdemir@isparta.edu.tr

Table 2. List of the components of *Spartiumjunceum L.* Flower oil

Compound	% in the oil	KI
Limonene	1.55	1,029
Camphenol	28.67	1,109
trans-Thujone	0.57	1,119
Camphor	14.78	1,148
[unknown]	0.40	1,227
(E)-Cinnamaldehyde	0.24	1,266
[unknown]	0.45	1,291
trans-Caryophyllene	0.31	1,413
[unknown]	2.15	1,495
α -Farensene	1.38	1,506
[unknown]	0.15	1,521
Caryophyllene oxide	1.21	1,577
Ethyl dodecanoate	14.37	1,605
β -Eudesmol	0.58	1,649
[unknown]	0.38	1,698
Tetradecanoic acid, methyl ester	0.49	1,725
Ethyl tetradecanoate	25.00	1,797
[unknown]	0.46	1,846
[unknown]	0.24	1,868
[unknown]	0.30	1,962
Ethyl hexadecanoate	4.14	1,987
Methyl linoleate	0.89	2,098
Tricosane	0.88	2,298
Pentacosane	0.43	2,597

2. Material and Method

When the flowering season came, flowers and branches were collected. Direct extraction in solvent was carried out.

To determine the chemical composition, 50 g of flower samples were taken and extracted in 120 ml of hexane and ethyl acetate solvents for 2 nights. The collected fresh branches were first milled in the grinder. Thereafter, 20 g of the sample was extracted in 80 ml of ethyl acetate and hexane solvents for 2 nights.

3. Results

The findings obtained during the flower season study are given in Table 3 and Table 4.

Table 3. GS-MS Results of flower in ethyl acetate and hexane

Sample	Component
Extracted flower in ethyl acetate	D-erythro-pentose-2-deoxy
Extracted flower in hexane	1-octadecanol
	Cylododecane

1 University, Department, Province, Country

2 Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): serkanozdemir@isparta.edu.tr

Table 4. GS-MS Results of ethyl acetate and hexane of branch

Extracted branch in ethyl acetate	Acetic acid
Extracted branch in hexane	Bicyclo[4.1.0]hept-4-en-3-ol,3,7,7-trimethyl-[1S-(1-alpha,3-alpha,6-alpha)]- D-erythro-pentose-2-deoxy

D-erythro-pentose-2-deoxy, also known as D-Ribose, is a dense monosaccharide found in nature. It is a water-soluble, pentose sugar which is an important component of nucleic acids, nucleotides, vitamin riboflavin and various co-enzymes. It is the basis for important biological processes in nature and reflects a partnership between all living organisms.

Ribonucleic acid (RNA) is a nucleic acid based on sugar ribose. Deoxyribonucleic acid (DNA) is a nucleic acid based on sugar deoxyribose. As a component of RNA used for the transmission of genetic information from genetic DNA to RNA, ribose is critical for living things.

The 1-octadecanol component obtained by extraction of the flower with hexane solution is stearyl alcohol. It is a fatty alcohol of vegetable origin. It is used in cosmetic fields such as cream, lotion, ointment, shampoo. It has the ability to thicken and stabilize the formulations. Gives skin a soft feeling.

4. Discussion and Conclusions

The expected components could not be obtained during the flower season studies. This may be due to the inability of the essential oils found in the plant to explode the pouches. Therefore, direct extraction of the flowers does not give good results. The studies will be repeated on dry flower and ground flower.

References

- Bezic, N., Dunkic, V., Radonic, A. (2003). Anatomical and chemical adaptation of *Spartium junceum* L. in arid habitat. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 45(2), 43-47.
- Cerchiara, T., Blaiotta, G., Straface, V. S., Belsito, E., Liguori, A., Luppi, B., ... & Chidichimo, G. (2013). Biological Activity of *Spartium junceum* L.(Fabaceae) Aromatic Water. *Natural Resources*, 4(3), 229. 99
- Cerchiara, T., Gallucci, M. C., Gattuso, C., Luppi, B., & Bigucci, F. (2014). Chemical Composition, Morphology and Tensile Properties of Spanish Broom (*Spartium junceum* L.) Fibres in Comparison with Flax (*Linum usitatissimum* L.). *Fibres & Textiles in Eastern Europe*.
- Gabriele, B., Cerchiara, T., Salerno, G., Chidichimo, G., Vetere, M. V., Alampi, C., ... & Cassano, A. (2010). A new physical-chemical process for the efficient production of cellulose fibers from Spanish broom (*Spartium junceum* L.). *Bioresource technology*, 101(2), 724-729

1 University, Department, Province, Country

2 Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

* Corresponding author (İletişim yazarı): serkanozdemir@isparta.edu.tr

Ghasemi, Y., Abedtash, H., Morowvat, M. H., Mohagheghzadeh, A., & Ardeshir-Rouhani-Fard, S. (2015). Essential oil composition and bioinformatic analysis of Spanish broom (*Spartium junceum* L.). *Trends in Pharmaceutical Sciences*, 1(2), 97-104.

Menghini, L., Massarelli, P., Bruni, G., & Pagiotti, R. (2006). Anti-inflammatory and analgesic effects of *Spartium junceum* L. flower extracts: a preliminary study. *Journal of medicinal food*, 9(3), 386-390.

Nadaf, M., Halimi, M., Mortazavi, M. (2012). "Identification of nonpolar chemical composition *Spartium junceum* flower growing in Iran by GC-MS." *Middle-East Journal of Scientific Research* 11.2: 221-224.

An Attempt to Depth Estimate and Boundaries of Burdur Sedimentary Basin, SW Turkey Using Geophysical Methods

M. Nuri Dolmaz^{1*}, Erdinc Oksum¹, Luan Thanh Pham²

Abstract: The late Miocene to Pliocene Burdur Basin trending NE-SW situates at the tectonically active northeastern part of the Fethiye-Burdur Fault Zone (FBFZ), SW Anatolia (Turkey). In this study we analyzed the gravity anomalies observed over the basin in order to assess the boundaries and depth characteristics of the basin area. The basin presents a half graben geometry and is bounded by normal faults on its southern side namely the Burdur fault zone. The algorithm used for mapping the basement relief is based on a combination of frequency and space domain techniques in which the computations are also improved by incorporating an exponential increase in density with depth. The estimated basin model from the inversion of gravity anomalies yields two-step depositional area of the sedimentary infills confirming a geometry of a half graben. The deepest part of the basin was estimated approx. 4 km close to the southern end of the Burdur Lake.

Keywords: Burdur basin, depth, gravity.

1. Introduction

The study area (Fig. 1), Burdur sedimentary basin is located on the major Fethiye-Burdur Fault Zone (FBFZ), SW Turkey, which is situated at the boundary between the rapidly extending West Anatolian Extensional Province (WAEP) and the relatively stable Anatolian plateau (CAOP). The Isparta Angle is situated also at the intersection of the Hellenic and Cyprus arcs (Blumenthal, 1963). Figure 2 shows the main geological map and structural features of the Burdur sedimentary basin and surrounding regions. The basin comprises the Mesozoic basement of allochthon limestone and ophiolitic units of Lycian nappes and Eocene–Oligocene parallochthon sedimentary units (Alçiçek et al., 2013). Depression areas are filled with Upper Miocene-Pliocene terrestrial sediments and alluviums (Koçyiğit, 1984; Price, 1989).

The Burdur sedimentary basin is bounded by major NW-dipping, slightly listric basement faults to the southeast (Taymaz and Price, 1992; Price and Scott, 1994). It is named as the Burdur Fault in a segment of the FBFZ which is considered to be seismically the most active parts of the zone (Över et al., 2013). The Burdur graben terminates against the NW- SE-trending Dinar fault to the northeast. The basin was formed from two sides by limiting the fault lines of the bowing (Penck, 1918).

¹ Suleyman Demirel University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, Isparta, Turkey

² Faculty of Physics, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Ha Noi, Vietnam

* Corresponding author: nuridolmaz@sdu.edu.tr

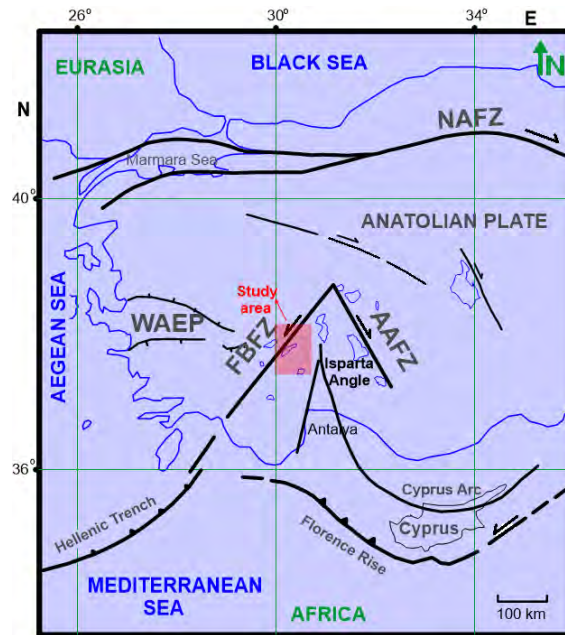


Figure 1. Tectonic map of west Turkey and surrounding regions (compiled from Dolmaz, 2007). AAFZ: Afyon-Aksehir Fault Zone; FBFZ: Fethiye-Burdur Fault Zone; NAFZ: North Anatolian Fault Zone; WAEP: West Anatolian Extensional Province. Coastlines and lakes are also shown in blue color.

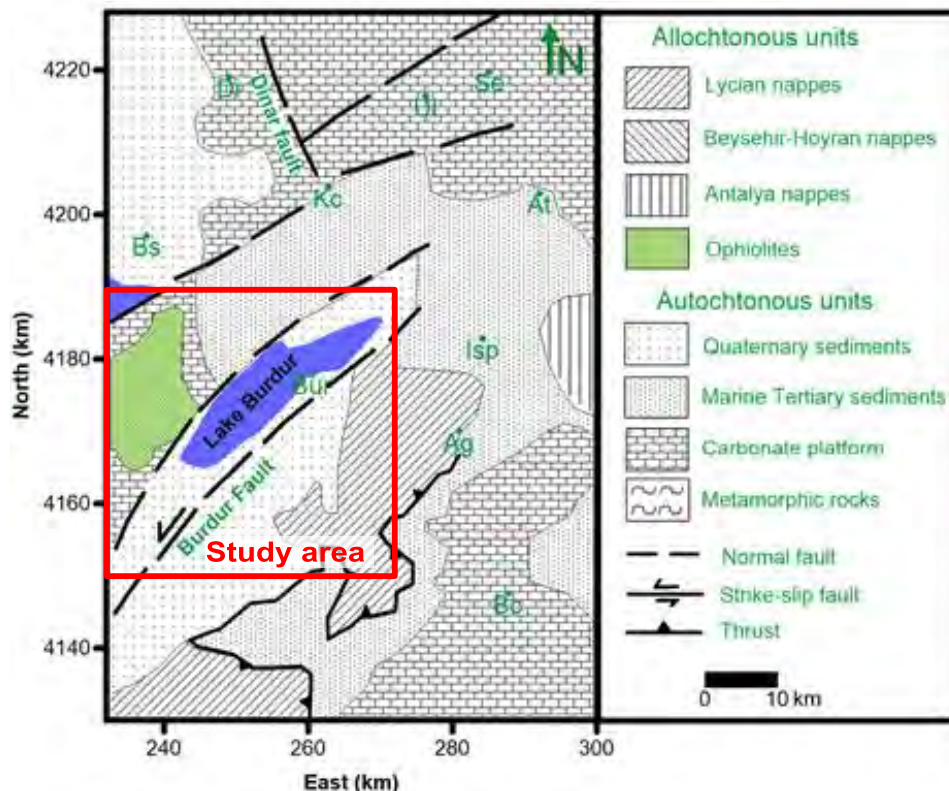


Figure 2. Geological map of the Burdur Sedimentary Basin and surrounding regions (compiled from Taymaz and Price, 1992; Yagmurlu et al., 1997; Dolmaz, 2007). Ag: Aglasun; At: Atabey; Bs: Basmakci; Bc: Bucak; Bur: Burdur; Di: Dinar; Isp: Isparta; Kc: Keciborlu; Se: Senirkent; Ul: Uluborlu. The enclosed area within the red line indicates the gravity data area of interpretation in this study.

Sedimentary basins show negative gravity anomalies due to the low density material compared with the density of the surrounding rocks. Thus, gravity anomalies are efficient data to estimate the basement depth. Modelling of many continental sedimentary basins by 3D geometries are often obtained by the quantitative interpretation of gravity anomalies. Most of these techniques are based on the polygonal modelling (Talwani et al., 1959) or the stacked prism modelling (Bott, 1960). Because of the density contrast between the sediments and the basement is rarely uniform, a number of the algorithms have been presented to compute the depth to basement using variable density contrast functions (i.e., Cordell, 1973; Murthy and Rao, 1979; Chai and Hinze, 1988). In this study, we interpreted the gravity anomalies over the Burdur sedimentary basin using the iterative procedure proposed recently by Pham et al. (2018) in order to determine its basement relief.

2. Material and Method

2.1. Data

The gravity data of the study area with a spacing of 2.5 km was obtained from the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) of Turkey. Ates et al. (1999) described in detail corrections and general information about the gravity anomaly data.

The residual gravity anomaly used for interpretation (Fig. 3a) is calculated by removing a regional field obtained by a low pass filtering process from the observed anomaly. The residual gravity anomalies vary from negative values down to -18 mGal to positive values up to 16 mGal. Hereby, the zero contour is compatible with the lateral limits of the expected bounds of the sedimentary area of the Burdur basin, whereas the positive anomalies observed mainly to the SE and NW of the Burdur Lake reflects well the basement rock formations.

2.2. Method

The density contrast - depth dependence of a sedimentary basin could be simulated by an exponential function $\Delta\rho = \Delta\rho_0 e^{-\lambda z}$ (Cordell, 1973) where z is the depth, λ is the decay constant, and $\Delta\rho_0$ the density contrast at the surface. According to the method, the first approximation of the depth h to basement interface at each observation point is obtained from the equation for the infinite horizontal slab (Cordell, 1973) by:

$$h_{(i,j)}^1 = -\frac{1}{\lambda} \ln \left(1 - \frac{\lambda \Delta g_{obs(i,j)}}{2\pi \Delta \rho_0} \right) \quad (1)$$

where, $\Delta g_{obs(i,j)}$ is the observed anomaly at grid point (i, j) . At next, the gravity response due to the initial density interface is then computed by Granser (1987) as:

$$\Delta g = \frac{2\pi\gamma\Delta\rho_0}{\lambda} (1 - e^{-\lambda z_0}) + 2\pi\gamma\Delta\rho_0 e^{-\lambda z_0} \times F^{-1} \left[\frac{e^{-|k|z_0}}{|k| + \lambda} \left(F[1 - e^{-\lambda\Delta h}] - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-|k|)^n}{n!} F[e^{-\lambda\Delta h} \Delta h^n] \right) \right] \quad (2)$$

where γ is the gravitational constant, k is the wavenumber, $F[]$ and $F^{-1}[]$ denotes the Fourier and inverse Fourier transforms, respectively, and z_0 is the mean depth of the basement interface as a reference level in the sense that the depth of the interface is described by $h = z_0 + \Delta h$.

Then the modification of the interface is accomplished by the relation (Cordell and Henderson, 1968)

$$h_{(i,j)}^{(t+1)} = \frac{\Delta g_{obs(i,j)}}{\Delta g_{calc(i,j)}} h_{(i,j)}^{(t)} \quad (3)$$

where, t indicates the iteration number. The process repeats between the second and third steps until the inverted model matches a desired fit (i.e. a predefined root mean square error RMS) between the observed and calculated gravity anomalies.

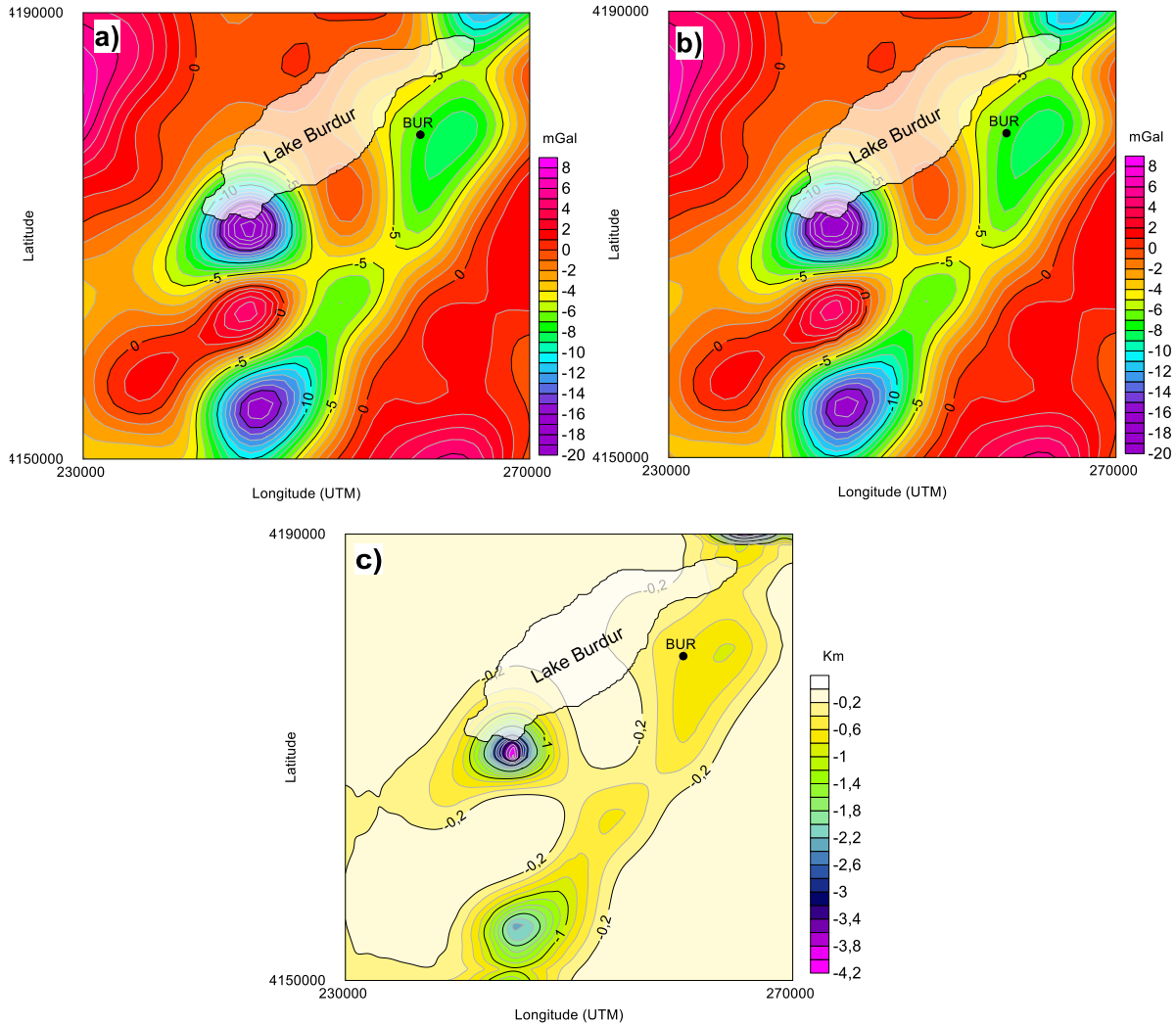


Figure 3. (a) Observed gravity anomaly map of the study area, (b) recalculated gravity anomaly map based on the estimated depth to basement, (c) inverted basement surface map of the study area obtained after ten iterations by the algorithm of Pham et al. (2018).

3. Results

The observed gravity data of the Burdur sedimentary basin were inverted using the computer code developed by Pham et al. (2018). The iterative procedure was performed using the density-depth dependence parameters $\Delta\rho = -0.2815 \text{ g/cm}^3$ and $\lambda = 0.16 \text{ km}^{-1}$ calculated from a least-squares fit of an exponential function to the density data based on P-wave velocity models of Anderson et al. (2001). Figure 3b shows the calculated gravity anomaly map from

Eq. 2 after ten iteration steps whereas the iterative procedure has been stopped because the RMS value divergence at next step. The observed and computed gravity anomaly maps are compatible with each other whereas the absolute difference between them is < 0.2 mGal in general. The RMS error corresponding to the initial structure was 0.73 mGal and reached 0.14 mGal at the optimum solution. Figure 3c shows the estimated depth structure of the basin after the applied algorithm. Hereby, the basement depth to the southern end of Burdur basin is ca 2.2 km and shallows gradually to 0.8 km depth towards north around the city Burdur. The deepest part of the basin with a depth of 4 km is observed to the west of the Burdur Fault at the southern end of the Burdur Lake.

4. Discussion and Conclusions

The obtained deepest depth ca 4 km of the Burdur Basin coincides with the Burdur Fault at the southern end of the Burdur Lake. For that region of the study area, previously, Dolmaz et al. (2003) reported a depth of 13.21 km based on polygonal profile modelling where they use a constant density contrast of 0.16 gr/cm^3 between the sedimentary infill and the basement rocks to obtain a fit between the observed and calculated anomalies. Besides, Beyhan and Kenkinsezer (2016) calculated depth values of 12.5 km from the application of Euler deconvolution method to the same profiles. By analyzing the power spectrum of the data, a depth of 13.55 km was estimated from the slope of the lowest wavenumber segment of the spectrum. We interpreted that this value can be attributed to the deepest effect of mass distributions to be removed from the observed data in order to obtain the residual effect of the sedimentary basin. In this study, since the present interpretation is in 3D sense of inversion and as regarding the density contrast is exponentially decreased with the increasing depth, our results are more reliable. The closeness of fit between the observed and calculated gravity anomalies also shows the validity of the results. Our depth model represents two-step depositional area of the sedimentary fills in agreement with the stepwise topographical structure and a half graben structure as noticed previously by other researchers (e.g., Price, 1989; Price and Scott, 1991, 1994).

Acknowledgements

The authors would like to thank the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) of Turkey for use of the gravity data. The authors greatly appreciate constructive and thoughtful comments from anonymous reviewers and editorial board of ECST.

References

- Alçiçek, M.C., Brogi, A., Capezzuoli, E., Liotta, D., Meccheri, M. (2013). Superimposed basin formation during Neogene–Quaternary extensional tectonics in SW-Anatolia (Turkey): insights from the kinematics of the Dinar Fault Zone. *Tectonophysics*, 608, 713–727.
- Anderson, J.G., Zeng, Y., Sucuoglu, H. (2001). Analysis of Accelerations from the 1 October 1995 Dinar, Turkey, Earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91 (6), 1433–1445.
- Ateş, A., Kearey, P., Tufan, S. (1999). New Gravity and Magnetic Maps of Turkey. *Geophys. J. Int.*, 136, 499–502.

- Beyhan, G., Keskinsezer, A. (2016). Investigation of the gravity data from Fethiye–Burdur fault zone using the Euler deconvolution technique. *Geomech. Geophys. Geo-energ. Georesour.*, 2, 195–201.
- Blumenthal, M. (1963). Le systeme structural du Taurus sud-anatolien, In *Livre a' memoire du Professeur P. Fallot, Mem. Soc. Geol. Fr.*, 2, 611–662.
- Bott, M.H.P. (1960). The use of rapid digital computing methods for direct gravity interpretation of sedimentary basins. *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.*, 3, 63–67.
- Chai, Y., Hinze, W.J. (1988). Gravity inversion of an interface above which the density contrast varies exponentially with depth. *Geophysics*, 53, 837–845.
- Cordell, L., Henderson, R.G. (1968). Iterative three-dimensional solution of gravity anomaly data using a digital computer. *Geophysics*, 33, 596–601.
- Cordell, L. (1973). Gravity anomalies using an exponential density-depth function – San Jacinto Graben, California. *Geophysics*, 38, 684–690.
- Dolmaz, M.N., Hisarlı, Z.M., Orbay, N. (2003). Interpretation of Bouguer gravity data of Burdur Basin. *Istanbul Earth Sciences Review*, 16 (1), 23–32.
- Dolmaz, M.N. (2007). An aspect of the subsurface structure of the Burdur-Isparta area, SW Anatolia, based on gravity and aeromagnetic data and some tectonic implications. *Earth Planets and Space*, 59 (1), 5-12.
- Granser, H. (1987). Three - dimensional interpretation of gravity data from sedimentary basins using an exponential density – depth function. *Geophys. Prospect.*, 35, 1030–1041.
- Koçyiğit, A. (1984). Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim. *TJK Bül.*, 27, 1–16.
- Murthy, I.V.R., Rao, D.B. (1979). Gravity anomalies of two-dimensional bodies of irregular cross-section with density contrast varying with depth. *Geophysics*, 44, 1525–1530.
- Över, S., Yılmaz, H., Pınar, A., Özden, S., Ünlügenç, U.C., Kamacı, Z. (2013). Plio-Quaternary Stress State in the Burdur Basin, SW-Turkey. *Tectonophysics*, 588, 56-68.
- Penck, W. (1918). *Die Tectonische Grundzüge Westkleinasiens*. Stuttgart.
- Pham, L.T., Oksum, E., Do, T.D. (2018). GCH_gravin: A MATLAB-based program for inverting gravity anomalies over sedimentary basins. *Computers and Geosciences*, 120, 40-47.
- Price, S.P. (1989). Sedimentation and neotectonics of the Burdur region, SW Turkey. Unpubl. PhD Thesis, University of Leicester.
- Price, S.P., Scott, B. (1991). Pliocene Burdur Basin, SW Turkey; tectonics, seismicity and sedimentation. *J. Geol. Soc. Lond.*, 148, 345–354.

Price, S., Scott, B. (1994). Fault block rotations at the edge of a zone of continental extension: southwest Turkey. *J. Struct. Geol.*, 16, 381–392.

Talwani, M., Worzel, J., Ladisman, M. (1959). Rapid gravity computations for two dimensional bodies with application to the Mendocino submarine fracture zone. *J. Geophys. Res.*, 64, 49–59.

Taymaz, T., Price, S.P. (1992). The 12.05.1971. Burdur earthquake sequence: a synthesis of seismological and geological observations. *Geophys. J. Int.*, 108, 589–603.

Yagmurlu, F., Savascin, Y., Ergun, M. (1997). Relation of alkaline volcanism and active tectonism within the evolution of the Isparta Angle, SW Turkey. *Journal of Geology*, 105, 717–728.

Determination of the Thermal Structure Using Aeromagnetic Data for the Aegean Region, Turkey

M. Nuri Dolmaz^{1*}, Ezgi Erbek²

Abstract: This paper aims to exhibit a relation thermal structure with the seismic activity of the Aegean region, Turkey. Spectral analysis techniques were applied to aeromagnetic data in order to determine the thermal structure of the region. With this purpose, the region was divided into 132 sub-regions with the sizes 90×90 km for estimating Curie Point Depth. Obtained depth values ranged from 9.8 to 19.5 km whereas heat flow values were calculated to be 50-125 mWm^{-2} . The eastern part of the region was generally represented by shallow Curie Point Depth values (ca 10 km). The reason for the calculated shallow curie depths and high heat flow values can be explained by the terrestrial extension regime in the N-S direction and subduction areas. In addition, radiogenic heat production was calculated for the region and the acquired values varied between 0.21 and 0.51 μWm^{-3} . The paper implies that high radiogenic heat values could be associated with the region where high heat flow values were seen. Furthermore, seismotectonic activity in the region shows that deep focal earthquakes (~ 180 km) occur in the subduction zone characterized by the high heat flow zone in the Aegean Sea. All the results have shown good agreement with geological and tectonic background of the Aegean region.

Keywords: Heat flow, Aegean region, seismicity.

1. Introduction

The Aegean region is located between the longitudes of 24.5° - 30.5° E and the latitudes of 34.5° - 38.5° N (Fig.1). The region has a complex tectonic structure and it is affected by Aegean volcanic arc and the subduction zone between African oceanic lithosphere and the Aegean continental lithosphere. Furthermore, the extensional regime and the crustal thinning dominated eastern part of the study region. Because of the extensional regime, the Aegean region is characterized with the horst- graben system (Buyuk Menderes, Kucuk Menderes and Gediz-Alasehir grabens) filled with volcano-sedimentary sequences trending in E–W and NE-SW directions (Bozkurt and Sözbilir, 2004; Bilim et al., 2016).

In addition, Aegean Sea has also many geological structures such as trench, subduction zone, basins, seamounts (Papazachos and Comninakis, 1971; Papazachos, 1990; Kalyoncuoglu et al., 2013; Erbek and Dolmaz, 2014). Especially, Aegean volcanic arc (Cyladic arc) is one of the important structure for the thermal regime of the Aegean Sea. This volcanic arc is represented by active subduction of African plate beneath Aegean/Anatolian plates and small islands (Nisyros, Santorini, Milos, Sousaki, Methana) are located in along volcanic arc (Georgalas, 1962; Fytikas, 1980). In addition, many thermal studies were carried out by the

¹ Suleyman Demirel University, Engineering Faculty, Department of Geophysical Engineering, Isparta, Turkey

* Corresponding author: nuridolmaz@sdu.edu.tr

researchers (Erickson et al., 1976; Jongsma, 1974, Dolmaz et al., 2005; Bilim et al., 2016; Erbek and Dolmaz, 2019) but they included the limited study region. The importance of this study is to handle the whole Aegean region. The methods that defines the thermal regime of the Aegean region are given in the following sections.

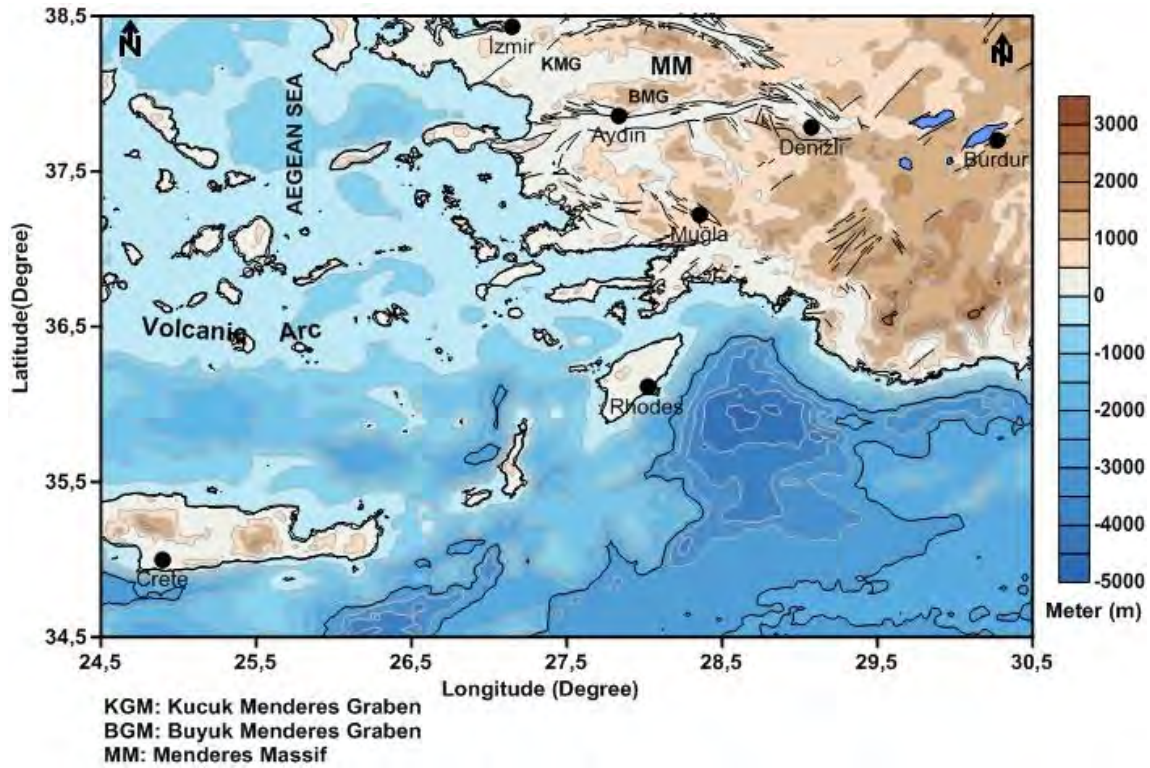


Figure 1. Major tectonic elements and location of Aegean region, Turkey.

2. Material and Method

In this study, magnetic data with 2-arc-minute resolution (EMAG2) are taken from National Centers for Environmental Information (NOAA). Those data are compiled from satellite, ship, and airborne magnetic measurements.

The paper aims to determine the thermal structure of the Aegean region through aeromagnetic data (Fig. 2a). With this purpose, firstly, reduce to pole correction (RTP) was applied to aeromagnetic data and the obtained RTP values were drawn a square grid with a spacing of 5 km using standard Kriging method (Fig. 2b). For RTP, angle of declination was applied assuming 3.2° and angle of inclination was taken 53.2° . Secondly, the region was divided into 132 sub-regions with the dimension of 90×90 km so as to calculate CPD by using data obtained from RTP in order to estimate the CPDs (Fig. 2b).

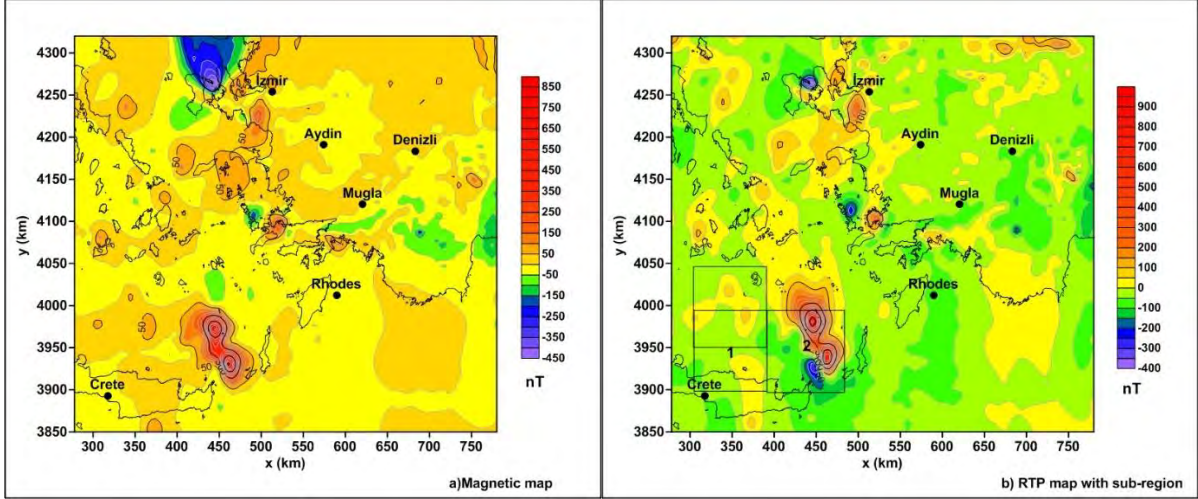


Figure 2. a) The distribution of magnetic data for the Aegean region b) The distribution of RTP aeromagnetic data including RTP data and 132 overlapping blocks (90 x 90 km).

2.1. The estimation of CPD and heat flow

The CPD is the temperature (approximately 580 °C) at which a ferromagnetic mineral loses its ferromagnetic properties and it can be considered an index of the bottom of a magnetic source (Hsieh et al., 2014). In this study, Power spectrum method developed by Spector and Grant (1970) was applied to RTP data in order to determine the depth of the causative sources. The radially averaged logarithmic power spectrum (RAPS) obtained from the method were plotted

versus wavenumber (k) (Fig.3). From the slope of the power spectrum, the parameters of depth to top (Z_t) and depth to bottom (Z_0) of the magnetic body can be estimated (Tanaka et al., 1999; Okubo et al., 1985). The CPDs were formulated as;

$$Z_b = 2Z_0 - Z_t \quad (1)$$

As mentioned previously, Z_b is the Curie point depth.

Thermal gradient (d_t/d_z) is the rate of change of heat with depth, it is identified as between the Earth's surface and the Curie point depth, and Tanaka et al., (1999) formulated as;

$$(d_t/d_z) = 580^\circ C/Z_b \quad (2)$$

Heat flow can be calculated as;

$$q = \lambda \cdot \left(\frac{d_t}{d_z}\right) \quad (3)$$

where λ is thermal conductivity.

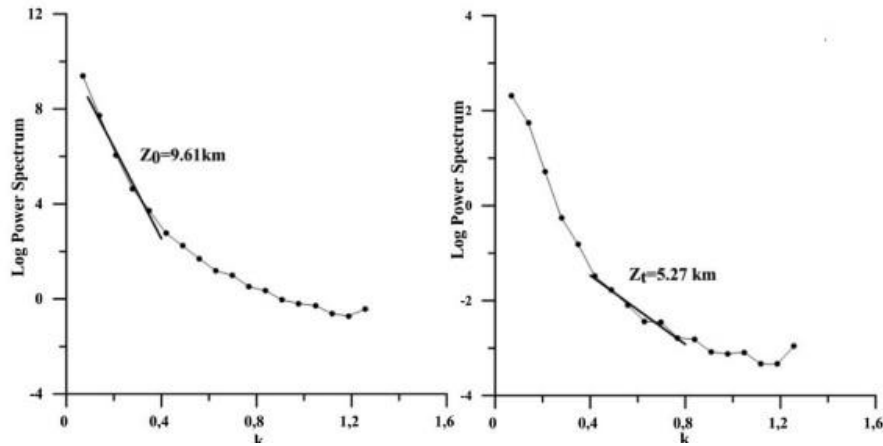


Figure 3. RAPS graphics obtained from the RTP magnetic data of the block number 1. k is wavenumber.

3. Results

The calculated CPDs for each block were plotted as map and it is given in fig. 4a. According to the map, the low CPD values (approx. ranged from 12 to 13 km) were seen around the Aegean volcanic arc while the higher CPDs (approx. ranged from 16 to 19 km) were observed in the other parts of Aegean Sea. The lowest CPD values (approx. 10 km) was also situated in the NE part of the map.

Calculated heat flow values were plotted and it is given in fig. 4b. From the map, higher values are seen around of the Aegean volcanic arc compared to other parts of the Aegean Sea. Two high heat flow anomalies take attention at the NE part of the map. One of them is situated in northern part of Gediz graben. This anomaly corresponds to Kula volcanic area and calculated heat flow are range from 120 to 125 mW m^{-2} . The other anomaly is located in Denizli city. The city is represented by several hot water spring and high geothermal potential. Heat flow is computed to be 100–125 mW m^{-2} for Denizli city.

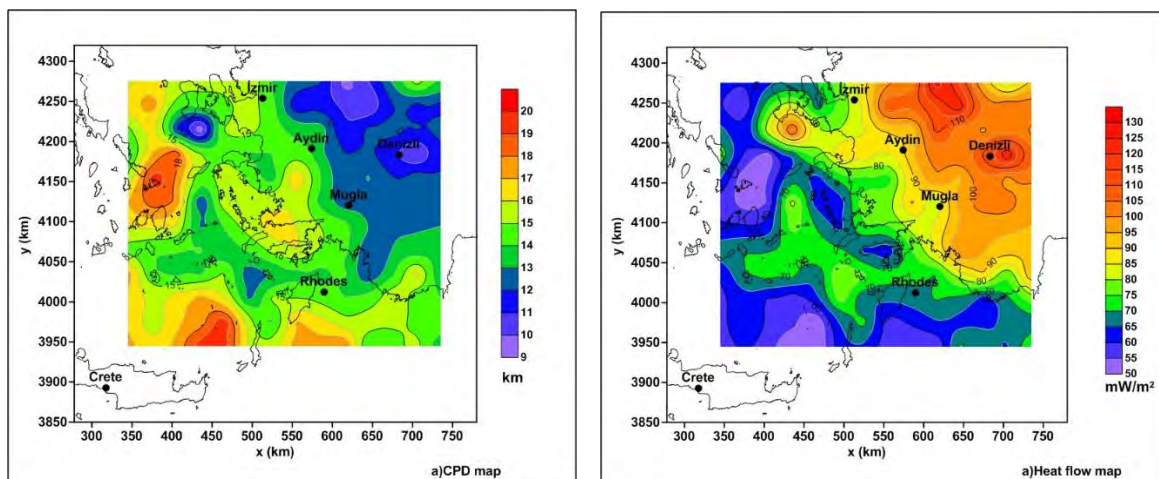


Figure 4. a) CPDs map for the Aegean region b) The distribution of heat flow values of the region.

4. Discussion and Conclusions

In this study, the maps of the CPD and heat flow of Aegean region are constituted from spectral analysis of aeromagnetic data, which aims to determine the thermal structure considering the tectonic structure. The low magnetic field amplitudes were observed around the eastern part of the region where corresponds to the Menderes Massif. This situation can be associated with the massive structure of the Neogene - Quaternary sediments and the loss of the magnetic properties of the rocks because of the increasing temperature resulted from uplifting of the mantle.

The eastern part of the region is shown shallow CPDs (approximately 9-10km) and high heat flow values (around 120 mW/m²) because of the continental extension regime in N-S directions and crustal thinning. In addition, the deep CPD areas lie on Hellenic trench and these were seen in north of Crete and progressively decreased to the north of the study region. Consequently, the continental extension regime with trending the N-S lead to thin crust, shallow CPDs, high heat flow regime in the terrestrial part of the region.

Acknowledgements

The authors thank the National Centers for Environmental Information (NOAA) for the provision the magnetic data. The authors greatly appreciates constructive and thoughtful comments from anonymous reviewers and editorial board of ECST.

References

- Bilim, F., Akay, T., Aydemir, A., Kosaroğlu, S. (2016). Curie point depth, heat- flow and radiogenic heat production deduced from the spectral analysis of the aeromagnetic data for geothermal investigation on the Menderes Massif and the Aegean Region, Western Anatolia. *Geothermics*, 60, 44–57.
- Bozkurt, E., Sözbilir, H. (2004). Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two-stage extension in western Turkey. *Geol. Mag.*, 141, 63–79.
- Dolmaz, M.N., Hisarlı, Z.M., Ustaömer, T., Orbay, N. (2005). Curie point depths based on spectrum analysis of the aeromagnetic data, West Anatolian Extensional Province, Turkey. *Pure Appl. Geophys.*, 162 (3), 571–590.
- Erbek, E., Dolmaz, M.N. (2014). Geophysical researches (gravity and magnetic) of the Eratosthenes Seamount in the eastern Mediter- ranean Sea. *Acta Geophys.*, 62(4),762–784
- Erbek, E., Dolmaz, M.N. (2019). Investigation of the thermal structure and radiogenic heat production through aeromagnetic data for the southeastern Aegean Sea and western part of Turkey. *Geothermics*, 81, 113–122.
- Erickson, A.J., Simmons, M.G., Ryan, W.B.F. (1976). Review of heat flow from the Mediterranean and Aegean seas. In: Biju-Duval, B., Montadert, L. (Eds.), *Int. Symp. On the Strut. History of the Meditternean Basin*, 263–280 Yugoslavia.

- Fytikas, M.D. (1980). Geothermal exploitation in Greece. In: Strub, A.S., Ungemach, P. (Eds.), 2nd Int. Sem. Results E.C. Geothermal Energy Research, Strasbourg. Reidel, Dordrecht, pp. 213–237.
- Georgalas, G.C. (1962). Active volcanoes in the world including solfatara fields. Intern. Volcan. Assoc., 12, 1–40.
- Hsieh, H.H., Chen, C.H., Lin, P.Y., Yen, H.Y. (2014). Curie point depth from spectral analysis of magnetic data in Taiwan. *J. Asian Earth Sci.*, 90, 26–33.
- Jongsma, D. (1974). Heat flow in the Aegean Sea. *Geophys. J. Int.*, 37 (3), 337–346.
- Kalyoncuoglu, U.Y., Elitok, O., Dolmaz, M.N. (2013). Tectonic implications of spatial variation of b-values and heat flow in the Aegean region. *Mar. Geophys. Res.*, 34 (1), 59–78.
- Okubo, Y., Graf, J.R., Hansen, R.O., Ogawa, K., Tsu, H. (1985). Curie point depths of the island of Kyushu and surrounding areas, Japan. *Geophysics*, 53, 481–494.
- Papazachos, B.C. (1990). Seismicity of the Aegean and surrounding area, *Tectonophysics*, 178, 287-308.
- Papazachos, B.C., Comninakis, P.E. (1971). Geophysical and tectonic features of the Aegean arc. *J. Geophys. Res.*, 76, 8517–8533.
- Spector, A., Grant, F.S. (1970). Statistical models for interpreting aeromagnetic data. *Geophysics*, 35, 293-302.
- Tanaka, A., Okubo, Y., Matsubayashi, O. (1999). Curie point depth based on spectrum analysis of the magnetic anomaly data in East and Southeast Asia. *Tectonophysics*, 306, 461–470.

Thermodynamic Analysis of Planar Air Solar Collector Storage System

Gamze SOYTÜRK*, Ahmet KABUL²

Abstract: In this study, it is aimed to meet the need of heating with a house phase change material storage system in the province of Isparta. For this purpose, a planar air solar collecting storage system is designed. Collector design was made according to the month of January when the radiation need is the most, taking into consideration the radiation intensity, the ambient temperature and the wind speed. It was decided to choose sodium acetate trihydrate by considering the physical and chemical properties of FDM, accessibility and cost in selecting FDM to be put into the designed system. As a result of the calculations made, 64 planar air solar collectors and 1171 kg of sodium acetate trihydrate were needed to meet the heating needs. As a result of the parametric studies, it has been calculated that the efficiency of the first law of the collector is reduced by 39% and the temperature of the air from the collector is increased by 62% by 64% increase of the radiation intensity in the planar solar collector system. It was also determined that the efficiency of the second law of the collector was reduced by 35% with a 64% increase in radiation intensity.

Key words: Solar energy, latent heat storage, planar solar air collectors, energy storage, phase change material, sodium acetate trihydrate.

Düzlemsel Havalı Güneş Kolektörlü Depolama Sisteminin Termodinamik Analizi

Özet: Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan ortalama 100 m²'lik bir evin faz değiştiren maddeli depolama sistemi ile ısıtma ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Bu amaçla, düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sistemi tasarlanmıştır. Işınım şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı dikkate alınarak ısıtma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayına göre kolektör tasarımı yapılmıştır. Dizayn edilen sisteme konulacak FDM seçiminde FDM'ye ait fiziksel ve kimyasal özellikler, ulaşılabilirlik, maliyet gibi özellikler göz önüne alınarak sodyum asetat trihidrat seçilmesine karar verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda ısıtma ihtiyacının karşılanabilmesi için 64 adet düzlemsel havalı güneş kolektörüne ve 1171 kg sodyum asetat trihidrata ihtiyaç duyulmuştur. Parametrik çalışmalar sonucunda, düzlemsel güneş kolektörlü sistemde ışınım şiddetinin % 64 artışı ile kolektör birinci yasa veriminin % 39 azaldığı, havanın kolektörden çıkış sıcaklığının ise % 62 oranında arttığı hesaplanmıştır. Ayrıca, ışınım şiddetinin % 64 artışı ile kolektör ikinci yasa veriminin %35 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, gizli ısı depolama, düzlemsel havalı güneş kolektörleri, enerji depolama, faz değiştiren madde, sodyum asetat trihidrat.

1. Giriş

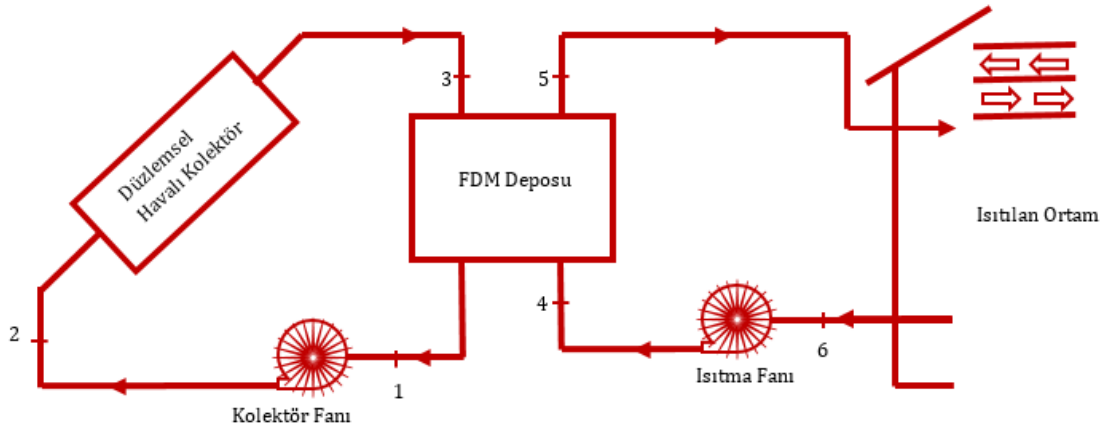
Enerji, insanoğlunun bugünkü hayatının vazgeçilmez parçası olan başta sanayi, teknoloji, ulaşım, iletişim olmak üzere yapmakta ve yapacak olduğu tüm faaliyetlerini gerçekleştirmesini sağlayan başlıca temel taşıdır. Kısacası enerji, bugünkü modern bilgi toplumunun vazgeçilmez bir ihtiyacıdır. Enerji, gelecekte de en önemli kaynaklardan biri olmaya devam edecektir (Kırbaş, 2011). Yenilenebilir enerji, sürekli devam eden doğal süreçlerdeki var olan enerji akışından elde edilen enerjidir. Yenilenebilir enerjiyi diğer enerji çeşitlerinden ayıran en önemli özellik doğal bir şekilde kendini yenileyebilmesi ve yok olmamasıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı salınımı yapmadığı için önemli bir alternatif enerji kaynağıdır (Çiftçi, 2015). Güneş enerjisi yaşam boyu var olan, çevre dostu, güvenilir, tükenmeyen, karbon, kükürt ve gaz salınımı yapmayan, sera gazı etkisi olmayan enerji kaynağıdır. Yerel uygulama konusunda avantajlı olduğu için ihtiyaç halinde her yerde kullanılabilir. Güneş enerjisi bol, yenilenebilir ve bedava enerji kaynağıdır. Bunun yanı sıra güneş enerjisi dalgalı ve kesintili güç karakteristiğine sahiptir. Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisi, mevsimler arasında ve gün boyunca aynı derecede değildir. Güneş enerjisinin sürekli olmaması ancak enerji ihtiyacının devam etmesi depolama çalışmaları üzerine yoğunlaşmayı gerektirmektedir. Ayrıca güneş enerjisinden faydalanma oranının yükseltilmesi amacıyla enerji depolama uygulamaları gündeme gelmektedir. Havalı güneş kolektörleri, yutucu yüzey ile çalışma akışkanı olan havayı ısıtarak güneş enerjisini yararlı ısıya dönüştüren sistemlerdir. Basit olarak yutucu yüzeye gelen güneş ışınlarının büyük bir bölümü yutulur ve taşınımıyla sistemde dolaşan havaya aktarılırken çevreye de, yüzey sıcaklığına ve çevre şartlarına bağlı olarak enerji transfer olur. Herhangi bir maddenin faz değişimi esnasındaki gizli ısısından yararlanarak güneş enerjisinin depolanmasında kullanılan malzemelere Faz Değiştiren Madde (FDM) denir. Faz değiştiren maddeler, faz değişimi esnasında yüksek miktarda enerji depolama veya depoladığı enerjiyi çevreye verme özelliğine sahip maddelerdir. Kozak ve Kozak (2012), enerji depolama yöntemlerini teorik olarak araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada basınçlı hava depolama yönteminin yatırım maliyeti açısından en ekonomik yöntem olduğunu, kapasite ve ömür bakımından ise en ideal yöntemin hidroelektrik depolama yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Özdemir vd. (2015), rüzgâr ve güneş kaynaklı yenilenebilir enerji kaynaklarında performans artışı amacıyla kullanılan enerji depolama yöntemlerini ve amaçlarına göre sınıflandırılmış farklı enerji depolama uygulamalarını incelemişlerdir. Zhao vd. (2015), sıkıştırılmış havalı enerji depolama sistemiyle Kalina çevrimini entegre ederek tüm sistemi termodinamik açıdan değerlendirerek enerji ve ekserji verimlerini hesaplamışlar ve geleneksel sıkıştırılmış havalı enerji depolama sistemiyle karşılaştırmışlardır. Sarhaddi vd. (2017), tarafından yapılan çalışmada güneşli ve yarı bulutlu günlerde FDM depolamalı ve FDM depolaması olmaksızın iki adet weir tipi kaskadlı güneş enerjisi sisteminin performansını incelemişler ve bu sistemlerin enerji ve ekserji analizini yapmışlardır.

Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan ortalama 100 m²'lik bir evin faz değiştiren maddeli depolama sistemi ile ısıtma ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Bu amaçla, düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sistemi tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem ile güneş enerjisinden yararlanılarak FDM üzerinde enerjinin depolanıp kesikli olan güneş enerjisinin sürekli hale gelmesi amaçlanmaktadır. FDM üzerinde depolanan enerji daha sonra ortam ısıtılması amacıyla kullanılmaktadır. Böylece depolanan enerjinin diğer zamanlarda kullanılması sağlanarak güneş enerjisinden yararlanma süresinin artırılması hedeflenmektedir. Güneş enerjisinin depolanıp ısıtma amacıyla kullanılması sayesinde enerjiden tasarruf sağlanacaktır. Böylece ülke ekonomisine katkı sağlanmış olacaktır.

2. Düzlemsel Havalı Güneş Kolektörlü Depolama Sistemi

Düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sistemi hava sirkülasyonunun sağlanması için kolektör ve ısıtma fanı, havalı güneş kolektörü ve FDM deposundan oluşmaktadır. Sistemin genel akış şeması Şekil 1’de görülmektedir.

Şekil 1’de görülen düzlemsel havalı kolektörlü depolama sistemi; FDM’nin şarjı ve deşarjı olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. FDM’nin şarj bölümünde; düzlemsel havalı kolektörler ile ısıtılan hava FDM deposuna gönderilerek depo içinde bulunan sodyum asetat trihidrata ısısını verir ve FDM’nin sıvılaşması sağlanır. Deşarj kısmında ise; bir kısmı içerden, bir kısmı da taze hava olarak alınan hava ısıtma fanı ile faz değıştiren madde deposuna gönderilir. Burada depolanan ısı faz değıştiren maddenin katılaşmasıyla birlikte havaya aktarılır ve ısıtılan hava iç ortama verilir. Böyle bir sistemle gündüz saatlerinde ısıtılan hava ile hem hedeflenen ortam ısıtılacak hem de faz değıştiren maddenin sıvılaşması sağlanarak termal enerji depolanacaktır.



Şekil 1. Düzlemsel havalı kolektörlü depolama sistemi tesisat şeması

Düzlemsel havalı güneş kolektörünün ısı analizleri yapılırken Çizelge 1’de verilen parametreler kullanılmıştır.

Çizelge 1. Düzlemsel kolektör tasarım parametreleri

AÇIKLAMA	SEMBOL	DEĞER-BİRİM
Kolektör boyu	L	2 m
Kolektör genişliği	w	1 m
Kolektör derinliği	s	0.2 m
Havanın ısı iletim katsayısı	k	0.029 W/mK
Stephan-Boltzman sabiti	σ	5.67×10^{-8}
Havanın giriş sıcaklığı	T_i	1.8°C
Havanın çıkış sıcaklığı	T_0	74.55°C
Havanın kütledebisi	\dot{m}	0.09445 kg/s
Emici plaka sıcaklığı	T_p	67°C
Arka yüzey sıcaklığı	T_b	61°C
Eğim açısı	θ	37.4
Güneşin sıcaklığı	$T_{\text{güneş}}$	5739 K
Isı transfer akışkanının özgül ısısı	C_p	2 kJ/kgK
Yalıtım kalınlığı	z	0.05 m

Yalıtımın ısı iletkenliği	k_b	0.0036 W/mK
Emici plaka yüzey yayınım katsayısı	ϵ_p	0.92
Arka plaka yüzey yayınım katsayısı	ϵ_b	0.92

2.1. Düzlemsel Havalı Kolektörün Isıl Analizi

Havalı bir güneş kolektörünün anlık verimi (η), yararlı ısının kolektör üzerine gelen güneş ışınımına oranı olarak tanımlanır (Kalogirou, 2009).

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c G} \quad (1)$$

Burada; Q_u (W) güneş kolektörü tarafından emilen faydalı enerjiyi, A_c (m²) kolektör alanını, G (W/m²) kolektör üzerine düşen güneş ışınım miktarını belirtmektedir.

Kolektör tarafından emilen yararlı enerji (Q_u), aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$Q_u = A_c F_R [S - U_L (T_i - T_a)] \quad (2)$$

Burada; F_R kolektör ısı kazanç faktörünü, S (W/m²) kolektör yüzeyi tarafından yutulan güneş ışınımı miktarını, U_L (W/m²K) toplam ısı kayıp katsayısını, T_i (K) havanın kolektöre giriş sıcaklığını ve T_a (K) ortam sıcaklığını ifade etmektedir.

Kolektör ısı kazanç faktörü (F_R), kolektör tarafından toplanan yararlı enerjinin, emici yüzeyin her yerinin havanın giriş sıcaklığında olması durumundaki toplayacağı enerjiye oranı olarak tanımlanır (Kalogirou, 2009).

$$F_R = \frac{\dot{m} c_p}{A_c U_L} \left\{ 1 - \exp \left[- \left(U_L F' \frac{A_c}{\dot{m} c_p} \right) \right] \right\} \quad (3)$$

Burada \dot{m} (kg/s) kolektöre giren toplam hava debisini, c_p (J/kgK) havanın özgül ısısını, F' kolektör verim faktörünü ifade etmektedir.

Gerekli hava debisi (\dot{m}) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$\dot{m} = \rho V A_c \quad (4)$$

Burada; ρ (kg/m³) havanın yoğunluğunu, V havanın hızını, A_c (m²) kolektör kesit alanını ifade etmektedir.

Toplam ısı kayıp katsayısı (U_L) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$U_L = U_t + U_b \quad (5)$$

Burada; U_t (W/m²K) camın üzerindeki yüzey için toplam ısı taşınım katsayısı, U_b (W/m²K) arka yüzey için ısı taşınım katsayısını ifade etmektedir.

Camın üzerindeki yüzey için toplam ısı taşınım katsayısı (U_t) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$U_t = \left(\frac{1}{h_{c_{p-c}} + h_{r_{p-c}}} + \frac{1}{h_{r_{c-a}} + h_w} \right)^{-1} \quad (6)$$

Burada; $h_{c_{pc}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından cam örtüye olan taşınım katsayısını, $h_{r_{pc}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından cam örtüye olan ışıınım katsayısını, $h_{r_{ca}}$ (W/m²K) koruyucu cam dış yüzeyinden ortam havasına olan ışıınım katsayısını, h_w ise rüzgâr ısı transfer katsayısını ifade etmektedir.

$h_{c_{p-c}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{c_{p-c}} = Nu \frac{k}{L} \quad (7)$$

Burada; Nu Nusselt sayısını, k (W/mK) ısı transfer katsayısını, L (m) iç cam kapak ile emici arasındaki boşluğu ifade etmektedir.

Hollands (1976) hava için yaptığı deneysel çalışmaların sonucunda 0°-75° arasındaki eğim açıları için Rayleigh sayısı ile Nusselt sayısı arasında bir bağıntı önermiştir. Nu cam örtü ve yutucu levha ile oluşturulan kanal içindeki taşınım için Nusselt sayısıdır ve aşağıdaki eşitlik ile bulunur.

$$Nu = \frac{h_{c_{p-c}} L}{k} = \left[1 + 1.446 \left[1 - \frac{1708}{Ra \cos(\theta)} \right]^+ \left\{ 1 - \frac{1708 [\sin(1.8\theta)]^{1.6}}{Ra \cos(\theta)} \right\} + \left\{ \left[\frac{Ra \cos(\theta)}{5830} \right]^{0.333} - 1 \right\}^+ \right] \quad (8)$$

Burada; Ra Rayleigh sayısını, θ (°) kolektör eğimini ifade etmektedir. Parantez üzerindeki (+) işareti, parantez içerisindeki değerin pozitif olması durumunda hesaplamaya alınacağını negatif olması durumunda ise parantez değeri yerine sıfır yazılarak hesaplamalara devam edilmesi gerektiğini gösterir bir semboldür.

$$Ra = \frac{g \beta' Pr}{\nu^2} (T_p - T_c) L^3 \quad (9)$$

Burada; g (m/s^2) yer çekimi ivmesini, β' (K^{-1}) ısı genleşme katsayısını, Pr Prandtl sayısını, ν (m^2/s) kinematik viskoziteyi, T_p (K) emici plaka sıcaklığını, T_c (K) koruyucu cam sıcaklığını ifade etmektedir.

$h_{r_{p-c}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{r_{p-c}} = \frac{\alpha(T_p + T_c)(T_p^2 + T_c^2)}{\left(\frac{1}{\epsilon_p}\right) + \left(\frac{1}{\epsilon_c}\right) - 1} \quad (10)$$

Burada; ϵ_p emici plakanın yayma katsayısını, ϵ_c koruyucu camın yayma katsayısını ifade etmektedir.

$h_{r_{c-a}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{r_{c-a}} = \frac{\epsilon_c \sigma (T_c^4 + T_{sky}^4)}{T_c - T_a} \quad (11)$$

Burada; σ ($W/m^2 K^4$) Stefan-Boltzman sabitini ifade etmektedir.

$$h_w = 5.7 + 3.8V \quad (12)$$

$h_{c_{c-a}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{c_{c-a}} = \frac{8.6V^{0.6}}{L^{0.4}} \quad (13)$$

Burada; $T_{gök}$ (K) gökyüzü sıcaklığını ifade etmektedir.

$$T_{gök} = 0.0552T_a^{1.5} \quad (14)$$

Arka yüzey için ısı taşınım katsayısı (U_b) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$U_b = \frac{1}{\frac{t_b}{k_b} + \frac{1}{h_{c_{b-a}}}} \quad (15)$$

Burada; t_b (m) arka yüzeydeki yalıtım kalınlığını, k_b (W/mK) arka yüzeydeki yalıtımın ısı iletkenlik katsayısını, $h_{c_{b-a}}$ (W/m^2K) arka yüzeyden ortama taşınım ile olan ısı transfer katsayısını ifade etmektedir. $h_{c_{b-a}}$ (W/m^2K) değeri genellikle 0.3-0.6 (W/m^2K) arasında alınmaktadır (Kalogirou, 2009).

Akışkanın kolektörden çıkış sıcaklığı (T_0), aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$T_0 = T_i + \left(\frac{1}{U_L}\right) [S - U_L(T_i - T_a)][1 - \exp[-\left(U_L F' \frac{A_c}{\dot{m} c_p}\right)]] \quad (16)$$

Kolektör yüzeyi tarafından yutulan güneş ışınım miktarı (S) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$S = G(\tau\alpha) \quad (17)$$

Burada; $(\tau\alpha)$ etkinlik katsayısını ifade etmektedir.

Havali güneş kolektörleri için verim faktörü (F') aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$F' = \frac{h}{h + U_L} \quad (18)$$

Burada; h (W/m²K) taşınım ile olan ısı transfer katsayısını ifade etmektedir.

Taşınım ile olan ısı transfer katsayısı (h) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır (Kalogirou, 2009).

$$h = h_{c_{p-a}} + \frac{1}{\left(\frac{1}{h_{c_{b-a}}}\right) + \left(\frac{1}{h_{r_{p-b}}}\right)} \quad (19)$$

$$h_{c_{p-a}} = h_{c_{b-a}} \quad (20)$$

$$h_{r_{p-c}} = h_{r_{p-b}} \quad (21)$$

Burada; $h_{c_{p-a}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından ortam havasına ışınım ile olan ısı transfer katsayısını, $h_{c_{b-a}}$ (W/m²K) arka yüzeyden ortam havasına taşınım ile olan ısı transfer katsayısını, $h_{r_{p-c}}$ (W/m²K) paralel tabakalar arasından cam örtüye taşınım ile olan ısı transfer katsayısını, $h_{r_{p-b}}$ (W/m²K) ise paralel tabakalar arasından arka yüzeye olan ışınım katsayısını ifade etmektedir.

Taşınım ile olan ısı transfer katsayısı $h_{c_{p-a}}$ aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{c_{p-a}} = \left(\frac{k}{D}\right) 0.0158(Re^{0.8}) \quad (22)$$

Burada; D (m) hidrolik çapı, Re Reynolds sayısını ifade etmektedir.

$$Re = \frac{\dot{m}D}{A\mu} \quad (23)$$

Burada; μ (kg/ms) dinamik viskoziteyi ifade etmektedir. A_c (m^2) ve D (m) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$A_c = Ws \quad (24)$$

$$D = 2s \quad (25)$$

Burada; s (m) hava kanalı derinliğini, W (m) kolektör genişliğini ifade etmektedir.

Emici plakadan arka plakaya ışınlama olan ısı transfer katsayısı ($h_{r_{p-b}}$) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir (Kalogirou, 2009).

$$h_{r_{p-b}} = \alpha(T_p + T_b) \frac{(T_p^2 + T_b^2)}{\left(\frac{1}{\epsilon_p}\right) + \left(\frac{1}{\epsilon_b}\right) - 1} \quad (26)$$

Burada; α (W/m^2K^4) kolektör yüzeyinin güneş ışınlamayı yutma katsayısını, T_b (K) arka yüzey sıcaklığını ifade etmektedir. ϵ_p emici plakanın yayma katsayısını, ϵ_b arka plakanın yayma katsayısını ifade etmektedir.

3. Termodinamik Analiz

Kütlenin korunumu ilkesi bir hal değişimi boyunca sistemde olan net kütle geçişinin, aynı hal değişiminde sistemde meydana gelen toplam kütle değişimine eşit olduğunu ifade eder. Genel kütle dengesi aşağıda verilmiştir (Çengel ve Boles, 2007).

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç \quad (27)$$

Termodinamiğin birinci kanunu enerjinin korunumu ilkesinin bir ifadesidir. Herhangi bir hal değişimine uğrayan bir sistemin genel enerji dengesi (Çengel ve Boles, 2007);

$$\dot{Q} + \sum (\dot{m}h)_g = \dot{W} + \sum (\dot{m}h)_ç \quad (28)$$

Sistemin ekserji analizi için kinetik, potansiyel ve kimyasal ekserjiler ihmal edilerek aşağıdaki ifade kullanılır (Bejan, 1997; 2002):

$$\dot{E}x_Q - \dot{E}x_W = \sum (\dot{m}\epsilon)_ç - \sum (\dot{m}\epsilon)_g + T_0 \dot{S}_ü \quad (29)$$

Burada;

$$\dot{E}x_{yok\ olan} = T_0 \dot{S}_{\text{üretim}} \quad (30)$$

şeklindedir. Denklem (29)'da, $\dot{E}x_Q$ ısının ekserjisi, $\dot{E}x_W$ işin ekserjisi ve ε ise termomekaniksel ekserji olarak da ifade edilen akış ekserjisidir. Bu ifadeler, aşağıdaki denklemlerde verilmiştir (Çengel ve Boles, 2007).

$$\dot{E}x_Q = \dot{Q} \left(1 - \frac{T_0}{T} \right) \quad (31)$$

$$\dot{E}x_W = \dot{W} \quad (32)$$

$$\varepsilon = (h - h_0) - T_0 (s - s_0) \quad (33)$$

Burada 0 indisi referans şartları ifade etmektedir.

Termodinamiğin II. Yasa verimi Denklem ile hesaplanır (Çengel ve Boles, 2007).

$$\eta_{II} = \frac{\text{Kazanılan ekserji}}{\text{Verilen ekserji}} \quad (34)$$

Yukarıda denklemler, incelenen düzlemsel güneş kolektörlü depolama sistemine uygulanmış ve her bir sistem elemanı için kütle, enerji, ekserji ve entropi denge denklemleri çıkartılmıştır (Çizelge 2). Ayrıca Çizelge 2'de tüm sistem elemanlarının her birisi için ekserji verimi denklemleri de verilmiştir.

Çizelge 2. Düzlemsel havalı güneş kolektörlü enerji depolama sistemi denge denklemleri

Sistem Elemanları	Kütle Korunumu	Enerji Korunumu	Ekserji Dengesi	Entropi Dengesi	Ekserji Verimi
Düzlemsel Kolektör	$\dot{m}_3 - \dot{m}_2 = 0$	$\dot{E}_1 + \dot{W} = \dot{E}_2$	$\dot{E}x_2 + \dot{E}x_G = \dot{E}x_3 + \dot{E}x_{Y-kolektör\text{şarj}}$	$\dot{S}_2 + \dot{S}_{\dot{U}-kolektör\text{şarj}} = \dot{S}_3$	$\eta_{II} = \frac{\dot{E}x_3 - \dot{E}x_2}{\dot{E}GK}$
Kolektör Fanı	$\dot{m}_2 - \dot{m}_1 = 0$	$\dot{E}_1 + \dot{W} = \dot{E}_2$	$\dot{E}x_1 + \dot{W}x = \dot{E}x_2 + \dot{E}x_Y$	$\dot{S}_1 + \dot{S}_{\text{üretim}} = \dot{S}_2$	$\eta_{II} = \frac{\dot{E}x_2 - \dot{E}x_1}{\dot{W}x}$
FDM Deposu (Şarj)	$\dot{m}_3 - \dot{m}_1 = 0$	$\dot{E}_3 = \dot{E}_1 + \dot{E}_{FDM\text{şarj}}$	$\dot{E}x_3 = \dot{E}x_1 + \dot{E}x_{FDM\text{şarj}} + \dot{E}x_{Y-FDM\text{şarj}}$	$\dot{S}_3 = \dot{S}_{\dot{U}-FDM\text{şarj}} + \dot{S}_1$	$\eta_{II_{FDM\text{şarj}}} = \frac{\dot{E}x_{FDM\text{şarj}}}{\dot{E}x_3 - \dot{E}x_1}$
FDM Deposu (Deşarj)	$\dot{m}_5 - \dot{m}_4 = 0$	$\dot{E}_4 + \dot{E}_{FDM\text{deşarj}} = \dot{E}_5$	$\dot{E}x_4 + \dot{E}x_{\dot{U}-FDM\text{deşarj}} + \dot{E}x_{Y-FDM\text{deşarj}} = \dot{E}x_5$	$\dot{S}_4 + \dot{S}_{\dot{U}-FDM\text{deşarj}} = \dot{S}_5$	$\eta_{II_{FDM\text{deşarj}}} = \frac{\dot{E}x_5 - \dot{E}x_4}{\dot{E}x_{FDM\text{deşarj}}}$
Isıtma Fanı	$\dot{m}_6 = \dot{m}_4$	$\dot{E}_6 + \dot{W} = \dot{E}_4$	$\dot{E}x_6 + \dot{W}x = \dot{E}x_4 + \dot{E}x_Y$	$\dot{S}_6 + \dot{S}_{\text{üretim}} = \dot{S}_4$	$\eta_{II} = \frac{\dot{E}x_4 - \dot{E}x_6}{\dot{W}x}$

4. Araştırma Bulguları

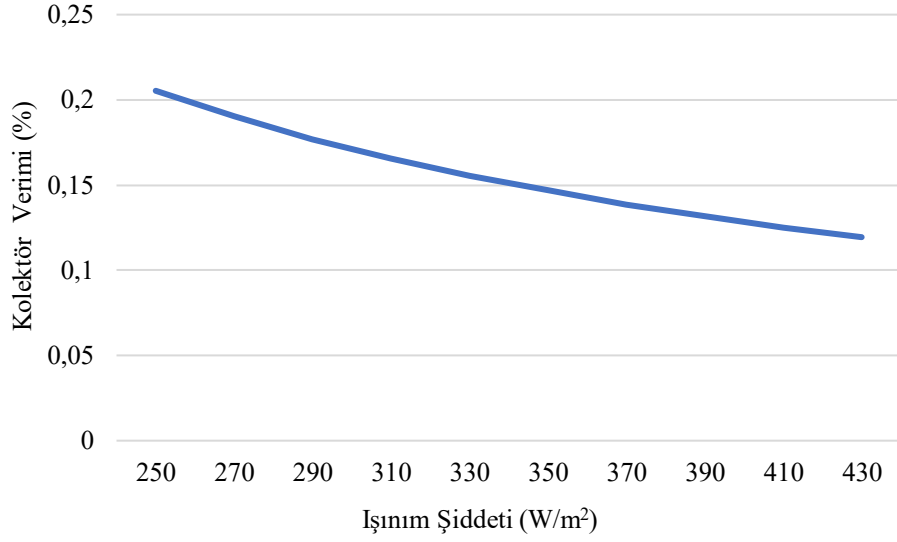
Bu çalışmada, Isparta şartlarında ortalama 100 m²'lik bir evin günlük ortalama ısıtma ihtiyacının; düzlemsel havalı güneş kolektörleri ile FDM'ler üzerinde depolanarak karşılanabilirliği araştırılmıştır. Tasarlanan sistemin temel çalışma parametreleri belirlenirken ısınma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayına ait ışınım şiddeti, güneşlenme süresi, çevre sıcaklığı ve rüzgâr hızı verileri kullanılmıştır. Buna göre, Ocak ayı için ışınım şiddeti 631.65 W/m², güneşlenme süresi 4.38 saat, çevre sıcaklığı 1.8 °C ve rüzgar hızı 2.87 m/s olarak dikkate alınmıştır. Bu amaçla ısıtma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayı değerleri referans alınarak bir günlük ısıtma ihtiyacı 87.12 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sistemi tasarlanarak güneşlenme süresi boyunca ısıtma ihtiyacını karşılayacak kolektör sayısı belirlenmiştir. Tasarlanan sistem için gereken FDM miktarları hesaplanmış ve FDM'nin toplam enerjisi bulunmuştur.

Sistemin her noktası için hesaplanan noktasal termodinamiksel değerler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Sistemin anlık noktasal termodinamiksel değerleri

	P(kPa)	T(°C)	m(kg/s)	h(kj/kg)	s(kj/kgK)	E(kj/kg)	Ëx (kW)
1	101.3	27	0.09445	300.2	6.865	0.006724	0.0006351
2	101.3	29	0.09445	302.2	6.872	0.02678	0.002529
3	101.3	74.5	0.09445	347.7	7.014	3.764	0.3555
4	101.3	29	0.09445	302.2	6.872	0.02678	0.002529
5	101.3	37	0.09445	310	6.898	0.2369	0.02237
6	101.3	27	0.9445	300.2	6.865	0.006724	0.0006351

Güneş ışınım şiddeti ile kolektör veriminde meydana gelen değişim Şekil 2'de görülmektedir. Işınım şiddetinin % 64 artışı ile verimin de artması beklenmekte iken verimin % 39 oranında azaldığı gözlemlenmiştir.



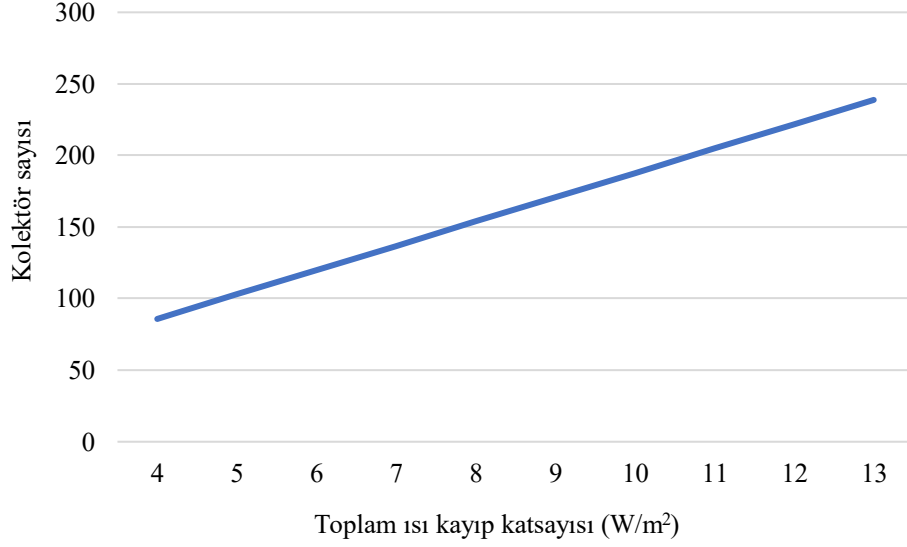
Şekil 2. Kolektör ısı veriminin ışınım şiddetine göre değişimi

Şekil 3’de, güneş ışınımı şiddetine bağlı olarak havanın kolektörden çıkış sıcaklığı görülmektedir. Güneş ışınım şiddetinin % 64 artışı ile havanın kolektörden çıkış sıcaklığı %62 oranında arttığı gözlemlenmiştir.



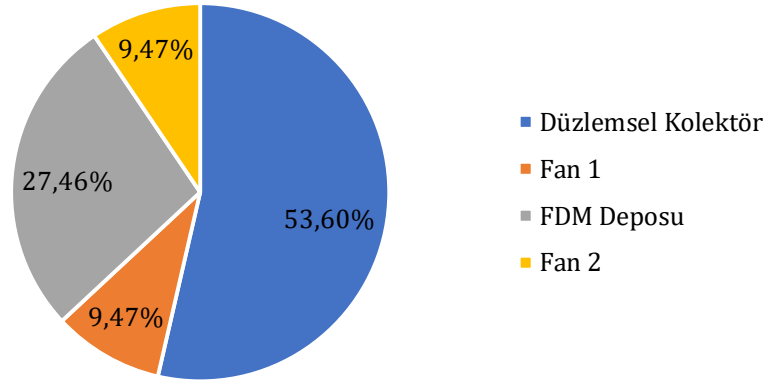
Şekil 3. Havanın kolektörden çıkış sıcaklığının ışınım şiddetine göre değişimi

Kolektör sayısının toplam ısı kayıp katsayısına göre değişimi Şekil 4’de görülmektedir. Isı kayıp katsayısının artmasıyla toplam ısınma ihtiyacını karşılayabilmek için gereken kolektör sayısı artmaktadır.



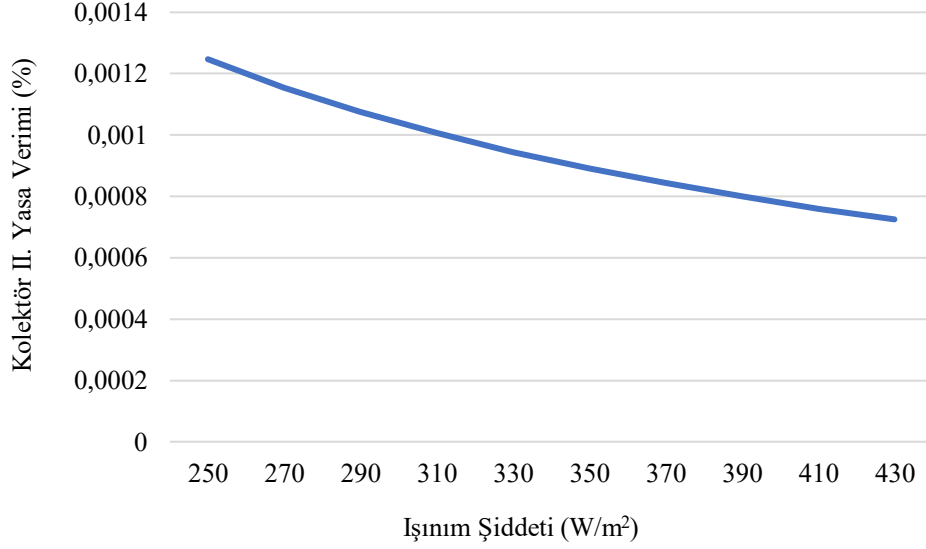
Şekil 4. Kolektör sayısının toplam ısı kayıp katsayısına göre değişimi

Şekil 5’de her bir sistem elemanı için toplam ekserji yok oluşu gösterilmiştir. Burada amaç en yüksek ekserji yok oluşunun hangi sistem elemanında gerçekleştiğini tespit edebilmektir. Buradan hareketle toplam ekserji yok oluşunda payı en fazla olan sistem elemanının % 53.6 oran ile düzlemsel kolektör olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5. Toplam ekserji yok oluşu

İkinci yasa verimleri tasarlanan sistemin olabilecek en fazla verime ne kadar yaklaştığının bir göstergesi olarak Şekil 6’da verilmiştir. Işınım şiddetinin % 64 artmasıyla kolektör II. Yasa veriminde % 35 oranında azalma meydana gelmektedir.



Şekil 6. Kolektör II. Yasa veriminin ışınım şiddetine göre değişimi

5. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan bir evin faz değiştiren maddeli depolama sistemi ile ısıtma ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Bu amaçla, düzlemsel havalı güneş kolektörlü depolama sistemi tasarlanmıştır. Işınım şiddeti, çevre sıcaklığı, rüzgâr hızı dikkate alınarak ısıtma ihtiyacının en fazla olduğu Ocak ayına göre kolektör tasarımı yapılmıştır. Dizayn edilen sisteme konulacak FDM seçiminde FDM'ye ait fiziksel ve kimyasal özellikler, ulaşılabilirlik, maliyet gibi özellikler göz önüne alınarak sodyum asetat trihidrat seçilmesine karar verilmiştir. Hesaplamalara göre Ocak ayı şartlarında ısıtma ihtiyacını karşılayabilmek için 64 adet (2m x 1m) düzlemsel havalı güneş kolektörüne ve 1171 kg sodyum asetat trihidrata ihtiyaç duyulmuştur. 268 kJ/kg faz değişim ısısında 1171kg sodyum asetat trihidratın toplam enerjisi 313828 kJ'dür. Düzlemsel güneş kolektörlü depolama sisteminin farklı ışınım şiddetleri altında çalışması durumu, parametrik olarak incelenmiş ve ışınım şiddetinin değişmesi ile sistem veriminin ve havanın kolektörden çıkış sıcaklığının değişimi hesaplanmıştır. Işınım şiddetinin yaklaşık % 64 artışı ile havanın kolektörden çıkış sıcaklığının %62 arttığı görülmüştür. Bununla birlikte, ışınım şiddetinin % 64 artışı ile sistemin birinci yasa veriminin % 39 azaldığı, ikinci yasa veriminin % 35 azaldığı belirlenmiştir. Sistemdeki en fazla ekserji kaybının % 53.6 oranında düzlemsel güneş kolektöründe olduğu hesaplanmıştır.

Teşekkürler

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet KABUL'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın hiçbir aşamasında beni yalnız bırakmayan, her zorlukta yanımda olan biricik kızım Reyvan Esmâ SOYTÜRK' e ve eşim Mustafa SOYTÜRK'e sonsuz sevgilerimi sunarım.

Kaynaklar

Bejan, A. (1997). *Advanced Engineering Thermodynamics*, John Wiley and Sons, 896p, New York.

Bejan, A. (2002). *Fundamentals of Exergy Analysis, Entropy Generation Minimization, and The Generation of Flow Architecture*, *International Journal of Energy Research*, 26, 545-565.

Çengel, Y.A., Boles, M.A. (2007). *Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik*, Güven Bilimsel Yayınevi (Beşinci Baskı), 946s, İzmir.

Çiftçi, M. (2015). *Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi potansiyeli ve yerel yönetimlerde kullanımının swot analizi. Örnek: Bursa Gürsu Belediyesi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 112s, Ankara

Kalogirou S.A. (2009). *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. Academic Press, Oxford, UK.

Kırbaş, İ., Aydoğan, B. ve Uyumaz, A. (2011). *Hava ısıtmalı güneş kolektörlerinde güneş takip mekanizması kullanımı*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4, 74-84

Kozak, M. ve Kozak, Ş. (2012). *Enerji depolama yöntemleri*, *SDU International Technologic Science*, 4(2), 17-29.

Özdemir, E., Koç M.İ., Erhan, K. ve Aktaş, A. (2015). *Akıllı şebekelerde enerji depolama çözümleri*, *Smart Grids Workshop, İstanbul Gelişim Üniversitesi*, 22-23 Ocak, İstanbul.

Sarhaddia F., Tabrizi F.F., Zoori H.A., Hossein S.A. ve Mousavi S. (2017). *Energy Conversion and Management*, 133, 97-109.

Zhao, P., Wang, J. ve Dai ,Y. (2015). *Thermodynamic analysis of an integrated energy system based on compressed air energy storage (CAES) system and kalina cycle*, *Energy Conversion and Management*, 98, 161–172.

Estimating the Health Risk of Radon in Drinking Water from Mokre intake

Izabela Zimoch^{1*}

Abstract: Radon is a gas, which is produced from the radioactive decay of uranium that occurs naturally in rocks and soil. Although radon is chemically inert and electrically uncharged, it is also radioactive, which means that radon atoms can spontaneously decay. Radon is dissolved in groundwater and can be transported from the source, with water, into the building air. Every day people are exposed to small amounts of ionizing radiation, not only from water sources, but also from radionuclide constituting a natural radiation background which varies according to the environmental conditions. The EURATOM Drinking Water Directive (E-DWD) and Polish Ministry of Health Regulation laying down requirements for quality of water intended for human consumption, parametric value for radon in water should not exceed 100 Bq/L. This paper will present the estimation of health risk of radon occurrence in drinking water taken on area where the geologic composition of aquifers mainly consists of Lower Carboniferous clastic works shaped in the form of shales, sandstones and conglomerates, all of these works are characterized by increased radioactivity

Keywords: Radon, drinking water quality.

1. Introduction

In addition to chemical and microbiological contaminations, drinking water may include radioactive substances, the so-called radionuclides, that may present a risk for the health of water consumer. The radionuclides in the water can be natural or artificial. Natural water radioactivity is caused by washing out of radioactive elements from geological formations. The main source of environmental contamination with artificial radioisotopes are nuclear facility breakdowns, in particular disasters in Chernobyl (1986, former USSR), Kyshtym (1979, former USSR) and Windscale (1957, Great Britain) as well as the Nuclear Power Plant breakdown in Fukushima (2011, Japan). The important anthropogenic source of water contamination, mainly of surface waters, are waters coming from dehydration of coal mine, industrial wastewater, artificial radionuclides used in medicine, etc.

The common occurrence of radionuclides in the human environment (soil, water, wind) makes exposure to harmful radioactive radiation inevitable. Due to the aforementioned, the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) has determined the average annual radiation dose per person from all sources in the environment to be at the level of 3 mSv/year (UNSCAR, 2010). As emphasised by the UNSCEAR, almost 80% of this dose (2.4 mSv) comes from natural sources of radioactivity and the remaining 20% comes from artificial sources, including almost 0.6 mSv/year from medical diagnostics (figure 1).

¹ Department of Thermal Engineering and Industrial Facilities, Faculty of Mechanical Engineering, Opole University of Technology, ul. Mikolajczyka 5, 45-271 Opole, Poland

* Corresponding author: i.klosok-bazan@po.edu.pl

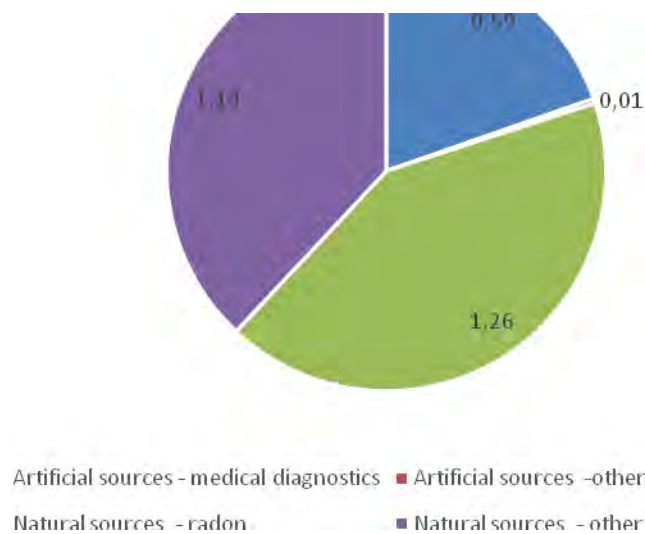


Figure 1. Average radiation distribution for humans (UNSCAR, 2010)

Radon is responsible for the majority of natural exposure to ionizing radiation. The main pathways of exposure are inhalation (1.26 mSv/year) and consumption of water and food (0.29 mSv/year) (UNSCAR, 2010; UNSCEAR, 2000). For the long-term exposure resulting from the consumption of water including radionuclides, the annual total indicative dose compliant with the Drinking Water Directive (Council Directive 1998) at the level of 0.1 mSv/year is assumed which implies a very low level of risk for which there are no detectable harmful health effects.

Implementation of EURATOM Directive (Directive, 2013) in the Polish legislation (Polish Law, 2017) introduced clear requirements regarding the content of radioactive substances in drinking water by specifying the parametric values of radon and tritium concentration at the level of 100 Bq/L. It should be also emphasised that the radon concentration limits in drinking water in Poland are very restrictive. Pursuant to EURATOM Directive (Directive, 2013), “Member States may set a level for radon which is judged inappropriate to be exceeded and below which optimisation of protection should be continued, without compromising water supply on a national or regional scale. The level set by a Member State may be higher than 100 Bq/L but lower than 1 000 Bq/L. In order to simplify national legislation, Member States may choose to adjust the parametric value to this level”.

The radiological impact of the environment on humans leads to the increased neoplasm risk. In the EPA report of 2003 (EPA, 2003), it was stated that radon is the second cause of lung cancer after tobacco smoking. Scientific research (ASTDR, 2012; Auvinen et al. 2005; Broome et al. 2002; EPA, 2017; Formalski, Dobrzynski, 2012; NAS, 1999; WHO, 2009; Wojtyla-Buciora, Marcinkowski, 2012) has demonstrated the influence of radon in drinking water on human health risk. Moreover, the scientific studies (UNSCEAR, 2000) clearly reveal that approximately 90% of dose associated with radon occurring in drinking water comes from inhalation and the remaining 10% from consumption. Due to this fact, monitoring of the inhalation exposure pathway in managing of water consumer health risk is the more effective method of control of the radon dose originating from the drinking water. In case of waters characterised with elevated content of radon, evaluation of health risk is advisable.

In compliance with WHO guidelines (WHO, 2011), control of water radioactivity has two stages:

- In the first stage, it is crucial to perform water screening tests in order to determine the total alpha and beta activity. If the obtained values do not exceed 0.5 Bq/L for total alpha activity and 1.0 Bq/L for total beta activity, detailed analyses are not required, and the water is completely safe for humans.

- In the second stage, should any of the values be exceeded, it is necessary to determine the radioactive level of the particular radionuclides and estimate the total dose. If it does not exceed the level of 0.1 mSv/year, the water is safe for drinking. If the determined dose exceeds the recommended value, detailed analysis of threat with risk estimation of water consumer health should be conducted as well as the dose reduction methods should be taken into account.

If the water from the water intake contains an unacceptably high concentration of radon, it is crucial to implement remedial measures, including but not limited to alternative water sources, controlled blending from various sources or optimization of the current or implementation of additional technological processes for water treatment. As Brown, Hammond and Wilkins suggest (Brown et al. 2008), aeration, coagulation, filtration, adsorption on active carbon or water softening with lime-soda method, ion exchange, and reversed osmosis demonstrate high effectiveness in removal of the dissolved radionuclides from water.

2. Material and Method

2.1. Study object

Mokre Water Supply System (Mokre WSS) is the one of the elements of the Water Supply System in the Głubczyce commune located in the south of Poland. Mokre WSS conducts activities in the scope of quaternary aquifers from which the water is taken from the depth of 7 m. The water intake includes one drilled well of the approximately efficiency of 3.7 m³/h.

The raw water from the intake is characterised with high quality physicochemical and microbiological parameters that meet the Polish standards of water intended for human consumption (Polish Law, 2017). Due to the aforementioned, by mid-2018, the water from the well was directed to the storage tank with capacity of 40 m³ from where, through a gravity supply system, it was fed to the water distribution subsystem of Mokre village for residential and household purposes, supplying 200 residents.

The obligation of conducting the initial monitoring of radioactive substances by the end of 2017 implemented in the Polish legislation in November 2015 in consequence of the EUROATOM Directive (Directive, 2013) revealed excessive concentration of radon in the raw water in Mokre WSS (Table 1). Due to the aforementioned, an aeration system was installed at the bottom of the tank in February 2018. The applied aeration successfully eliminated excess radon from the water, and the observed concentration of radon at the tank outlet was 28.5 Bq/L (Table 1).

Table 1. The change of radon content in water in the chosen control points in Mokre WSS between 2017-2018

Sampling point	Rn Bq/L	
	2017	2018
Underground well – water intake	196	130
Underground well – water tank	141	28,5
Consumer tap	160	-

The occurrence of radon in water was the cause of conducting a health risk analysis of Mokre village residents associated with the increased content of radon in the municipal water and the determination of level and nature of the potential consumer exposure.

2.2. Method of risk analysis

Safety and risk are closely related notions in the scope of technical system operation, including the water supply systems. The measure of reliability is the probability of lack of catastrophic results. The risk is associated with two notions - probability (or frequency) of occurrence of a undesirable event and the consequences of this event. The risk is expressed by the formula presented below (Rak, 2005; Rak, 2004; Zimoch, 2007; Zimoch, 2009):

$$r = p \cdot C \quad (1)$$

where: p is the probability of occurrence of the undesirable event, C is the measure of consequence corresponding to the categories of results (damage expressed in financial units or physical terms, e.g. the surface of the contaminated ecosystem and moral damage).

Based on the literature, it is possible to clearly state that the qualitative procedures applied in the water supply system practice do not take into account the numerical determination of the risk level (with application of probability) but the one that allows to determine its relative level and the acceptance category only (Fewtrall, Bartram, 2001; Gale, 2002; Van Lieverloo et al., 2007; Pollard, 2008; Rak, 2005; Rak, 2004; Tchórzewska-Cieślak, Włoch, 2006; Zimoch, 2007; Zimoch, 2009;). A method universal in nature, the so-called risk matrix, has proven to be of particular significance in this case. The test procedures by means of the matrix method require identification of WSS operation threats in terms of occurrence probability and the potential consequences. In this method, the frequency weights (W_1) are attributed to the unexpected event occurrence probability categories, whereas the categories of consequence of these events are described by the numerical result weight scale (W_2). In the matrix method, the mathematical risk interpretation, as the probability function of undesirable events and their results, allows to determine its numerical level being the basis for attributing the analysed event to a given risk category (most frequently: acceptable, controlled and unacceptable) (Rak, 2005; Rak, 2004; Zimoch, 2007; Zimoch, 2009):

$$r = W_1 \cdot W_2 \quad (2)$$

The annual effective doses AED in mSv/year were designated in the conducted studies in the scope of risk assessment regarding the exposure resulting from the consumption of water with radon:

$$AED_{Rn} = h_{ing} \cdot q \cdot C_{Rn} \quad (3)$$

where C_{Rn} is radon concentration in Bq/L, q is the annual adult water consumption equal to 730 L/year, h_{ing} - effective dose per unit intake for adults 3.5 [mSv/Bq] (UNSCEAR, 2000). The exposure associated with inhalation was determined based on the following formula:

$$AED_{Rn} = \left[\frac{Q \cdot C_{Rn} \cdot n}{V} \right] \cdot F \cdot EDE \cdot ET \cdot T \quad (4)$$

where C_{Rn} is radon concentration in Bq/L, Q is the average water use during one 10-minutes shower of 100 L, n is the radon emission coefficient of 0.5, V is the cubage of unventilated bathroom of 15 m³, F - equivalent equilibrium concentration (EEC) for radon inside buildings, EDE amounting to $9 \cdot 10^{-9}$ Sv·Bq⁻¹·m³·h⁻¹ is the exposure to radon in the air, with radon concentration of 1 Bq/m³ in the air, during the time of 1 hour, by an adult person, ET is the yearly exposure to radon 365 [d] and T is the exposition time per day of 0.5 [h].

3. Results

On the basis of the water radioactivity studies conducted between 2017 and 2018 (Table 1), in the analysis of water consumer health threat in Mokre village, using equations 3 and 4, the annual effective doses for two exposure pathways were determined, i.e. water consumption and inhalation. The analysis was performed for the concentration of radon in raw water and after aeration (Table 2).

Table 2. The change of radon content in water in the chosen control points in Mokre WSS between 2017-2018

Sampling point	Injectio AED _{Rn} mSv/year		Inhalation AED _{Rn} mSv/year	
	2017	2018	2017	2018
Underground water - raw water	0,50078	0,33215	0,442292	0,440847
Drinking water after evaporation	-	0,07812	-	0,062415

On the basis of the conducted analyses (Table 2), it was assumed in the risk analysis that in the current operating conditions of the Mokre WSS, there is no threat to water consumer health. The quantitative and qualitative method used in the risk analysis was based on the risk matrix in which the Rn-222 concentration critical threshold in the taken water equal to 200 Bq/L (on the basis of the current water quality analysis in the Mokre WSS-Table 2) was adopted as a threat identifier. For the current technological effectiveness of radon removal in the Mokre WSS at the level of 80% (according to the operating data from 2018), the annual effective doses of radiation (AED) were determined for the assumed levels of radon concentration in the water (Table 3) on the basis of formulas 3 and 4.

Table 3. The estimated annual effective radiation dose for the chosen concentration of radon in raw and treated water in Mokre WSS

Radon concentration Bq/L		AED _{Rn} mSv/year	
Raw water	Drinking water	Raw water	Drinking water
500	100	1.094	0.219
350	70	0.766	0.153
200	40	0.437	0.087

For the defined radon threshold value at the level of 200 Bq/L, in the matrix analysis of the exposure of water consumer to radiological risk in the Mokre village, the probability of occurrence of a hazardous event was determined along with the assignment of the W_1 weight, as:

- high probability: weight $W_3=3$, for Rn-222 concentrations in the taken water at the level of 200 Bq/L occurring not more frequently than 2 times a year,
- average probability: weight $W_2=2$, for Rn-222 concentrations in the taken water at the level of 200 Bq/L occurring 5 times a year, not exceeding the threshold value of 350 Bq/L,

- low probability: weight $W_1=1$, for events when Rn-222 concentration in the taken water at the level of 350 Bq/L occurs more than 3 times a year but it does not exceed the threshold value of 500 Bq/L.

The analysis of radon occurrence consequence in the taken water allowed to adopt the following three-degree scale characterising the weight W_2 of negative effects:

- ADE in treated water is at the level of 0.2 mSv/year - operator actions: maintenance of the Mokre WSS operation technological parameters - no corrective actions - small consequences: weight $W_2=1$,
- ADE in treated water is between 0.2 mSv/yea - 0.6 mSv/year - operator actions: increase in aeration intensity in the Mokre WSS to obtain the maximum Rn-222 concentration in treated water at the level of 70 Bq/L and increase in frequency of water quality analysis in the whole water supply system taking into account the Rn-222 content - average consequences: weight $W_2=2$,
- ADE in treated water is at the level above 0,6 mSv/year - operator actions: introduction of corrective processes is required, e.g. change of treatment technological processes in the Mokre WSS - high consequences: weight $W_2=3$.

According to formula 2, the risk matrix for the Mokre WSS (Table 4) was specified and the acceptable, controlled and unacceptable risk threshold values were defined (Table 5).

Table 4. Risk matrix in WSA Mokre

		Point weight of negative effects W_2		
		Low - 1	Medium - 2	High - 3
Probability W_1	Low - 1	1	2	3
	Medium - 2	2	4	6
	High - 3	3	6	9

Table 5. Risk classification

Risk category	Risk value
Acceptable risk	1 - 2
Controlled risk	3-4
Unacceptable risk	6-9

The conducted analysis showed that water in the Mokre WSS is characterised with Rn-222 concentration below 200 Bq/L (Table 1). According to the probability classification, that event was given point weight of $W_1=3$.

The total determined AED is 0.144 mSv/year (Table 2), including the dose absorbed as a result of consumption of water containing radon equal to 0.07812 mSv/year, and the dose absorbed by means of inhalation equal to 0.062415 mSv/year. In accordance with the adopted classification of negative adverse event consequences for the aforementioned dose of AED=0.144 mSv/year, the point weight of the consequences is $W_2 = 1$. For such risk parameters, the risk value estimated based on the formula 2 is 3, classifying it as a controlled risk.

4. Discussion and Conclusions

1. Due to the appearance of elevated concentration of Rn-222 radon in groundwater in the Mokre WSS and the concurrent high effectiveness of its removal in the aeration process, it is recommended, in compliance with the risk management principles, to only perform the control of the potential change of Rn-222 radon content trend in the

available resources of the Mokre WSS by introduction of continuous radioactivity monitoring of taken water.

2. If elevated Rn-222 radon concentration is observed in raw water, the operator, on the basis of the conducted studies, introduced aeration as one of the most effective unit processes for removal of radon from water. The process allowed for reduction of radon concentration to the level of 80-85% which guarantees effectiveness and, thus, water with radon concentration below 40 Bq/L, which is completely safe for consumer health, was obtained.
3. The calculated AED doses are low and do not pose a threat to the health of the inhabitants of the Mokre village.
4. According to ICRP [S], the risk of radiation, causing development of cancer is $5.5 \cdot 10^{-2}$ /Sv. For the specified AED dose for the Mokre village inhabitants, the cancer risk is $0.792 \cdot 10^{-5}$ /Sv. It falls within the range of acceptable cancer incidence resulting from water consumption for the period of 70 years and the radon concentration at the level of 28,5 Bq/L.

Acknowledgement

This work was supported by Ministry of Science and Higher Education Republic of Poland within statutory funds – project no 08/040/BK_9/109.

References

ASTDR, (2012). Agency For Toxic Substances And Disease Registry, Case studies in environmental medicine – Radon Toxicity.

Auvinen A1, Salonen L, Pekkanen J, Pukkala E, Ilus T, Kurttio P., (2005). Radon and other natural radionuclides in drinking water and risk of stomach cancer: a case-cohort study in Finland. *International Journal of Cancer*, vol.10, pp. 109-113.

Broome, E.J., Brown, D.L., Mitchel, R., (2002). Dose responses for adaption to low doses of (60)Co gamma rays and (3)H beta particles in normal human, *Radiat. Res.* vol. 158 pp. 181-186.

Brown, J., Hammond, B., Wilkins, D.T., (2008). Handbook for assessing the impact of a radiological incident on levels of radioactivity in drinking water and risks to operatives at water treatment works: Supporting scientific report. Chilton, Oxfordshire, Health Protection Agency (HPA-RPD-041).

Darby S1, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, Deo H, Falk R, et al. (2005). Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies, *BMJ*, vol. 330, pp. 223-231.

Directive (2013). Council Directive 2013/51/EURATOM of 22 October 2013 laying down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption, OJ L 296, 7.11.2013, p. 12–21.

Directive (1998) Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, OJ L 330, 5.12.1998, p. 32–54.

EPA, (2017). Health risks of radon. US Environmental Protection Agency www.epa.gov/radon/health-risk-radon (access: 09.08.2019).

EPA, (2003). EPA assessment of risks from radon in homes. US Environmental Protection Agency <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/402-r-03-003.pdf> (access:09.08.2019).

Fewtrall, F., Bartram, J., (2001). Water quality: Guidelines, Standards and Health – Assessment of Risk and Risk Management for Water-related Infectious Disease. IWA Publishing, London.

Formalski, K. W., Dobrzynski, L., (2012). The cancer mortality in high natural radiation areas in Poland, Dose Response vol.10(4) pp. 541–561.

Gale, P., (2002). Using risk assessment to identify future research requirements. Journal AWWA, vol. 94, No. 9, pp. 30–38.

ICRP, (2008). The 2007 recommendation of the International Commission of Radiological Protection. ICRP Publication 103, Annals of the ICRP 37(2-4).

NAS, (1999). National Research Council, Risk assessment of radon in drinking water. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/6287> (access: 09.08.2019).

Polish Law (2017). Regulation of the Polish Minister of Health of 7 December 2017 Amending the Regulation on the Quality of Water Intended for Human Consumption, J. Laws No 2017, Item 2294.

Pollard, S.J.T., (2008). Risk Management for Water and Wastewater Utilities. IWA Publishing, London.

Rak, J., (2005). Basis of water supply systems safety. Monograph of the Committee of Environmental Engineering of the Polish Academy of Sciences, vol. 2 (in Polish).

Rak, J., (2004). The essence of safety in the operation of water supply systems, Rzeszów University of Technology Publishing House, Rzeszów (in Polish).

Tchórzewska-Cieślak, B., Włoch, A., (2006). Method for risk assessment in water supply system operating by means of the logical trees methods. Conf. proc. "International Probabilistic Symposium", Berlin, pp. 279–288.

UNSCAR, (2010). UNSCEAR 2008 Report: Sources and effects of ionizing radiation. Vol 1. Sources. Report to the General Assembly Scientific Annexes A and B.

UNSCEAR, (2000). Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, New York, http://www.unscear.org/docs/publications/2000/UNSCEAR_2000_Annex-A.pdf (access: 09.08.2019).

Van Lieverloo, J.H.M., Blokker, E.J.M., Medema, G., (2007). Quantitative microbial risk assessment of distributed drinking water using faecal indicator incidence and concentration. *Journal of Water and Health*, vol. 5, No 1, pp. 131–149.

WHO, (2009). WHO handbook on indoor radon. A public health perspective, Geneva, WHO http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44149/1/9789241547673_eng.pdf (access: 09.08.2019).

WHO, (2011). Guidelines for drinking water. Fourth edition, WHO Press, Geneva.

Wojtyła-Buciora, P., Marcinkowski J.M., (2012). Estimation of health risk resulting from excessive chemical parameters in drinking water, *Probl Hig Epidemiol*, vol. 91(1) pp.137-142.

Ye W1, Sobue T, Lee VS, Tanooka H, Mifune M, Suyama A, Koga T, Morishima H, Kondo S., (1998). Mortality and cancer incidence in Misasa, Japan, a spa area with elevated radon levels. *Japanese Journal of Cancer*, vol.89, pp. 789-96.

Zimoch, I., (2009). Operational safety of Water Supply System under conditions of water quality variations in the water-pipe. *Ochrona Środowiska*, vol. 31, No. 3, pp. 51-55 (in Polish).

Zimoch, I., (2007). Reliability and risk analysis usage for water supply system management. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 17, No. 3A, pp. 622–626.

Analysis of Change in THMs Concentration During the Operation of Small Swimming Pool Installations

Iwona Klosok-Bazan^{1*}, Joanna Boguniewicz-Zabocka¹, Gabriela Kawiak¹

Abstract: The purpose of the paper was to analyze changes in trihalomethane concentrations during the operation of small swimming pools. During the analysis, the influence of various factors such as the temperature of the atmospheric air, temperature of the water in the swimming pool, chlorine content and the number of bathers on changes in the concentrations of trihalomethane in the water were investigated. The effect of the sand filter on the reduction of trihalomethanes was also investigated. It has been shown that there is no single factor that directly affects the changes in trihalomethane concentration, each factor contributes to the formation of THMs in pool water. It was also noticed that the amount of trihalomethanes contained in a small pool installation significantly exceeds the normative values contained in the regulation.

Keywords: Drinking water quality, trihalomethane, disinfection byproducts

1. Introduction

Halogen derivatives of hydrocarbons, the so-called halomethanes or trihalomethanes (THMs), are formed in the water treated for the purpose of disinfection – mostly when chlorine compounds are used. The THM formation precursors in the water are organic carbons of natural or anthropogenic origin. Several factors can have effect on the THMs formation in the water, such as disinfection processes or chemicals used for the process, water source, pH, temperature, concentration of residual chlorine, contact time, reaction time, total or organic carbon concentration. The method of formation of THMs in the chlorination process is not fully explained. It is known that the main precursors of THMs are humic acids, metabolites of aquatic organisms, chlorophyll A, mono-, di- and tricarboxylic acids, aromatic carboxylic acids and aliphatic hydroxy acids. If chlorinated water is contaminated with other compounds, the concentration of trihalomethanes is higher. The studies have shown that much more THM is formed in higher temperatures [Bozym et al., 2018; Simard et al, 2013; Wang et al., 2014; Zbieć and Dojlido, 1999]. In the summer, when the water temperature reaches 24°C, the amount of trihalomethanes formed in the water is much higher than in the spring, when the water temperature is only 15°C or lower [Poluszynska et al., 2010, Zbieć and Dojlido, 1999]. Formation of trihalomethanes in the pool water is closely connected to the processes of its treatment [Bozym et al., 2017_a] The substrate most frequently used in the public pool treatment processes is chlorine. It is used in various forms, such as gaseous chlorine, sodium or calcium hypochlorite and cassette filters. In small swimming pools, stabilized chlorine in the form of capsules or chlorinated isocyanurates is most commonly used for water treatment [Zwiener, et al., 2007]. Chlorinated isocyanurates undergo dissociation which leads to release

¹ Department of Thermal Engineering and Industrial Facilities, Faculty of Mechanical Engineering, Opole University of Technology, ul. Mikolajczyka 5, 45-271 Opole, Poland

* Corresponding author: i.klosok-bazan@po.edu.pl

of free chlorine in the water, in balance with the cyanuric acid [Wang et al., 2014]. Regardless of the type of applied agents and their dosing methods, hypochlorous acid is formed in the disinfected water, to then dissociate into atoms of hydrogen and hypochlorite ions. A part of them forms free chlorine which is frequently used as a measurable indicator ensuring proper effectiveness of the disinfection process [Dyck et al., 2011]. Many authors and the World Health Organization's data point out the toxicity of those hazardous substances for human health. The International Agency for Research on Cancer (IARC) classified chloroform and bromodichloromethane as possibly carcinogenic to humans (group 2B) [Bozym et al., 2017_b; Panyakapo et al., 2008; Pentamwa et al., 2013; Villanueva and Font-Ribera, 2012]. The admissible concentrations of THMs in the pool water are specified in many countries. It is assumed that the concentration in the pool water should correspond to the limit values for drinking water according to Directive 98/83/EC 100 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$; an example of such a country is Poland [Regulation of Minister of Health, 2015]. In other European states, the standards for swimming pool water have been determined individually. In certain cases, the values of concentrations have been significantly restricted. An example can be Germany where the limit is 20 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ as well as Denmark where the limit concentration is 30 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ [Luks-Betlej and Bodzek, 2002; Bozym et al., 2018; WHO, 2006; Stottmeister, 1998]. Swimming pools, although give us a fun and recreation, are essentially some kind of bath tubs. To keep water clean and safe, the swimming pool's owners must adjust the treatment processes to have the water clean and safety [Irish Water Safety, 2010].

Although the issue of THM presence in indoor swimming pools is quite well identified, the literature data regarding outdoor swimming pools are much sparser. So far, only a few authors of research papers have dealt with the so-called small swimming pool installations. The term "small swimming pool installations" is also difficult to define precisely. However, the authors of this paper are of the opinion that this term should include garden and hotel swimming pools, above-ground and in-ground swimming pools as well as indoor and outdoor swimming pools the capacity of which does not exceed 50 m^3 , where the water treatment system comes down to removal of solids in the filtration process and chemical disinfection the aim of which is removal of bacteria, viruses and other living organisms.

2. Material and Method

The tests were conducted in the Polish climatic conditions, in the summer season of 2018. The tests lasted 13 weeks, from 27.05.2018 to 28.08.2018. The subject of the studies was water from a small swimming pool installation. The tested installation was composed of an above-ground, rectangular swimming pool basin with a framework structure manufactured by Bestway, with dimensions: 7.32 x 3.66 x 1.32 m, and a sand filter - Flowclear by Bestway, with sand granulation of 0.45-0.85 mm. The chemical water treatment process consisted in dosing of preparations directly to the swimming pool basin through a special purpose float. The installation was used in a typical manner and the outdoor weather conditions as well as the number of bathers was recorded daily. Daily records included also information regarding installation operation, such as: filtration time and quantity of dosed chemical agents. The water for analysis in terms of disinfection by-products content was collected once a week. Two samples were taken from the swimming pool area under the water surface to amber glass bottles with caps. The sampling bottles were completely filled to avoid evaporation of volatile compounds. Immediately after collection, the samples were transported to the laboratory and liquid-liquid extraction with pentane (10:1, v:v) in room temperature was performed. Separation and identification of THMs were carried out using the Agilent Technologies

7890B gas chromatograph (Fig. 1), equipped with a micro-electron capture detector (μ ECD) and a capillary column (Ultra Inert DB-5MS, 0m \times 250mm \times 0.25mm).



Figure 1. Test stand for THM-s identification.

Determination of total chlorine was performed using the colorimetric method by means of the spectrophotometer by HANNA instruments. Water reaction was determined using a portable pH meter by Elmtron. Two subsequent samples were collected from water after filtration and the above described methodology was applied for them. 3 injections were collected from each sample. The obtained results were averaged using the truncated mean method. When studying the results, focus was placed on search for a dependence between the tested parameters, including ambient temperature, pool water temperature, chlorine content, and the concentration of THMs in the swimming pool basin.

3. Results

Chemicals used for swimming pool water disinfection must meet certain demands. From one hand they must be effective and rapid in inactivation of pathogenic microorganisms and algae growing, but from another hand the dose of used chemicals should be harmless and non-irritating to swimmers and attendants. The most important information about the dose of chemicals used for swimming pool water conditioning is presented on the figure 2. As we can see 21.08.2018 there was a need to introduce large doses of chemicals due to the increase in algae growth caused by a large number of sunny days at the end of July 2018 (Figure 3)

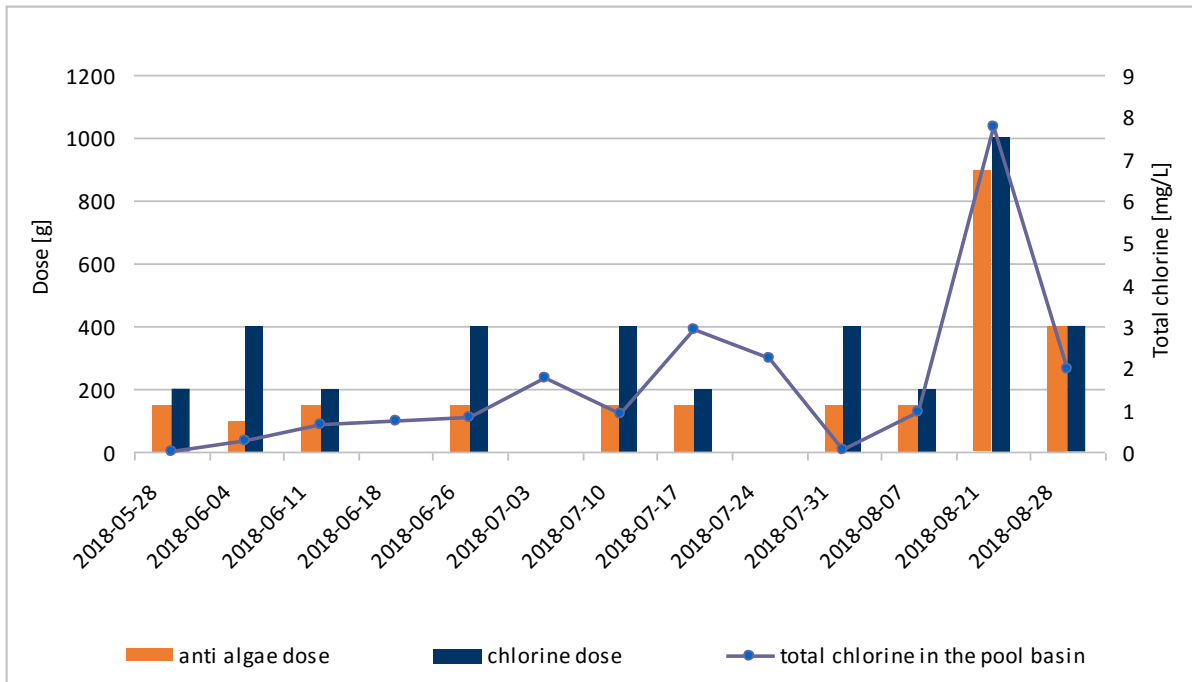


Figure 2. Dose of chemicals used for swimming pool water conditioning

As we can see on the figure 3, the beginning of August 2018 was very sunny, which caused more interest in swimming. At the same time, high sun exposure resulted in more intensive algae growth in the pool, so it was necessary to use higher doses of disinfectants and anti algae agents. This caused a drastic increase in THM concentration, to the level of over 900 µg/L identified on 21.08.2018.

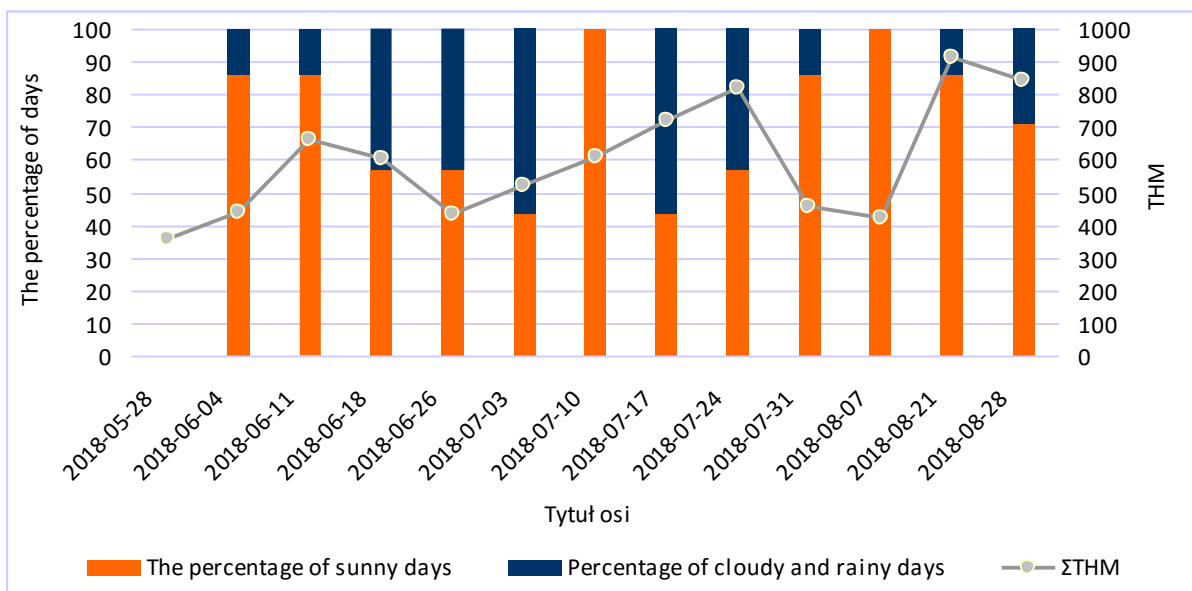


Figure 3. THM concentration changes in the context of insolation - May/June 2018

The standards set out in the Regulation [Regulation of the Minister of Health, 2015] have been exceeded more than nine times. For August 2018, an attempt to determine the effect of temperature on the THM concentration level was made. The obtained results were presented on the Figure 4.

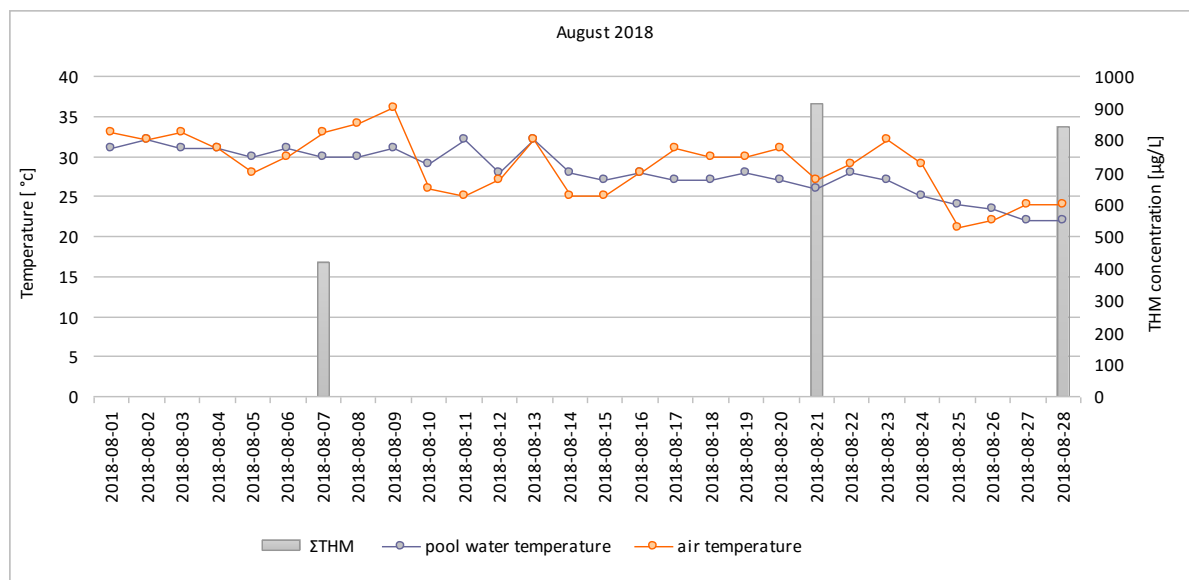


Figure 4. Chart of dependence of changes of THM concentration and temperature of atmospheric air and water in the swimming pool over time – August 2018

In the period presented on the figure 4, there was no correlation between temperature of water and THM concentration level identified in the pool water.

4. Discussion and Conclusions

The analyzed small swimming pool installation was used in a traditional manner, having no possibility to influence such weather conditions as air temperature or insolation. But the weather influences on the residents' interest in bathing. Thus, clear determination of the parameter having effect on the increase of the THM level in the water is not possible. Nevertheless, the studies allowed to draw the following conclusions. In the initial period, when the bathing intensity was low, a clear effect of insolation and ambient temperature on the level of identified THMs was observed. In the middle of the summer season, when the bathing intensity was higher, no such dependence was recorded. It must be indicated that the highest increase in THM concentration was noted in the period when the average ambient temperature was more than 25 °C and was caused by the attempt of chemical limitation of the algae pattern found in the swimming pool. It is a very important information for the operators of this type of installations. Regular application of anti-algae agents, regardless of the weather conditions, has a positive effect on the swimming pool water quality. Such an activity, through reduction of the algae growth, results in reduction of the amount of swimming pool water disinfection by-product precursors. It should also not be expected that the filters applied in this type of facilities will effectively remove THMs as their effectiveness in removal of this type of contaminations is very low. Analyzing the effect of bathing intensity on the changes in THM concentrations, it must be clearly stated that it is not the bathing time, but the number of

persons using the swimming pool that is the determining factor. Referring the obtained results to the recommendations and standards for swimming pool waters, it must be stated that maintaining THM level below 100 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ is not practically feasible in facilities of this type.

References

Bozym, M., Klosok-Bazan, I., Wzorek, M. (2018). Analyzing THM concentrations in selected indoor swimming pool waters in the Opole region. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(3), 1001–1008

Bozym, M., Wzorek, M., Klosok-Bazan, I. (2017_a). Stopień narażenia korzystających z pływalni na działanie wybranych toksycznych produktów dezynfekcji wody. [*in Polish*]. Swimmers' exposure to the toxic water disinfection products. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 1, 55-64

Bozym, M., Wzorek, M., Klosok-Bazan, I. (2017_b). Health risk as a consequence of exposure to trihalomethanes in swimming pool wate. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 68(4), 331-337

Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption

Dyck, R., Sadiq, R., Rodriguez, M.J., Simard, S., Tardif, R. (2011). Trihalomethane exposures in indoor swimming pools: A level III fugacity model. *Water Research*, 45, 5084-5098

Guidelines for safe recreational waters, World Health Organization, Switzerland, 2006

Luks-Betlej, K., Bodzek, D. (2002). Occurrence of Trihalomethanes, Particularly Those Containing Bromine in Polish Drinking Water. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11(3), 255-260

Panyakapo, M., Soontornchai, P., Paopuree P. (2008). Cancer risk assessment from exposure to trihalomethanes in tap water and swimming pool water. *Journal of Environmental Sciences*, 20, 372–378

Pentamwa, P., Sukton, B., Wongklom, T., Pentamwa S. (2013) Cancer risk assessment from trihalomethanes. *International Journal of Environmental Science and Development* 4(5), 538-544

Poluszynska, J. , Bomym, M. , Narolska, J. , Sławińska, I. (2010). Oznaczanie halogenowych pochodnych węglowodorów (THM) w próbkach wody metodą chromatografii gazowej z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD) [*in Polish*]. *Prace instytutu szkła, ceramiki materiałów ogniotrwałych i budowlanych*, 3(5), 133-145

Regulation of Minister of Health from 9 November 2015 on the requirements to be met by water in swimming pools Dz.U. 2015 poz. 2016 [*in Polish*] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 listopada 2015 roku w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach

Simard, S., Tardif, T., Rodriguez, M.J. (2013) Variability of chlorination byproduct occurrence in water of indoor and outdoor swimming pools. *Water Research*, 47, 1763–1772

Stottmeister, E. (1998). Disinfection by-products in German swimming pool waters. Paper presented to 2nd International Conference on Pool Water Quality and Treatment, Cranfield University, UK

Swimming Pool Safety Guidelines (2010). Irish Water Safety, Ireland. Available on <http://www.swimireland.ie/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Swimming-Pool-Safety-Guidelines.pdf>

Wang, X., Leal G., Zhang, X., Yang, H., Xie, Y. (2014). Haloacetic acids in swimming pool and spa water in the United States and China, *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 8(6), 820–824

Villanueva, C.M., Font-Ribera L. (2012). Health impact of disinfection by-products in swimming pools. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* 48 (4), 387-396

Zbiec, E., Dojlido, J.R. (1999). Uboczne produkty dezynfekcji wody [*in Polish*]. *Ochrona Środowiska* 3(74), 37 - 42

Zwiener, Ch., Richardson, S.D., DeMarini, D.M., Grummt, T., Glauner, T., Frimmel, F.H. (2007). Drowning in Disinfection Byproducts? Assessing Swimming Pool Water, *Environmental Science & Technology*, 41 (2), 2719-2734

Effect of Different Temperatures on Al Doped ZnO Thin Films Grown by Spray Pyrolysis

Canan Can^{1*}, Mustafa Karaboyacı²

Abstract: Transparent conducting oxide (TCO) films have been studied in the last decade for application in various fields such as solar cells, opto-electronic devices, liquid crystal displays, heat mirrors and gas sensors. In recent years, ZnO is a preferred transparent conductive oxides due to its low cost, abundance in nature and non-toxic.

In this study, Al doped ZnO thin films were produced on glass substrates with air-brush spray pyrolysis technique, which is an economical and easily applicable method, at different substrate temperatures such as 400, 500, 600, 700 ± 5 °C. A zinc oxide solution was used as precursor and ZnO films are the growth at different temperatures. The minimum surface resistance 1,042 MΩ/cm² was obtained for the film doped with 1% Al, at the substrate temperature of 700 °C.

Keywords: ZnO thin films, air-brush, spray pyrolysis technique, temperature

1. Introduction

As one promising metal-oxide material in the semiconductor field due to its potential properties, ZnO has received considerable attention in the recent years. ZnO is a wide and direct gap semiconductor (3.37 eV) with hexagonal wurzite structure. It has an exciton binding energy of 60 meV, which is larger than the thermal energy at room temperature (Li et al. 2009).

In recent years, the fabrication of ZnO based films has attracted a considerable amount of interest due to their potential application in solar cells, gas sensors, optical waveguides, surface acoustic devices, piezoelectric transducers and varistors. In addition, doping of ZnO with various elements has been reported to improve their electrical conductivity for use in optoelectric devices (Kuo et al.2006).

It is desirable that ZnO films have a larger band gap to be used in some opto-electronic applications and to be more functional. The optical band gap of the ZnO film is adjusted by doping Al.

ZnO is relatively cheap and abundant compared to the commonly used indium tin oxide (ITO) transparent conducting films. Even though ZnO shows high transparency in the visible wavelength region, the electrical properties of undoped ZnO thin films are not good enough for them to replace ITO (Bhat et al. 2013).

¹ Süleyman Demirel University, Chemical Engineering Department, Isparta, Turkey

* Corresponding author: canan.can92@hotmail.com

Numerous ZnO thin film deposition techniques have been used: these reactive sputtering, spray pyrolysis, zinc oxidation, electro deposition, pulsed laser deposition, chemical vapor deposition (CVD), metal organic CVD (MOCVD), plasma enhanced CVD (PECVD), radio frequency (RF) magnetron sputtering and chemical bath deposition (CBD) (Gherab et al. 2017). Among these techniques, the spray pyrolysis technique is one of the most preferred techniques because it is simple and economical, repeatable and does not require vacuum.

In this study, our aim is to produce 1 % Al doped ZnO films which can be used in some optoelectronic devices and especially semiconductor thin film solar cells by using Air-Brush Spray technique which is a simple and economical technique and to investigate the effect of different temperatures on the electrical properties of the films.

2. Material and Method

Al doped ZnO (1%) thin films were produced by spraying on glass substrate (5 cm x 5 cm) at 400, 500, 600, 700 ± 5 °C material temperatures using air-brush spraying technique. ZnO as Zn and O source; AlCl₃ chemicals were used as aluminum source. For the precursor solution, 8.1 g of ZnO was dissolved in 100 ml of purified water. 14 g acetic acid was added to improve dissolution. 1% AlCl₃ was added to the initial spraying solution. 20 ml of the whole solution was taken and sprayed onto the glass substrates with the help of air-brush at different substrate temperatures.

For spraying the solutions a commercially available air-brush spray device was used as seen figure 1.



Figure 1. Airbrush spray device and furnace

The airbrush spraying process parameters for homogeneously ZnO films deposition on glass substrate is seen in table 1.

Table 1. Process parameters for the air-brush spray deposition of Al doped ZnO thin films

Chemicals	ZnO, CH ₃ COOH, AlCl ₃
Solvents	Acetic acid, purified water
Doping rate	%1
Substrate temperatures	400, 500, 600, 700 ± 5 °C
Flow rate	0.5 lm/s
All deposition time	90 minute
Airbrush distance from substrate	About 10 cm
Air-compresses pressure	1-2 bar

3. Results

3.1. Electrical Properties

Electrical properties were measured at room temperature with a digital multimeter. Table 2, shows the resistance of Al doped ZnO films obtained at different temperatures. As seen from table 2, the thin film coating with the lowest surface resistance was obtained at 700 °C degrees.

Table 2. Electrical properties of 1 % by weight Al doped ZnO thin films prepared by Air-brush spray pyrolysis technique method at different temperatures

Temperature °C	[ZnO]:[Al] Consumed volume (mL)	Area of optical glass (5x5 cm ²)	R _s (MΩ/cm ²)
400	15	25	1.565
500	15	25	1.571
600	15	25	5.62
700	15	25	1.042

4. Discussion and Conclusions

In this study, the influence of the different substrate temperatures on the electrical properties of AZO thin films grown on glass substrates by spray pyrolysis was investigated. The films deposited at 400 °C exhibit a electrical resistivity of 1.565 MΩ/cm². As the substrate temperature increases to 700 °C, the electrical resistivity decreases to the minimum value of 1.042 MΩ/cm² which is due to the improved Al doped in ZnO (AZO) film crystallinity.

Jun et al (2012) performed a study about influences of aluminum and gallium dopants on zinc oxide (ZnO) thin films regarding crystallization and electrical and optical properties for application in transparent conducting oxide devices by sol-gel spin-coating process. They obtained minimum sheet resistance of $3.3 \times 10^3 \Omega/\text{cm}$ for Al doped films. Hong et al (2006) performed a study about effect of metal dopants and Ag-nanoparticles on the optical and electrical properties of ZnO thin films. They get about 0.1 MΩ/cm² sheet resistance at 700 °C and they prepared ZnO thin films by a sol-gel process. Rozati, and Akesteh, (2007) performed a study about characterization of ZnO Al thin films obtained by spray pyrolysis technique. They prepared transparent and conductive ZnO:Al films by spray pyrolysis method. Also they studied effect of different quantity of aluminum chloride as a doping concentration on the film properties. They got the smallest sheet resistance about 207 Ω/cm² at [Al]/[Zn] = 0.125 wt.%.

When the literature is examined, it is seen that lower surface resistance is obtained by using Al in concentrations less than 1%. In our study, it was found that lower surface resistance was obtained at high temperatures. In order to obtain transparent conductive glass surfaces with better conductivity value, low Al concentrations should be used at high temperatures.

References

- Bhat, S., Shrisha, B. V., Gopalakrishna Naik, K. (2013). Properties of Al doped ZnO thin films grown by spray pyrolysis. *Archives of Physics Research*, 4 (4),20-27.
- Gherab, K., Al-Douri, Y., Voon, C. H., Hashim, U., Ameri, M., & Bouhemadou, A. (2017). Aluminium nanoparticles size effect on the optical and structural properties of ZnO nanostructures synthesized by spin-coating technique. *Results in Physics*, 7, 1190–1197.
- Kuo, S.-Y., Chen, W.-C., Lai, F.-I., Cheng, C.-P., Kuo, H.-C., Wang, S.-C., & Hsieh, W.-F. (2006). Effects of doping concentration and annealing temperature on properties of highly-oriented Al-doped ZnO films. *Journal of Crystal Growth*, 287(1), 78–84.
- Hong, C. S., Park, H. H., Moon, J., & Park, H. H. (2006). Effect of metal (Al, Ga, and In)-dopants and/or Ag-nanoparticles on the optical and electrical properties of ZnO thin films. *Thin Solid Films*, 515(3), 957-960.
- Jun, M. C., Park, S. U., & Koh, J. H. (2012). Comparative studies of Al-doped ZnO and Ga-doped ZnO transparent conducting oxide thin films. *Nanoscale research letters*, 7(1), 639.
- Li, X.-Y., Li, H.-J., Wang, Z.-J., Xia, H., Xiong, Z.-Y., Wang, J.-X., & Yang, B.-C. (2009). Effect of substrate temperature on the structural and optical properties of ZnO and Al-doped ZnO thin films prepared by dc magnetron sputtering. *Optics Communications*, 282(2), 247–252.
- Rozati, S. M., Akesteh, S. (2007). Characterization of ZnO: Al thin films obtained by spray pyrolysis technique. *Materials characterization*, 58(4), 319-322.

Preparation of Skin Cream with Retinol Isolated from Egg Yolk

Nefise Ari¹, Ümit Erdoğan^{2*}, Mustafa Karaboyacı³

Abstract: In this study, it was aimed to prepare skin cream with natural retinol isolated from egg yolk. Retinol is a vitamin A precursor and is used in many cosmetic forms. Retinol, which is essential for skin as well as water, is found in fish oil, egg yolk, cheese, milk, liver and butter. But the effect is not comparable to the effect we will get with the use of rubbing the skin. For this reason, it is designed to use egg yolk due to its abundance in daily life, its cost is low and its availability is easy. Egg yolk is a rich source of unsaturated fatty acids, fat-soluble vitamins, phospholipids and cholesterol. It contains plenty of vitamin E, Vitamin A and vitamin D.

Commercial retinol production requires a reduction of a typical pentadien derivative and then a retinal synthesis with the acidification / hydrolysis of isomerase obtained to produce retinol. In this study, a procedure involving 0.25% and 0.1% retinol was developed in two different concentrations. That procedure would allow the production and use of retinol in natural way instead of synthetic ones.

Keywords: Retinol, vitamin A, egg yolk, skin cream

1. Introduction

Retinol, also called Vitamin A, is a multi-functional anti-aging active. Retinol, which is as much needed as water for the skin, is found in fish oil, egg yolks, cheese, milk and butter. However, when viewed as an effect, it is not comparable to the effect we will get with the use of the skin (www.synlab.com.tr). For this reason, egg yolk is designed to be found in abundance in daily life and because of its low cost.

The benefits of retinol include promoting increased cell regeneration, collagen production, improving skin, reducing sun damage, reducing the appearance of fine lines, improving acne and scars, regulating skin tone and softening skin texture, but the retinol molecule is not chemically resistant, and its structure deteriorates when it comes into contact with sun rays and air. So it can be maintained for a certain time in the cold environment.

1.1.Retinol

Vitamin A is a clear yellow crystal that can be dissolved in fat. The alcohol form of vitamin A in the retina of the eye is called retinol. Retinol is naturally found in the long-chain state. The aldehyde form of retinol is called retinal (retinaldehyde). The acidic form of retinol is called retinoic acid. Retinal is involved in vision, retinol reproduction, and retinoic acid is involved in other functions such as growth and differentiation.

¹ Süleyman Demirel University, Chemical Engineering Department, Isparta, Turkey

² Isparta University of Applied Sciences, Şarkikaraağaç Vocational School, Isparta, Turkey

³ Süleyman Demirel University, Chemical Engineering Department, Isparta, Turkey

* Corresponding author: umiterdogan@isparta.edu.tr

Retinol is the purest form of vitamin A with formula $C_{20}H_{30}O$ and its structure helps to eliminate skin problems, while at the same time fine lines, wrinkles are very effective in treating (<https://medium.com>).

Scientifically it is impossible to destroy pores. However, it is possible to reduce the amount of retinol to be seen with the eye. It cleans dead cells, prevents acne formation, dirt in pores and build-up of make-up.

The structure of retinol is utilized in two ways. Retinol, which is consumed as a nutrient, and retinol, which is present in the content of skin care products. Retinol, which is taken as a nutrient, helps skeletal development, preventing skin flakes and skin problems such as acne. Improves sleep quality. It helps in the maintenance and repair of tissues while slowing the aging process. Protects against infections. It is found in dairy products, fruit and green vegetables. Skin care products in the content of retinol is applied to the skin surface. It is a solution to skin problems and reduces wrinkles. Over time it removes acne and dark sun spots on the skin.

1.2. β – Carotene

β -Carotene (β,β -carotene) is the most prominent member of the group of carotenoids, natural colorants that occur in the human diet (Britton et al 2008). β -carotene content in egg yolk oil plays an important role. It is not responsible only for very attractive orange color of egg yolk oil, but also, as a precursor of vitamin A, it gives additional nutritional value to egg yolk oil (Kovalcuks, 2015). β -carotene was uncovered using hexane in the egg yolk extraction process.

2. Material and Method

This study consists of two stages. First, isolation of retinol from egg yolk and preparation of skin cream with this isolated retinol. Analytical purity ethanol and hexane were used in the isolation step. Isolated retinol was confirmed by LC MSMS analysis.

The stable free radical 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH•) was obtained from Sigma (Sigma–Aldrich GmbH, Sternheim, Germany. All other chemicals used were in analytical grade and obtained from either Sigma-Aldrich or Merck.

2.1. 1,1-Diphenyl-2-picryl-hydrazil (DPPH) free radical scavenging activity

The free radical scavenging activity of creams containing egg extract at different concentrations (% 0,25 and % 0,1) were measured by the 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazil (DPPH•). This activity was measured by the following methodology described by Blois (1958) wherein the bleaching rate of a stable free radical, DPPH• is monitored at a characteristic wavelength in the presence of the sample. In its radical form, DPPH• absorbs at 517 nm, but upon reduction by an antioxidant or a radical species its absorption decreases (Gülçin, 2006). Briefly, 0.1mM solution of DPPH• in ethanol was prepared and 1ml of this solution was added to 3 mL of creams %0,25 and %0,1 containing egg extract were prepared in ethanol at 50 μ g/mL concentration. After 30 min, the absorbance was measured at 517 nm. Lower absorbance of the reaction mixture indicates higher free radical scavenging activity. The capability to scavenge the DPPH• radical was calculated using the following equation: where $A_{Control}$ is the absorbance of the control reaction and A_{Sample} is the absorbance in the presence of egg extract. (Control reaction contains DPPH and ethanol. Blank is ethanol.)

$$\text{DPPH scavenging effect \%} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100$$

2.2. Retinol extraction from egg yolk

150 ml of ethanol was added to the homogenized 100 ml, egg yolk in the separation funnel, the egg yolk proteins were denatured and mixed until completely dispersed. Thus, the two phases are held at 20°C until they are completely separated. The remaining phase at the top was separated and another filter process was carried out with filter paper. The drained extract was mixed with 150 ml hexane and left to rest in the separation funnel and the impurities were drained (Kovalcuks, 2015).

The resulting ethanol filtrate was taken up in a separatory funnel and extracted with hexane to remove the oil-soluble substances therein. The ethanol and hexane phase were then separated. The resulting filter was passed through silica gel by means of column chromatography and the separation of each component in the filter was ensured. Then the mixture evaporated for 50°C half an hour and 14 ml of ethanol was added on it. Ethanol was used as solvent in the column chromatography.

2.3. Preparation of cream

Cream is prepared in two parts consisting of water and oil mixtures. Total of 3 samples containing 0.1%, 0.25% retinol extract and a retinol-free sample for control purposes were prepared. 6 g of a mixture of Glyceryl Stearate and PEG-100 stearate (EMULGADE A165) were added to a 200 ml beaker for the oil phase. 2 g of solid Palmitic Acid (CUTINA HVG), 1 g of Cetyl Stearyl Alcohol (LANETTE O) and 3 g of Stearic Acid solid were added as viscosity enhancer. Then 5 mL Myrtol, 3 mL Cetiol Lc and 3 mL Hexadecanol (Cetiol PGL) were added.

Glyceryl Stearate acts as a lubricant on the skin's surface and provides a soft and smooth appearance. Stearic acid was used as emulsifier for to hold the two phases together, because oils do not dissolve in water. Myrtol is a medium chain fatty acid that increases absorption in the cream.

For the water phase, 73 ml of water and 4 ml of Glycerin used for moistening agent were mixed. The two separate mixtures were heated in the heater until a homogeneous mixture. The mixtures were then combined and mixed in the mixer until a viscous cream

3. Results

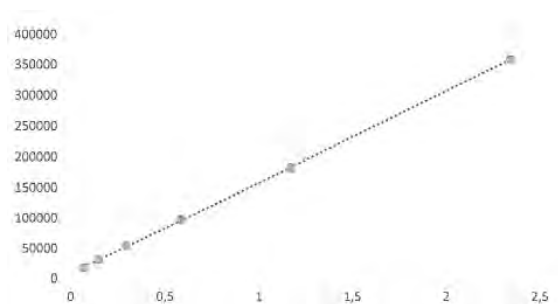


Figure 1. Calibration graph of retinol

Figure 1 shows the calibration graph of retinol for LC MSMS analysis. LC MSMS analysis showed that the egg yolk extract contained 0.58 ppm retinol.

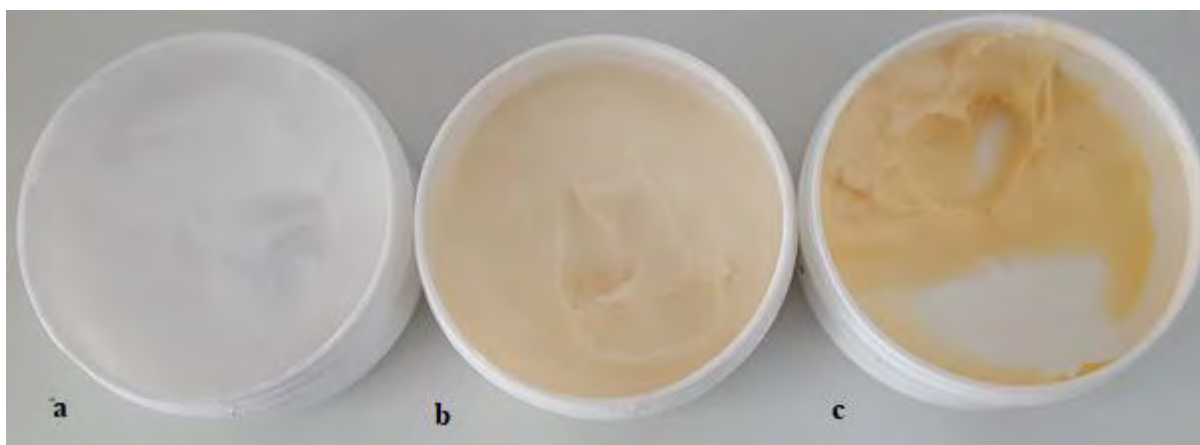


Figure 2. Prepared creams. a, is control without retinol, b is cream prepared with 0.1% retinol extract, c, is cream prepared with 0.25 % retinol extract

Figure 2 shows the creams prepared with different amount of retinol extracts. It is clearly seen from the picture with increasing amount of retinol, color of the cream becomes more yellow. Because retinol color is yellow and this is visual evidence that the extract contains retinol.

4. Discussion and Conclusions

Figure 2 shows the images of 3 different creams. As can be clearly seen from the pictures, the color of the cream goes more yellow with increasing retinol extract. Jiang et al (1994) performed a study about the numerous health benefits associated with consumption of antioxidants such as α -tocopherol and β -carotene, an experiment was conducted to determine dietary levels that would significantly enhance their concentration in chicken egg yolk. In their study they found retinol level about 10 $\mu\text{g/g}$ egg yolk. Our level is 0,58 ppm

The scavenging effect of egg extract on the DPPH radical decreased in the order of cream containing % 0,1 egg extract and % 0,25 egg extract at the concentration of 50 $\mu\text{g/mL}$, %85,51 and % 76,81 respectively. Contrary to expectations, it was obtained that the amount of retinol and antioxidant activity decreased. This may be due to the fact that the spectroscopic DPPH method interferes with retinol, a colored component.

References

https://www.synlab.com.tr/fileadmin/standortseiten/synlab_tr/pdf/SYNLAB_A_VITA_MINI_VE_KAROTENLER.pdf

<https://medium.com/@eczandar/retinol-nedir-f44d34892805>

Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26, 1199–1200.

Britton, G., Liaaen-Jensen, S., Pfander, H. (2008). *Special molecules, special properties*. In *Carotenoids* (pp. 1-6). Birkhäuser Basel.

Gülçin, İ. (2006). Antioxidant activity of caffeic acid (3, 4-dihydroxycinnamic acid). *Toxicology*, 217(2-3), 213-220.

Jiang, Y. H., McGeachin, R. B., & Bailey, C. A. (1994). α -Tocopherol, β -carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. *Poultry Science*, 73(7), 1137-1143.

Kovalcuks, A. (2015). Comparison of bioactive compound content in egg yolk oil extracted from eggs obtained from different laying hen housing systems. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 9, 589-593.

Kovalcuks, A. (2014). Purification of egg yolk oil obtained by solvent extraction from liquid egg yolk. In *Annual 20th International Scientific Conference Research for Rural Development*, 142-147



AUGUST 26-30, 2019
PRIZREN, KOSOVO

ICONST'19



**2nd INTERNATIONAL CONFERENCES
ON SCIENCE AND TECHNOLOGY**

ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY



www.iconst.org
info@iconst.org

KUTBİLGE
Association of Academicians
organized by



<http://dergipark.gov.tr/bilgesci>
kutbilgescience@gmail.com