IWEC

2. International World Energy Conference

PROCEEDINGS BOOK

EDITORS
Mustafa Serdar GENÇ
Gamze GENÇ
Şükrü Taner AZGIN
Saltuk Buğra SELÇUKLU

ISBN: 978-625-6955-87-5

2. International World Energy Conference

December 9-10, 2022 / Kayseri, Turkey

PROCEEDINGS BOOK

EDITORS

Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ
Prof. Dr. Gamze GENÇ
Assoc Prof. Şükrü Taner AZGIN
Assist. Prof. Saltuk Buğra SELÇUKLU

by
IKSAD PUBLISHING HOUSE®

All rights of this book belong IKSAD Publishing House
Authors are responsible both ethically and jurisdically
IKSAD Publications – 2022©

Issued: 25.12.2022

ISBN: 978-625-6955-87-5

CONFERENCE ID

CONFERENCE TITLE
2. International World Energy Conference

DATE and PLACE
December 9-10,2022 / Kayseri, Türkiye

ORGANIZATION
IKSAD-Institute of Economic Development and Social Research, Türkiye

ORGANIZING COMMITTEE HEADS
Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ
HEAD OF CONFERENCE
Erciyes University, Director of the Energy Conversions Research and Application Center
Prof. Dr. Gamze GENÇ
HEAD OF THE SCIENTIFIC BOARD
Erciyes University, Faculty of Engineering, Department of Energy Systems Engineering
Assoc. Prof. Şükrü Taner AZGIN
HEAD OF ORGANIZING COMMITTEE
Erciyes University, Vice Director of the Energy Conversions Research and Application Center
Assist. Prof. Saltuk Buğra SELÇUKLU
HEAD OF ORGANIZING COMMITTEE
Erciyes University, Vice Director of the Energy Conversions Research and Application Center

COORDINATORS
Atabek MOVLYANOV
Erciyes University, Faculty of Engineering Energy Systems Eng. department, Türkiye
Sinem KESKİN
Erciyes University, Faculty of Engineering Energy Systems Eng. Department, Türkiye

NUMBER of ACCEPTED PAPERS-68
NUMBER of REJECTED PAPERS-15

PARTICIPANTS COUNTRY
Turkey (32), Brazil (2), India (7), Bulgaria (1), Nigeria (4), Romania (1), Morocco-France (3), South Africa- Libya-Malaysia (2), Algeria (11), China (1), Germany (1), Kuwait (1), Philippines (1), Republic of Korea (1)

PRESENTATION
Oral presentation

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

***

ORGANIZING BOARD MEMBERS

Prof. Dr. Enise AYYILDIZ – *Erciyes University, Faculty of Science, Department of Physics*
Prof. Dr. Şaban PATAT – *Erciyes University, Faculty of Science, Department of Chemistry*
Prof. Dr. Jean-Vasile ANDREI - *President, Research Network on the Resource Economics and Bioeconomy Association (RebResNet)*
Assoc. Prof. Ahmet Turan ÖZDEMİR – *Erciyes University, Faculty of Engineering Electrical-Electronics Eng. department*
Assoc. Prof. Gülşah ELDEN – *Erciyes University, Faculty of Engineering Energy Systems Eng. department*
Assist. Prof. Dr. Uzma Nadeem - *University of Delhi, Mata Sundri College for Women, Department of Environmental Studies*
Dr. Oprea Mihaela Georgiana - *National Institute for Economic Research "Costin C. Kirițescu" (NIER), Romanian Academy, Romania*
Dr. Mohamed El Malki - *Mohammed First University, Faculty of Sciences, Oujda, Morocco*

***

SCIENTIFIC BOARD MEMBERS

Prof. Dr. Nesrin KAYATAŞ DEMİR – *Erciyes University, Faculty of Engineering Energy Systems Eng. department*
Prof. Dr. Bilal DEMİREL – *Erciyes University, Faculty of Engineering, Materials Eng. department*
Prof. Dr. David W. Coit - *Rutgers University, Industrial & Systems Engineering Department*
Prof. Dr. Faik Bilgili – *Erciyes University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics*
Prof. Dr. Fatih DUMAN – *Erciyes University, Faculty of Science, Department of Biology*
Prof. Dr. Ferhat DALDABAN – *Erciyes University, Faculty of Engineering Electrical-Electronics Eng. department*
Prof. Dr. Chivu Luminita - *National Institute for Economic Research "Costin C. Kirițescu" (NIER), Romanian Academy*
Prof. Dr. K. Sellami - *Military Technological College Muscat, Sultanate of Oman*
Prof. Dr. Mehmet ARI – *Erciyes University, Faculty of Science, Department of Physics*
Prof. Dr. Oktay ÖZKAN – *Erciyes University, Faculty of Engineering Environmental Eng. department*
Prof. Dr. Orhan TÜRKOĞLU – *Erciyes University, Faculty of Science, Department of Chemistry*
Assoc. Prof. Zülküf KAYA – *Erciyes University, Faculty of Engineering Civil Eng. department*
Assoc. Prof. İlyas KARASU - *Samsun University, Aerospace eng. department*
Assoc. Prof. İsmail SOLMAZ - *Ataturk University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering department*
Assist. Prof. Nurettin ÜSTKOYUNCU – *Erciyes University, Faculty of Engineering, Electrical-Electronics Eng. department*
Assist. Prof. Abdülaziz ATABANİ – *Erciyes University, Faculty of Engineering Mechanical Eng. department*
Assist. Prof. Mark Rodgers - *Rutgers Business School, Supply Chain Management, USA*
Assist. Prof. Serkan BAHÇECİ – *Erciyes University, Faculty of Engineering Electrical-Electronics Eng. department*
Assist. Prof. Muhammet ÇELİK - *Aksaray University Mechanical Eng. department*
Assist. Prof. Hacımurat DEMİR - *Aksaray University Mechanical Eng. department*
Assist. Prof. Dr. Uzma Nadeem - *University of Delhi, Mata Sundri College for Women, Department of Environmental Studies*
Assist. Prof. Doğan ERDEMİR – *Erciyes University, Faculty of Engineering Mechanical Eng. department*
Assist. Prof. Halil Hakan AÇIKEL – *Erciyes University, Faculty of Engineering Energy Systems Eng. department*
Assist. Prof. Hatice Sinem ŞAŞ ÇAYCI - *Sabancı University, Department of Materials Engineering*
Assist. Prof. Mehmet Fatih KAYA – *Erciyes University, Faculty of Engineering Energy Systems Eng. department*
Dr. Anna Maria Vasile - *National Institute for Economic Research "Costin C. Kirițescu" (NIER), Romanian Academy, Romania*

INTERNATIONAL WORLD ENERGY CONFERENCE-II

December 9-10, 2022 / Kayseri, Türkiye

Conference Programme

Zoom ID: 875 1097 1326
Passcode: 020202

Important, Please Read Carefully

- To be able to attend a meeting online, login via https://zoom.us/join site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

***

Before you login to Zoom please indicate your hall number, name and surname

exp. Atabek Movlyanov

09.12.2022 / TSI Time - 14^{00}:16^{30}

Face-to-face, Holiday Inn Kayseri

Head of Session: Prof. Dr. M. Serdar GENÇ

Authors	Affiliation	Presentation title
Ali DÖNER **Serap TOPRAK DÖŞLÜ**	Gaziantep Islam Science and Technology University, Türkiye Mardin Artuklu University, Türkiye	Pt MODIFIED COPPER COATED COPPER AS AN EFFICIENT ELECTROCATALYST FOR HYDROGEN EVOLUTION
Dr. Halil CECEN	Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Türkiye	REVIEW OF THE CURRENT REGULATIONS IN THE EUROPEAN UNION REGARDING REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN MARITIME TRANSPORT ACTIVITIES
Dr. Halil CECEN	Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Türkiye	REVIEW OF ENERGY CONVERSION FROM FOSSIL FUELS TO RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE TURKISH MARITIME TRANSPORT SECTOR WITHIN THE FRAMEWORK OF COMPATIBILITY WITH THE ACQUIS COMMUNAUTAIRE
Leyla Ercan **Serap Toprak Döşlü**	Mardin Artuklu University, Türkiye	INVESTIGATION OF PHYSICAL PROPERTIES AND CORROSION EFFECT OF BIODIESEL PRODUCED FROM BLACK SEED OIL
Fidan Büşra GÜRSOY **Assoc. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN** **Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ**	Erciyes University, Türkiye	EVALUATION OF ERCIYES UNIVERSITY CAMPUS IN TERMS OF CARBON FOOTPRINT
Fidan Büşra GÜRSOY **Assoc. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN** **Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ**	Erciyes University, Türkiye	ERCIYES UNIVERSITY CAMPUS CARBON FOOTPRINT REDUCTION STRATEGIES: EPA SIMULATIONS
Melih MANIR **Derya BAL ALTUNTAŞ** **Zeliha Kübra SESEN** **Göksel AYTEMİZ** **Vagif NEVRUZOĞLU**	Recep Tayyip Erdogan University, Türkiye	DOUBLE AND INVESTIGATION OF TEA BUSH-BASED NANOMATERIALS WITH SILVER ATOMS AT CRYOGENIC TEMPERATURES

09.12.2022 / Hall-1 / TSI Time - 10^{00}:12^{00}

Zoom ID: 875 1097 1326 / Passcode: 020202

Head of Session: Assist. Prof. Dr. Saltuk Buğra SELÇUKLU

Authors	Affiliation	Presentation title
Dr. İhsan KURAN **Res. Assist. İlknur Yeşim DİNÇEL KIRATOĞLU**	Harran University, Türkiye	RENEWABLE ENERGY IN THE REGIONAL DEVELOPMENT PROCESS: THE CASE OF THE TRC2 REGION
Giselle Francine Brito Muniz **Danyella Santos Silveira** **Filipe Carvalho de Andrade** **Edson Costa Silva** **Estefani Maria Barreto Montenegro** **Joseane Oliveira da Silva**	Federal Institute of Education, Brazil	ENERGY EFFICIENCY: EDUCATIONAL WORKSHOP FOR BASIC EDUCATION IN SOUTHEASTERN BAHIA
Prof. Dr. Halil TUNALI **Lect. Onur ŞİMŞEK**	İstanbul University, Türkiye Kastamonu University, Türkiye	ANALYSIS OF NATIONAL STRATEGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND POLICY RECOMMENDATIONS IN OECD COUNTRIES
Sırrı UYANIK **Muhammet Yavuz SUCU**	KTO Karatay University, Türkiye	DOES THE GLOBAL ENERGY CRISIS PUSH BACK THE URGENCY OF THE ENVIRONMENT and CLIMATE POLICIES?
Simple Sharma	I. K. Gujral Punjab Technical University, India	VALORIZATION OF FOOD WASTE TOWARDS GREEN ENVIRONMENT
Bhargavchandar T. **Dinesh S.** **Gnanaprakash** **Dr .C.Bennila Thangammal**	R.M.D. Engineering College, India	WATER QUALITY MONITORING SYSTEM
Prof. Dr. Seçil ŞATIR **Yıldırım B. KESTANE**	FSMV University, Türkiye	WATER AS AN ENERGY SOURCE WITH ITS QUALITIES: A GENERATOR
Tarsisius Gahadzikwa	Galgotias University, India	ALTERNATIVE ENERGY; THE KEY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
Violeta Georgieva-Hristozova	Trakia University, Bulgaria	ENERGY FOR EVERYONE
Lawal Idris Sada **Mudassir Hassan**	Umaru musa yar`adua University, Nigeria	EFFECTS OF SOCIO-ECONOMIC STATUS ON MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION AND COMPOSITION IN FUNTUA, KATSINA STATE

09.12.2022 / Hall-2 / TSI Time - 10^{00}:12^{00}

Zoom ID: 875 1097 1326 / Passcode: 020202

Head of Session: Prof. Dr. M. Serdar GENÇ

Authors	Affiliation	Presentation title
Semih Yurtdaş **Cem Tozlu**	Karamanoğlu Mehmetbey, Türkiye İzmir Katip Çelebi University, Türkiye	THE EFFECT OF Ag NANOPARTICLE DOPED ZnO BUFFER LAYER COATING SPEED ON EFFICIENCY IN POLYMER SOLAR CELLS
Bogdan-Alexandru Onose **Ion Murgescu** **Ștefan-Adrian Șontea**	Innovation and Development in Energy Association – IDEA, Romania	MITIGATION OF POWER DECLINE BY ELIMINATING MISMATCH LOSSES IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS
Ahmed Mohammed Jamal AMRLE **Oğuzhan ERBAŞ**	Kutahya Dumlupinar University, Türkiye	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT SURFACE COOLING TECHNIQUES ON ELECTRICITY GENERATION IN PHOTOVOLTAIC (PV) PANELS
Brahim Ennasraoui **Hamza Ighnih** **Redouane Haounati** **Hassan Ouachtak** **Naima Hafid** **Amane Jada** **Abdelaziz Ait Addi**	Ibn Zohr University, Morocco Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation Souss Massa, Morocco Université de Haute Alsace, France	MAGNETICALLY RECOVERABLE AND HIGHLY EFFICIENT SUN-LIGHT-ACTIVE Clay/CN/M/AgW NANOCOMPOSITES FOR PHOTOCATALYTIC DEGRADATIONS OF GM
Kürşat ÇOBAN **Prof. Dr. Nuri Yücel**	Gazi University, Türkiye	NUMERICAL ANALYSIS OF EFFECTS OF BLADE NUMBER AND BLADE PROFILE FOR LOW HEAD PICO SCALE KAPLAN TURBINE
Mohamed G Moh Almihat **Abdussalam Ali Ahmed** **Abdulgader Alsharif**	Cape Peninsula University of technology, South Africa Bani Waleed University, Libya Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia	TRENDS AND DEVELOPMENT OF WIND ENERGY: MINI-REVIEW
Abdussalam Ali Ahmed **Mohamed G Moh Almihat** **Abdulgader Alsharif** **Mohamed Belrzaeg** **Mohamed Mohamed Khaleel**	Bani Waleed University, Libya Cape Peninsula University of technology, South Africa Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia College of Applied Sciences and Technology, Libya Aeronautical Engineering Department College of Civil Aviation, Libya	LINEAR QUADRATIC REGULATOR CONTROLLER (LQR) FOR VEHICLE YAW RATE EVALUATION
Assist. Prof. Dr. Saksham Misra **Assist. Prof. Dr. Komal Srivastava**	Karnavati University, India	INCREASING LAND CONFLICTS IN INDIA'S RENEWABLE ENERGY EXPANSION – ARGUING FOR ENERGY DEMOCRACY
Buğra Kaplan **Prof. Dr. Nurdil ESKİN**	İstanbul Technical University, Türkiye	FORECASTING THE POWER GENERATION OF WIND TURBINES USING DIFFERENT REGRESSION MODELS BY MACHINE LEARNING ALGORITHMS

09.12.2022 / Hall-3 / TSI Time - 10^{00}:12^{00}

Zoom ID: 875 1097 1326 / Passcode: 020202

Head of Session: Dr. Miloudi Mohamed

Authors	Affiliation	Presentation title
Mehmet Fatih ASLAN **İbrahim YENİGÜN** **Dilek Oncel KOÇAR**	Harran University, Türkiye	ENERGY EFFICIENT APPROACHES TO PAVILLION DESIGN
Dilek Oncel KOÇAR **İbrahim YENİGÜN** **Mehmet Fatih ASLAN**	Harran University, Türkiye	EFFICIENCY-ENHANCING APPROACHES FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS
Elif MANCIK **Seher GÜZELÇOBAN MAYUK**	Gebze Technical University, Türkiye	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF THE BIM SYSTEM FOR ENERGY EFFICIENCY IN BUILDING RENOVATION PROCESSES
Hilab MANAL **Srili LEILA**	University Mohamed Khaider, Algeria	DAYLIGHTING OPTIMIZATION BASED ON DAYLIGHT FACTOR, DAYLIGHT AUTONOMY AND LUX ILLUMINANCE STUDY CASE COMMERCIAL BUILDING IN BISKRA CITY
ZHAO Mingkai **WANG Huihui** **JIN Xinyu**	Chang'an University, China	STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON FIBER COMPOSITES
Karlos Roberto da Silva Braga Martins **Vinicio Brasil Crepaldi**	Institute of Sao Paulo, Brazil	COMPUTATIONAL SIMULATION AND OPTIMIZATION STUDY OF AN AMMONIA-WATER COOLING SYSTEM
Seyed Saeed Madani	Karlsruhe Institute of Technology, Germany	A NOVEL APPROACH FOR MODELING OF LITHIUM-ION BATTERIES
Miloudi Mohamed **Mankour Mohamed** **Miloudi Houcine** **Bendaoud Abdelber** **Gourbi Abdelkader** **Rami Abdelkader**	University of Relizane, Algeria University of Sidi Bel Abbes, Algeria University of Oran, Algeria	A NOVEL HIGH-FREQUENCY ENERGY TRANSFORMER MODELING USING AN EXPERIMENTAL EMC TESTING
Mankour Mohamed **Miloudi Mohamed**	University of Relizane, Algeria	ANALYSIS OF AN HVDC CONNECTION USING A REAL-TIME SIMULATOR UNDER VARIOUS DISTURBANCES
Selen Öztürk Akbıyık **Semra Arslan Selçuk**	Kırıkkale University, Türkiye Gazi University, Türkiye	GLOBAL RESEARCH TRENDS ON THE USE OF BIM-BEM PROCESS AND TECHNOLOGIES FOR ENERGY EFFICIENT BUILDING DESIGN

09.12.2022 / Hall-4 / TSI Time - 10^{00}:12^{00}

Zoom ID: 875 1097 1326 / Passcode: 020202

Head of Session: Assoc. Prof. Dr. Ali DİNÇ

Authors	Affiliation	Presentation title
Yasin DURMAZ	Bülent Ecevit University, Türkiye	INVESTIGATION OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE MAIN FAN OF VENTILATION IN THE GELİK ENTERPRISE OF THE TURKEY HARD COAL AUTHORITY (TTK)
Umut MORDOĞAN **Onur POYRAZ** **Erdoğan Mert ŞEREN** **Derya Burcu ÖZKAN**	Yıldız Technical University, Türkiye Bogazici University, Türkiye	ENERGY PERFORMANCE EVALUATION OF A DOMESTIC DISHWASHER WITH HEAT RECOVERY SYSTEM
Alptuğ ÜNAL **Gamze DOĞAN**	Konya Technical University, Türkiye	INVESTIGATION OF MECHANICAL CHARACTERIZATION OF TRADITIONAL CONCRETE AND SIFCON
Mehmet Çağrı SOYLU **Kübra KESER**	Erciyes University, Türkiye	SIMPLE ARSENIC DETECTION ENABLING ON-SITE WATER MANAGEMENT
Ahmet AKBULUT **Fadime Menekse IKBAL** **Oğuzhan ERBAŞ**	Istanbul Gubre Sanayi A.S.. Türkiye Kutahya Dumlupinar University, Türkiye	PERFORMANCE COMPARISON OF FLUIDIZED BED COOLER AND VERTICAL COOLER UNITS FOR AMMONIUM NITRATE PRODUCTION PROCESS
Ali DİNÇ **Nilüfer PEKİN ALAKOÇ** **Yousef GHARBIA** **Mohamed ABOUELELA** **Nourah ALSANEA** **Ahmed Mohamed AMER**	American University of the Middle East, Kuwait	TURBOFAN ENGINE WEIGHT ESTIMATION USING REGRESSION ANALYSIS
Sercan DOĞAN **Sercan YAĞMUR** **Fevzi GÜMÜŞ**	Konya Technical University, Türkiye Nemutlu Pompa Döküm Müh. San. Ve Tic.Aş., Türkiye	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF IMPELLER-STATOR BLADE NUMBER MATCHING ON HYDRAULIC EFFICIENCY IN SUBMERSIBLE PUMPS
Merve ÇAKMAK ARI **Sibel BAŞAKÇILARDAN KABAKCI**	Yalova University, Türkiye	ORGANIZED INDUSTRIAL ZONES (OIZ) IN TURKEY IN THE GREEN DEAL PROCESS

09.12.2022 / Hall-5 / TSI Time - 10^{00}:12^{00}

Zoom ID: 875 1097 1326 / Passcode: 020202

Head of Session: Prof. Dr. Gamze GENÇ

Authors	Affiliation	Presentation title
Hakan YILDIZ **Hakki GÜLŞEN** **Abdulkadir ARSLAN**	Harran University, Türkiye	PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM DIFFERENT GENERATIONS: AN OVERVIEW
Hassana ISMAILI ALAOUI **Rabea ZIRI**	Ibn Tofail University, Morocco	THE ASSESSMENT OF REGULATORY ECOSYSTEM SERVICES: THE CASE OF THE CARBON STORAGE SERVICE USING INVEST MODEL IN THE
Yasemin Aykut **Ayşe Bayrakçeken Yurtcan**	Atatürk University, Türkiye	THE STEPS IN THE VALUE CHAIN OF HYDROGEN: THE ENERGY CARRIER OF OUR FUTURE
Yasemin Aykut **Ayşe Bayrakçeken Yurtcan**	Atatürk University, Türkiye	USE OF GRAPHITIC CARBON NITRIDE AS CATALYST SUPPORT IN PEM FUEL CELL
Pınar Çelik **Ayşe Bayrakçeken Yurtcan**	Atatürk University, Türkiye	MELAMINE DOPED CARBON BLACK AS CATALYST SUPPORT FOR PEM FUEL CELLS
Toumi Meriem **Abdelli Islem Safia** **Abdelmalek Fatiha** **Addou Ahmed**	Abdelhamid Ibn-Badis University, Algeria	EVALUATION AND VALORIZATION OF BIOGAS GENERATED BY THE DISPOSAL OF SOLID WASTE IN THE CAPITAL OF ALGERIA
Ata ÇAĞ **Batuhan TELCİ** **Okan BATIR** **Füsun TUT HAKLIDIR**	İstanbul Bilgi University, Türkiye	EVALUTION OF THE IMPACT OF THE EUROPEAN GREEN DEAL ACT ON THE GREEN ENERGY TRANSITION OF TURKEY BY THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS MODEL
Yalım GÜLTEKİN	Başkent University, Türkiye	The CONDITION and VISION of TURKEY IN ACCORDANCE WITH NET-ZERO CARBON EMISSION SCENARIOS and GOALS
Mary Charlemaine A. Abas **Gene Fe P. Palencia**	University of San Carlos, Philippines	SITE ASSESSMENT FOR WAVE ENERGY TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION ON SHORELINE, NEARSHORE AND OFFSHORE: A SYSTEMATIC REVIEW
Purushottam Kumar **BP Singh**	Dr. Bhimrao Ambedkar University, India	STUDY OF EFFECT IN Li-ion BATTERIES

09.12.2022 / Hall-6 / TSI Time - 10^{00}:12^{00}

Zoom ID: 875 1097 1326 / Passcode: 020202

Head of Session: Prof. Dr. Mohammad Shaheer Akhtar

Authors	Affiliation	Presentation title
Mohammed ElSaid SARHANI **Mohamed Lamine BELKHIR**	Université Amar Telidji de Laghouat, Algeria	PERFORMANCE STUDY OF PSC BASED ON FA-GeI_3 USING SCAPS-1D
Ishaq Yahaya Lawan **Abdulrahman Hudu** **Muhammed Adamu** **Ansar Bilyamin Adam**	Department of Chemistry, Nigerian Army University, Biu Department of Chemistry, federal university Wukari	WASTEWATER TREATMENT USING ACTIVATED CARBON DERIVED FROM DETARIUM MICROCARPUM SEED AND THEIR ADSORPTION ISOTHERM
Mohammad Imran **Eun-Bi Kim** **Prof. Dr. Mohammad Shaheer Akhtar** **Prof. Dr. Dong-Heui Kwak** **Prof. Dr. Sadia Ameen**	Jeonbuk National University, Republic of Korea	TUNGSTEN OXIDE NANOWALLS NANOSTRUCTURES GROWN BY CONTROLLED HFCVD PROCESS FOR ELECTROCHEMICAL DETECTION OF METHYLAMINE SOLUTION
Usman Lawal Usman **Sushmita Banerjee** **Nakshatra Bahadur Singh**	Sharda University, India Umaru Musa Yar'adua University, India	SUSTAINABLE REMOVAL OF HEXAVALENT CHROMIUM FROM CONTAMINATED WATER USING MAGNETITE (Fe_3O_4) MODIFIED WITH EXTRACTED SHRIMP SHELLS CHITOSAN
Adefemi Aka **Bello Abdulkabir Opeyemi** **Semiu Mudasiru Abiodun** **Ajibade Yusuff Adelabu**	Federal University of Technology Minna, Nigeria	ASSESSING THE IMPACT OF URBAN RENEWAL ON THE BUILT ENVIRONMENT IN NIGERIA
Mosab SAKKAY **Anas EL MAAKOUL** **Said SAADEDDINE**	University of Hassan II Casablanca, Morocco International University of Rabat, Morocco	NUMERICAL STUDY OF HEAT PIPE: INVESTIGATION OF BEHAVIOR AND RELIABILITY OF VISCOUS MODELS
Ounis Hadj Mohamed **Ounis Abelhafid**	University of Mostefa Ben Boulaid Batna 2 University Mohamed Khider, Algeria	PERFORMANCE AND EFFICIENCY OF A COMBINED PASSIVE LRB-FPS SYSTEM IN MITIGATING THE SEISMIC RESPONSE OF A LOW-RISE BUILDING

09.12.2022 / Hall-7 / TSI Time - 10^{00}:12^{00}

Zoom ID: 875 1097 1326 / Passcode: 020202

Head of Session: Prof. Dr. Berrabah Hamza Madjid

Authors	Affiliation	Presentation title
Rabah Delfouf **Nacerdine Bouzit** **Nacerdine Bourouba** **Salah Tlili**	University Ferhat Abbas Sétif 1, Algeria Kasdi Merbah Ouargla University, Algeria	DETERMINATION OF THE DIELECTRIC PROPERTIES OF A COMPOSITE MATERIAL IN THE X-BAND
Subhashish Dey	Gudlavalleru Engineering College, India	REMOVAL OF CHLORIDES AND HARDNESS FROM SYNTHETIC WATER BY USING BIOSORBENTS
Djouambi Nahla **Haoues Sabrina** **Pr. Mohamed Athmane Yallese** **Dr. BOUCHERIT Septi** **Dr. Belhadi Salim**	May 8th 1945 University, Algeria	MONO AND MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF CUTTING PARAMETERS DURING MACHINING OF POLYAMIDE PA6 USING TAGUCHI ANALYSIS BASED ON RATIO (S/N) AND DESIRABILITY FUNCTION APPROACH (DFA)
Prof. Dr. Berrabah Hamza Madjid **Prof. Dr. Bouderba Bachir**	Relizane University, Algeria Tissemsilet University, Algeria	BEHAVIOR OF FLEXED COMPOSITE PLATES UNDER THERMOMECHANICAL LOADS
Mr. Adeolu Matthew Adeleye **Mr. Aderemi Timothy Adeleye** **Mr. Mayowa Raphael Ajayi** **Mr. Obelawo Ibrahim Ajape** **Mr. Chuks K. Odoh** **Mrs. Olufayo Oluwakemi Augustina**	Community High School, Nigeria Chinese Academy of Sciences (CAS), Cina Federal Polytechnic Bida, Nigeria Federal University of Agriculture, Nigeria Ladoke Akintola University of Technology, Nigeria	MECHANISTIC INSIGHT AND APPLICATIONS OF ADSORPTION ISOTHERMS MODELS IN ANALYSIS OF ADSORBENTS' PERFORMANCE
PhD Student I.bouras **Dr. F.sekiou** **Dr.F.merrouchi**	L'arbi ben m'hidi University, Algeria	THE DISTRIBUTION OF PHYSICOCHEMECAL PARAMETERS OF WASTEWATER WITHIN CIRCULAR SETTLING TANK

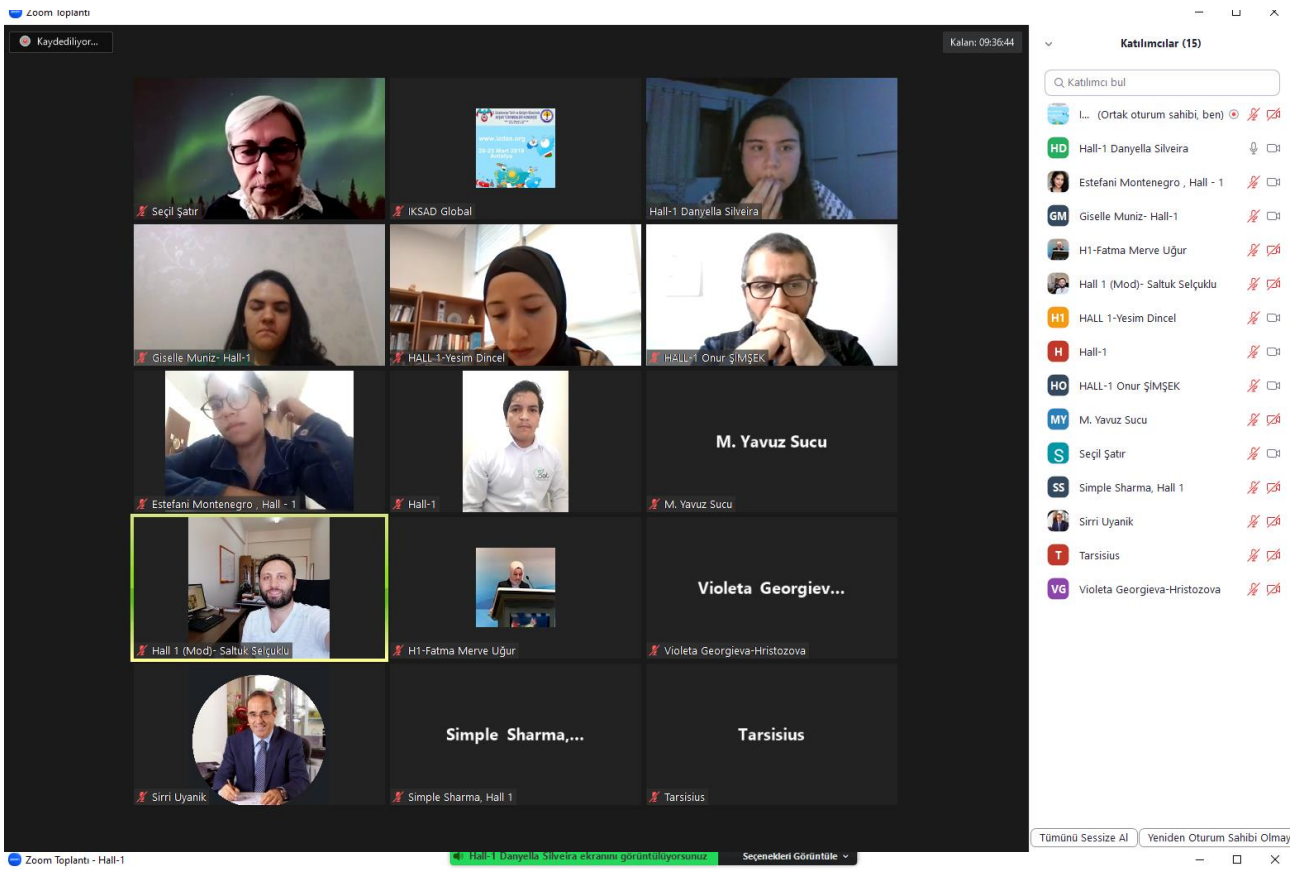
PHOTO GALLERY

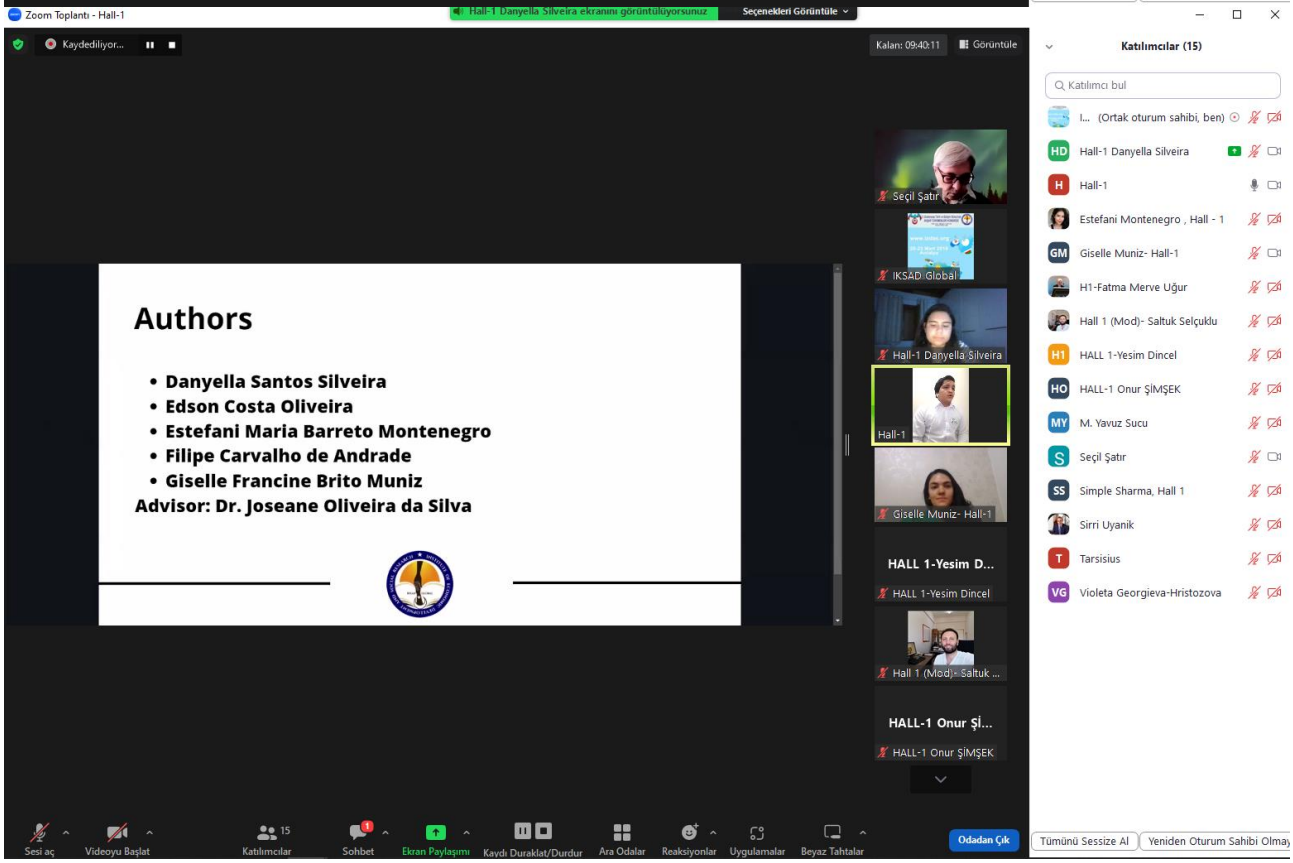
IKSAD
INSTITUTE

IKSAD
INSTITUTE

IWEC
II. International
World Energy Conference
DECEMBER 09-10, 2022
Kayseri, Türkiye

IWEC
II. International
World Energy Conference
DECEMBER 09-10, 2022
Kayseri, Türkiye


Zoom toplantı
Kaydediliyor...
Kalan: 09:36:44
Seçil Şatır
IKSAD Global
Hall-1 Danyella Silveira
Giselle Muniz- Hall-1
HALL 1-Yesim Dincel
HALL-1 Onur ŞİMŞEK
Estefani Montenegro , Hall - 1
Hall-1
M. Yavuz Sucu
Hall 1 (Mod)- Saltuk Selçuklu
H1-Fatma Merve Uğur
Violeta Georgiev...
Violeta Georgieva-Hristozova
Sirri Uyanik
Simple Sharma,...
Simple Sharma, Hall 1
Tarsisius
Katılımcılar (15)
Katılımcı bul
I... (Ortak oturum sahibi, ben)
Hall-1 Danyella Silveira
Estefani Montenegro , Hall - 1
Giselle Muniz- Hall-1
H1-Fatma Merve Uğur
Hall 1 (Mod)- Saltuk Selçuklu
HALL 1-Yesim Dincel
Hall-1
HALL-1 Onur ŞİMŞEK
M. Yavuz Sucu
Seçil Şatır
Simple Sharma, Hall 1
Sirri Uyanik
Tarsisius
Violeta Georgieva-Hristozova
Tümünü Sessize Al
Yeniden Oturum Sahibi Olmay


Zoom Toplantı - Hall-1
Hall-1 Danyella Silveira ekranını görüntülüyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Kaydediliyor...
Kalan: 09:40:11
Görüntüle
Authors
• Danyella Santos Silveira
• Edson Costa Oliveira
• Estefani Maria Barreto Montenegro
• Filipe Carvalho de Andrade
• Giselle Francine Brito Muniz
Advisor: Dr. Joseane Oliveira da Silva
Seçil Şatır
IKSAD Global
Hall-1 Danyella Silveira
Hall-1
Giselle Muniz- Hall-1
HALL 1-Yesim D...
HALL 1-Yesim Dincel
Hall 1 (Mod)- Saltuk ...
HALL-1 Onur Şİ...
HALL-1 Onur ŞİMŞEK
Katılımcılar (15)
Katılımcı bul
I... (Ortak oturum sahibi, ben)
Hall-1 Danyella Silveira
Hall-1
Estefani Montenegro , Hall - 1
Giselle Muniz- Hall-1
H1-Fatma Merve Uğur
Hall 1 (Mod)- Saltuk Selçuklu
HALL 1-Yesim Dincel
HALL-1 Onur ŞİMŞEK
M. Yavuz Sucu
Seçil Şatır
Simple Sharma, Hall 1
Sirri Uyanik
Tarsisius
Violeta Georgieva-Hristozova
Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydı Duraklat/Durdur
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Beyaz Tahtalar
Odadan Çık
Tümünü Sessize Al
Yeniden Oturum Sahibi Olmay

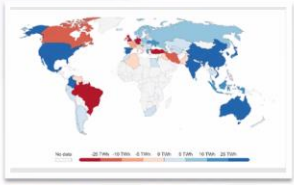
Kaydediliyor...

Hall-2, BUGRA KAPLAN ekranını görüntülüyorsunuz | Seçenekleri Görüntüle

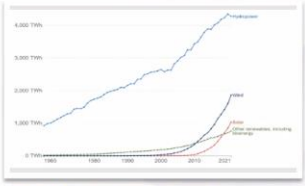
Kalan: 08:53:21 | Görüntüle

İTÜ 250 YIL

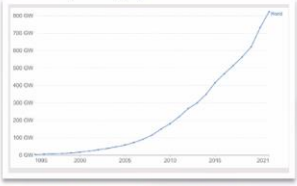
Rüzgar Enerjisi



Şekil 3 : Yenilenebilir Enerji vs Ülkeler (2021) [5].



Şekil 4 : Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi [5].



Şekil 5 : Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü Değişimi [5].

Enerji Kaynağı Türü	1965 Yılı Üretimi (TWh)	2021 Yılı Üretimi (TWh)	Yüzdesel Değişim (%)
Hidroenerji	923	4273	362
Rüzgar Enerjisi	8	1861	23162
Güneş Enerjisi	9	1032	11366
Diğer Yenilenebilir Enerji Çeşitleri	18	762	4133

Tablo 1 : Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değişimi[5].

Şekil 3 incelendiğinde Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak enerji üretilen ülkelerin başında 2020 yılına kıyasla üretimini 706 TWh arttıran Çin gelirken, Çin'i 162 TWh artışla ABD ve 46 TWh artışla Hindistan izlemektedir.

Şekil 4 incelendiğinde yenilenebilir enerji kaynakları arasında lokomotif türün hidroenerji olduğu görülmekle beraber hidroenerjiyi sırasıyla rüzgar enerjisi, güneş enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları (jeotermal, biyoenerji vs.) izlemektedir.

Tablo 1'den de görüleceği üzere yenilenebilir enerji kaynakları kıyaslandığında 1965 ile 2021 yılları arasında enerji üretimi açısından en büyük değişimi %23162'lik büyümeyle rüzgar enerjisi göstermektedir.

Hall 2-Semih Yurtdaş

Hall-2 Observer

Hall-2 Observer

H2 Ahmed Mohammed

Hall-2, BUGRA KAPLAN

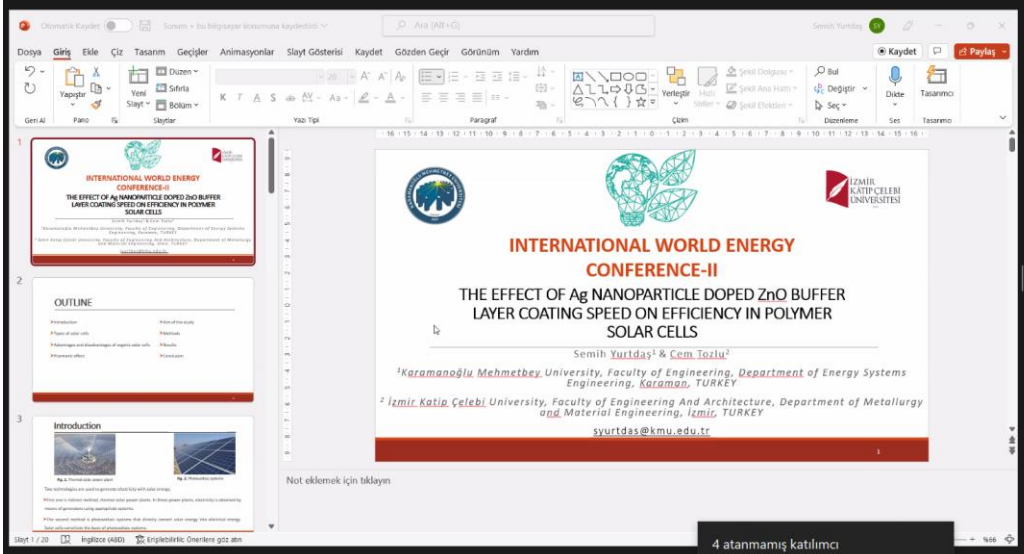
Hall2-Prof. M. Serdar GE...

Sesi aç | Videoyu Başlat | Katılımcılar 7 | Sohbet | Ekran Paylaşımı | Kaydı Duraklat/Durdur | Ara Odalar | Reaksiyonlar | Uygulamalar | Odadan Çık

Kaydediliyor...

Hall 2-Semih Yurtdaş ekranını görüntülüyorsunuz | Seçenekleri Görüntüle

Kalan: 09:53:06 | Görüntüle



4 atanmamış katılımcı

Hall-2, BUGRA KAPLAN

Hall-2 Observer

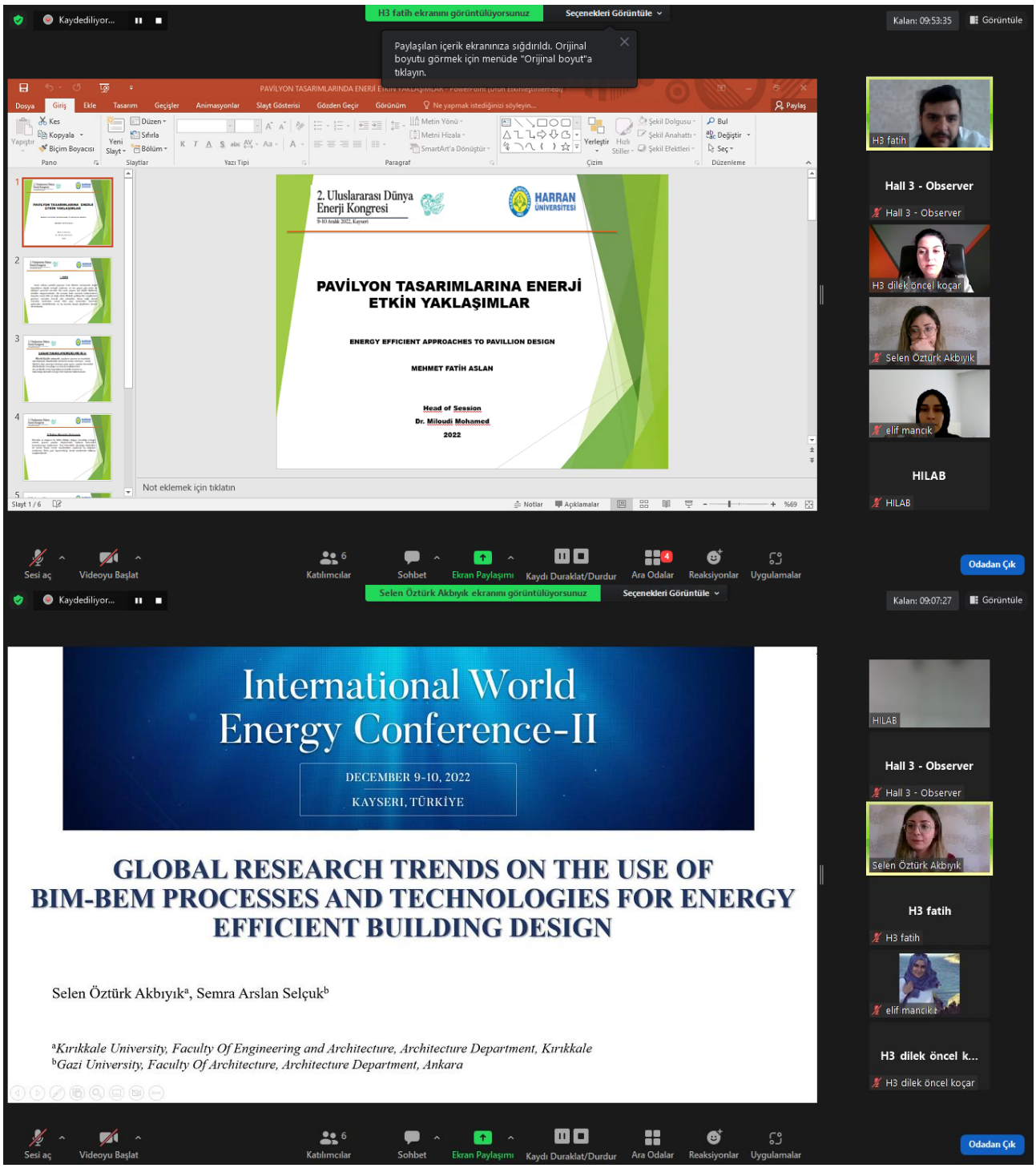
Hall-2 Observer

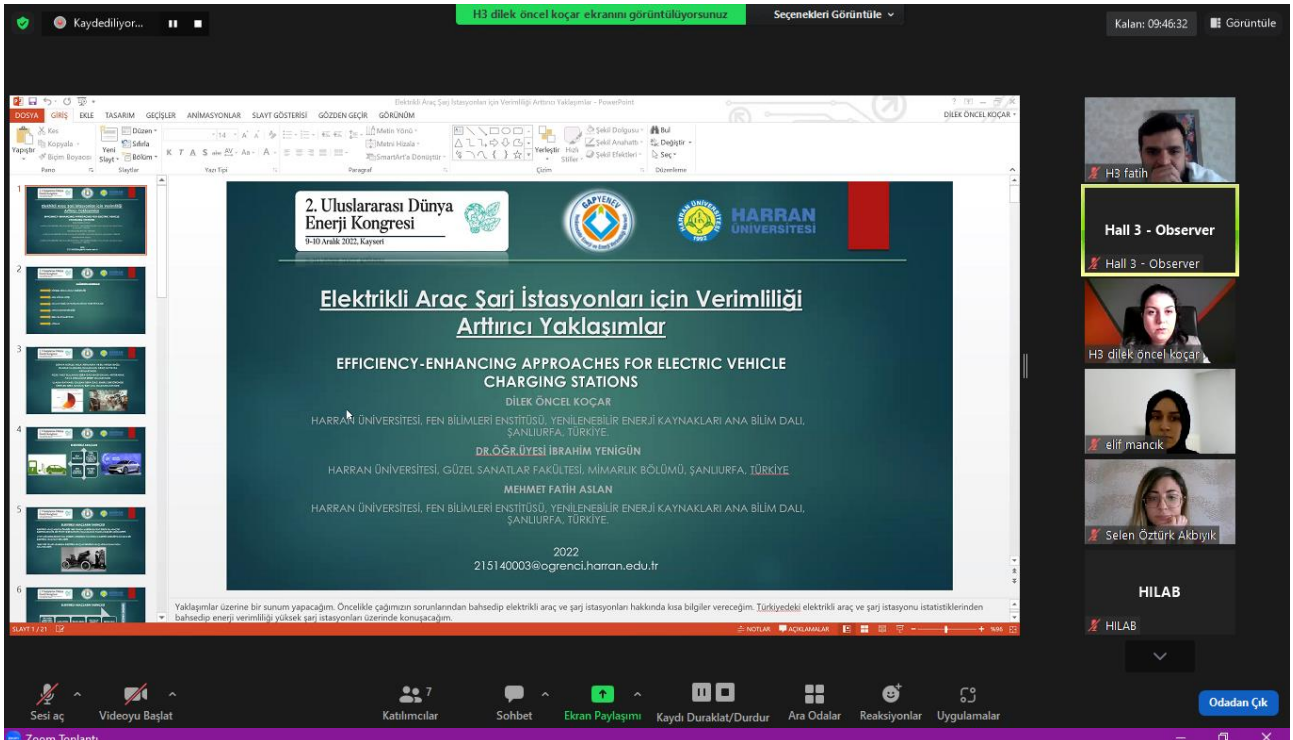
Hall 2, Kürşat Çoban

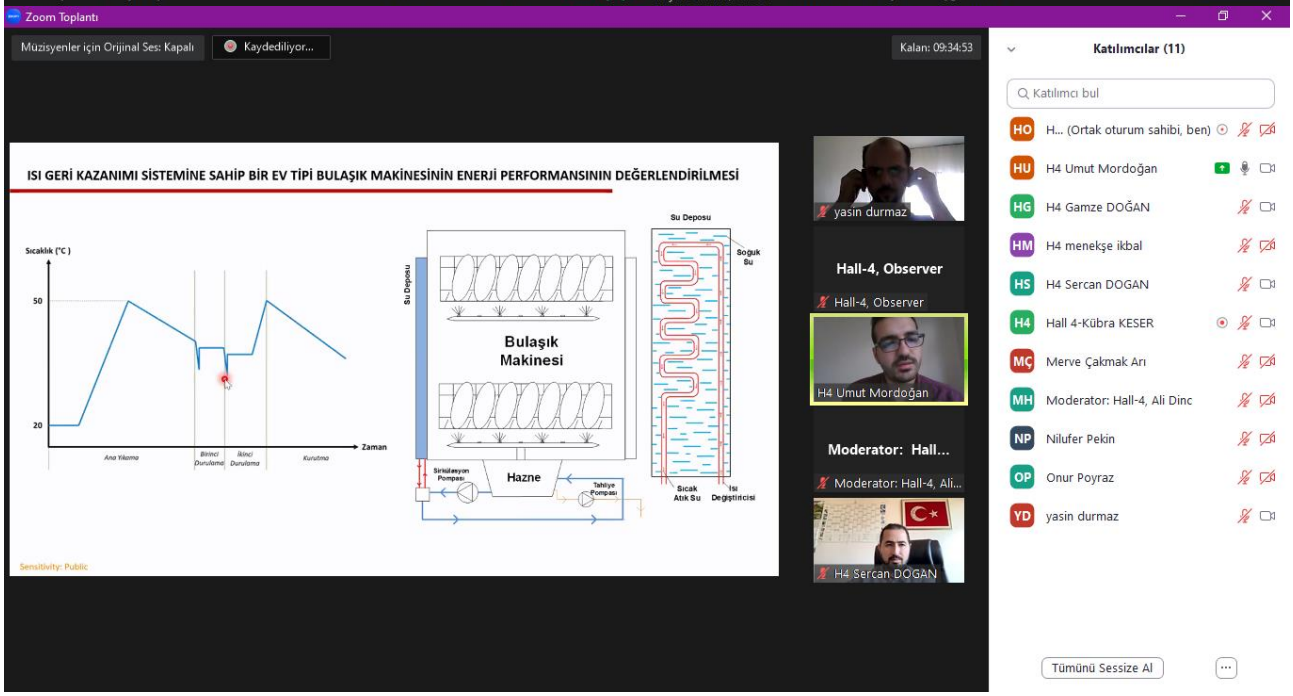
Hall 2-Semih Yurtdaş

Hall2-Prof. M. Serdar GENÇ

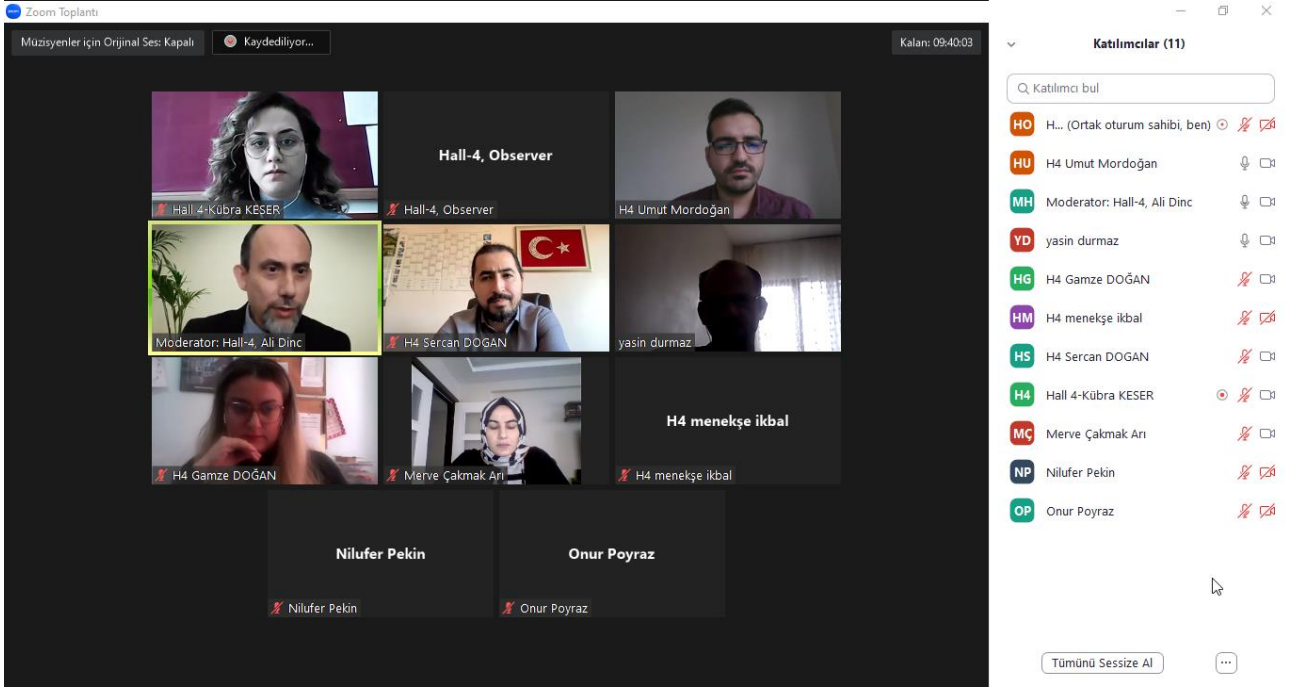
Sesi aç | Videoyu Başlat | Katılımcılar 8 | Sohbet | Ekran Paylaşımı | Kaydı Duraklat/Durdur | Ara Odalar 4 | Reaksiyonlar | Uygulamalar | Odadan Çık

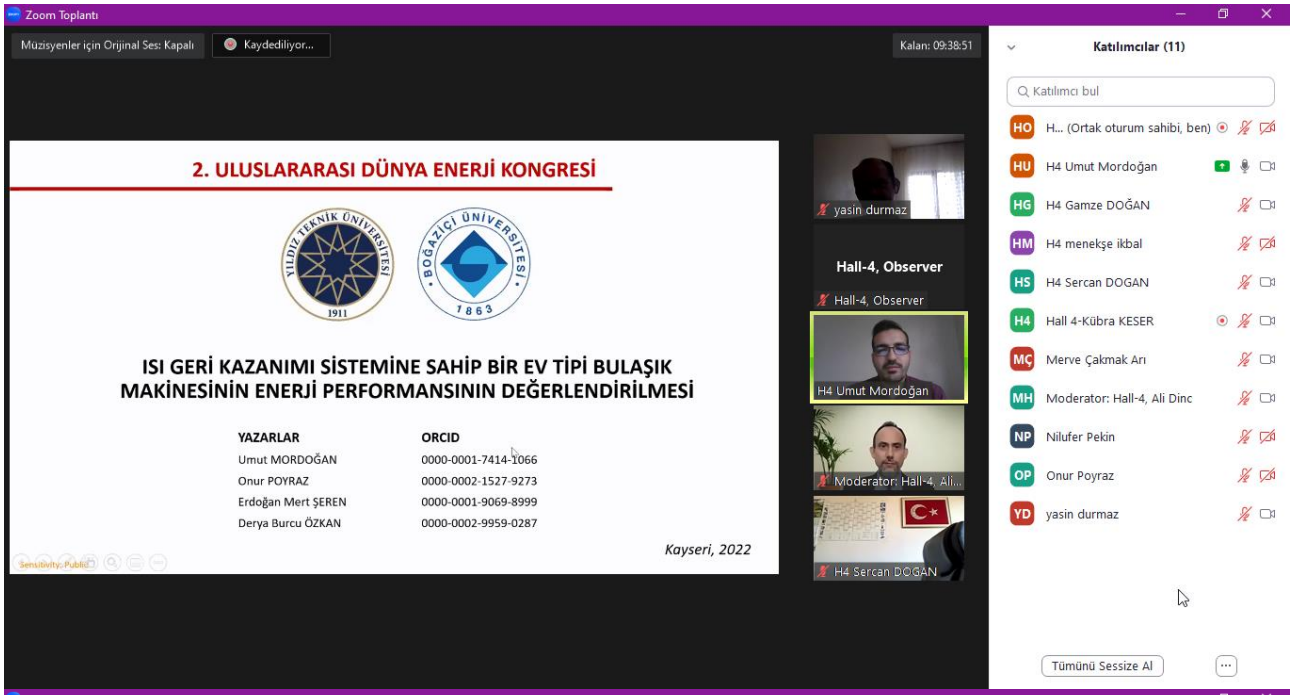

Kaydediliyor...
H3 fatih ekranını görüntülüyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Paylaşılan içerik ekranınıza sığdırıldı. Orijinal boyutu görmek için menüde "Orijinal boyut"a tıklayın.
Kalan: 09:53:35
Görüntüle
2. Uluslararası Dünya Enerji Kongresi
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
PAVİLYON TASARIMLARINA ENERJİ ETKİN YAKLAŞIMLAR
ENERGY EFFICIENT APPROACHES TO PAVILLION DESIGN
MEHMET FATİH ASLAN
Head of Session
Dr. Miloudi Mohamed
2022
Not eklemek için tıklatın
H3 fatih
Hall 3 - Observer
H3 dilek öncel koçar
Selen Öztürk Akbıyık
elif mancik
HILAB
Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydı Duraklat/Durdur
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Odadan Çık
Selen Öztürk Akbıyık ekranını görüntülüyorsunuz
Kalan: 09:07:27
International World Energy Conference-II
DECEMBER 9-10, 2022
KAYSERI, TÜRKİYE
GLOBAL RESEARCH TRENDS ON THE USE OF BIM-BEM PROCESSES AND TECHNOLOGIES FOR ENERGY EFFICIENT BUILDING DESIGN
Selen Öztürk Akbıyık[a], Semra Arslan Selçuk[b]
[a]Kırıkkale University, Faculty Of Engineering and Architecture, Architecture Department, Kırıkkale
[b]Gazi University, Faculty Of Architecture, Architecture Department, Ankara
H3 dilek öncel k...


Kaydediliyor...
H3 dilek öncel koçar ekranını görüntülüyorsunuz
Seçenekleri Görüntüle
Kalan: 09:46:32
Görüntüle
2. Uluslararası Dünya Enerji Kongresi
9-10 Aralık 2022, Kayseri
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
Elektrikli Araç Şarj İstasyonları için Verimliliği Arttırıcı Yaklaşımlar
EFFICIENCY-ENHANCING APPROACHES FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS
DİLEK ÖNCEL KOÇAR
HARRAN ÜNİVERSİTESİ, FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ANA BİLİM DALI, ŞANLIURFA, TÜRKİYE.
DR.ÖĞR.ÜYESİ İBRAHİM YENİGÜN
HARRAN ÜNİVERSİTESİ, GÜZEL SANATLAR FAKÜLTESİ, MİMARLIK BÖLÜMÜ, ŞANLIURFA, TÜRKİYE
MEHMET FATİH ASLAN
HARRAN ÜNİVERSİTESİ, FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ANA BİLİM DALI, ŞANLIURFA, TÜRKİYE.
2022
215140003@ogrenci.harran.edu.tr
H3 fatih
Hall 3 - Observer
H3 dilek öncel koçar
elif mancık
Selen Öztürk Akbıyık
HILAB
Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydı Duraklat/Durdur
Ara Odalar
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Odadan Çık

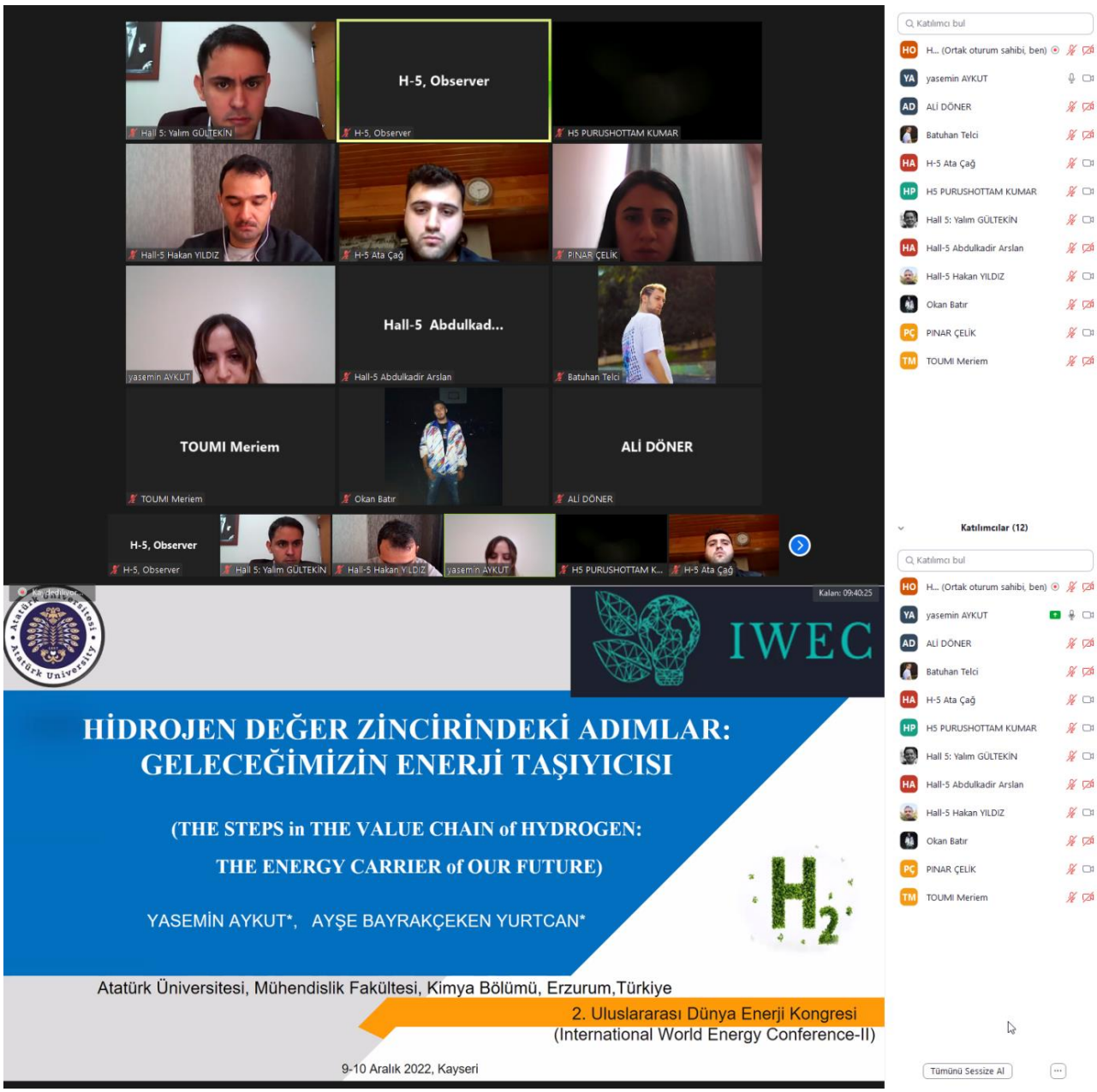

Zoom Toplantı
Müzisyenler için Orijinal Ses: Kapalı
Kaydediliyor...
Kalan: 09:34:53
ISI GERİ KAZANIMI SİSTEMİNE SAHİP BİR EV TİPİ BULAŞIK MAKİNESİNİN ENERJİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ
Sıcaklık (°C)
50
20
Zaman
Ana Yıkama
Birinci Durulama
İkinci Durulama
Kurutma
Su Deposu
Soğuk Su
Bulaşık Makinesi
Hazne
Sirkülasyon Pompası
Tahliye Pompası
Sıcak Atık Su
Isı Değiştiricisi
Sensitivity: Public
yasin durmaz
Hall-4, Observer
H4 Umut Mordoğan
Moderator: Hall...
Moderator: Hall-4, Ali...
H4 Sercan DOGAN
Katılımcılar (11)
Katılımcı bul
H... (Ortak oturum sahibi, ben)
H4 Umut Mordoğan
H4 Gamze DOĞAN
H4 menekşe ikbal
H4 Sercan DOGAN
Hall 4-Kübra KESER
Merve Çakmak Arı
Moderator: Hall-4, Ali Dinc
Nilufer Pekin
Onur Poyraz
yasin durmaz
Tümünü Sessize Al

Zoom Toplantı - Hall-4
Hall-4, Observer
Hall 4-Kübra KESER
Moderator: Hall-4, Ali...
yasin durmaz
H4 Umut Mordoğan
Görüntüle
Müzisyenler için Orijinal Ses: Kapalı
Kaydediliyor...
Kalan: 09:54:52
T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ
DÜZENLEYEN :YASİN DURMAZ
TÜRKİYE TAŞ KÖMÜRLERİ KURUMU(TTK)
GELİK İŞLETMESİNDE ANA HAVALANDIRMA
FANININ EKONOMİK AÇIDAN VERİMLİLİĞİNİN
İNCELENMESİ
Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydı Duraklat/Durdur
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Daha fazla
Odadan Çık
Katılımcılar (9)
Katılımcı bul
H... (Ortak oturum sahibi, ben)
yasin durmaz
H4 Gamze DOĞAN
H4 menekşe ikbal
H4 Sercan DOGAN
H4 Umut Mordoğan
Hall 4-Kübra KESER
Merve Çakmak Arı
Moderator: Hall-4, Ali Dinc
Tümünü Sessize Al


Zoom Toplantı
Müzisyenler için Orijinal Ses: Kapalı
Kaydediliyor...
Kalan: 09:40:03
Hall 4-Kübra KESER
Hall-4, Observer
H4 Umut Mordoğan
Moderator: Hall-4, Ali Dinc
H4 Sercan DOĞAN
yasin durmaz
H4 Gamze DOĞAN
Merve Çakmak Arı
H4 menekşe ikbal
Nilufer Pekin
Onur Poyraz
Katılımcılar (11)
Katılımcı bul
H... (Ortak oturum sahibi, ben)
H4 Umut Mordoğan
Moderator: Hall-4, Ali Dinc
yasin durmaz
H4 Gamze DOĞAN
H4 menekşe ikbal
H4 Sercan DOGAN
Hall 4-Kübra KESER
Merve Çakmak Arı
Nilufer Pekin
Onur Poyraz
Tümünü Sessize Al


Zoom Toplantı
Müzisyenler için Orijinal Ses: Kapalı
Kaydediliyor...
Kalan: 09:38:51
2. ULUSLARARASI DÜNYA ENERJİ KONGRESİ
ISI GERİ KAZANIMI SİSTEMİNE SAHİP BİR EV TİPİ BULAŞIK MAKİNESİNİN ENERJİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ
YAZARLAR
ORCID
Umut MORDOĞAN
0000-0001-7414-1066
Onur POYRAZ
0000-0002-1527-9273
Erdoğan Mert ŞEREN
0000-0001-9069-8999
Derya Burcu ÖZKAN
0000-0002-9959-0287
Kayseri, 2022
yasin durmaz
Hall-4, Observer
H4 Umut Mordoğan
Moderator: Hall-4, Ali...
H4 Sercan DOĞAN
Katılımcılar (11)
Katılımcı bul
H... (Ortak oturum sahibi, ben)
H4 Umut Mordoğan
H4 Gamze DOĞAN
H4 menekşe ikbal
H4 Sercan DOGAN
Hall 4-Kübra KESER
Merve Çakmak Arı
Moderator: Hall-4, Ali Dinc
Nilufer Pekin
Onur Poyraz
yasin durmaz
Tümünü Sessize Al

Zoom Toplantı - Hall-4
Müzisyenler için Orijinal Ses: Kapalı
Kaydediliyor...
Kalan: 08:15:50
Görüntüle
International World Energy Conference-II
nemutlu
POMPA DÖKÜM MÜHENDİSLİK SAN.ve TİC. A.Ş.
INVESTIGATION OF THE EFFECT OF IMPELLER-STATOR BLADE NUMBER MATCHING ON HYDRAULIC EFFICIENCY IN SUBMERSIBLE PUMPS
Sercan DOGAN
Konya Technical University
December 9-10, 2022
Kayseri
H4 Sercan DOGAN
Hall-4, Observer
Merve Çakmak...
Moderator: Hall-4, Ali Di...
Hall 4-Kübra KESER
Katılımcılar (12)
Katılımcı bul
H... (Ortak oturum sahibi, ben)
Moderator: Hall-4, Ali Dinc
H4 Sercan DOGAN
Gamze DOĞAN
H2 Ahmed Mohammed
H4 Umut Mordoğan
Hall 4-Kübra KESER
menekşe ikbal
Merve Çakmak Arı
Nilufer Pekin
Sibel B KABAKCI
yasin durmaz
Tümünü Sessize Al
Sesi aç
Videoyu Başlat
Katılımcılar
Sohbet
Ekran Paylaşımı
Kaydı Duraklat/Durdur
Reaksiyonlar
Uygulamalar
Daha fazla
Odadan Çık


H-5, Observer
Hall 5: Yalım GÜLTEKİN
H5 PURUSHOTTAM KUMAR
Hall-5 Hakan YILDIZ
H-5 Ata Çağ
PINAR ÇELİK
yasemin AYKUT
Hall-5 Abdulkad...
Hall-5 Abdulkadir Arslan
Batuhan Telci
TOUMI Meriem
Okan Batır
ALİ DÖNER
Katılımcılar (12)
Katılımcı bul
H... (Ortak oturum sahibi, ben)
yasemin AYKUT
ALİ DÖNER
Batuhan Telci
H-5 Ata Çağ
H5 PURUSHOTTAM KUMAR
Hall 5: Yalım GÜLTEKİN
Hall-5 Abdulkadir Arslan
Hall-5 Hakan YILDIZ
Okan Batır
PINAR ÇELİK
TOUMI Meriem
Tümünü Sessize Al
Kalan: 09:40:25
IWEC
HİDROJEN DEĞER ZİNCİRİNDEKİ ADIMLAR:
GELECEĞİMİZİN ENERJİ TAŞIYICISI
(THE STEPS in THE VALUE CHAIN of HYDROGEN:
THE ENERGY CARRIER of OUR FUTURE)
YASEMİN AYKUT*, AYŞE BAYRAKÇEKEN YURTCAN*
Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Bölümü, Erzurum,Türkiye
2. Uluslararası Dünya Enerji Kongresi
(International World Energy Conference-II)
9-10 Aralık 2022, Kayseri

CONTENT

CONFERENCE ID	I
SCIENTIFIC & REVIEW COMMITTEE	II
PHOTO GALLERY	III
PROGRAM	IV
CONTENT	V

Author	Title	No
Kürşat ÇOBAN **Nuri Yücel**	NUMERICAL ANALYSIS OF EFFECTS OF BLADE NUMBER AND BLADE PROFILE FOR LOW HEAD PICO SCALE KAPLAN TURBINE	1
Ali DÖNER **Serap TOPRAK DÖŞLÜ**	Pt MODIFIED COPPER COATED COPPER AS AN EFFICIENT ELECTROCATALYST FOR HYDROGEN EVOLUTION	12
Halil CECEN	REVIEW OF THE CURRENT REGULATIONS IN THE EUROPEAN UNION REGARDING REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN MARITIME TRANSPORT ACTIVITIES	22
Halil CECEN	REVIEW OF ENERGY CONVERSION FROM FOSSIL FUELS TO RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE TURKISH MARITIME TRANSPORT SECTOR WITHIN THE FRAMEWORK OF COMPATIBILITY WITH THE ACQUIS COMMUNAUTAIRE	26
Leyla Ercan **Serap Toprak Döşlü**	INVESTIGATION OF PHYSICAL PROPERTIES AND CORROSION EFFECT OF BIODIESEL PRODUCED FROM BLACK SEED OIL	30
Fidan Büşra GÜRSOY **Şükrü Taner AZGIN** **Mustafa Serdar GENÇ**	EVALUATION OF ERCIYES UNIVERSITY CAMPUS IN TERMS OF CARBON FOOTPRINT	38
Adeolu Matthew Adeleye **Aderemi Timothy Adeleye** **Mayowa Raphael Ajayi** **Obelawo Ibrahim Ajape** **Chuks K. Odoh** **Olufayo Oluwakemi Augustina**	MECHANISTIC INSIGHT AND APPLICATIONS OF ADSORPTION ISOTHERMS MODELS IN ANALYSIS OF ADSORBENTS' PERFORMANCE	45
I.bouras **F.sekiou** **F.merrouchi**	THE DISTRIBUTION OF PHYSICOCHEMECAL PARAMETERS OF WASTEWATER WITHIN CIRCULAR SETTLING TANK	46
Melih MANIR **Derya BAL ALTUNTAŞ** **Zeliha Kübra SESEN** **Göksel AYTEMİZ** **Vagif NEVRUZOĞLU**	DOUBLE AND INVESTIGATION OF TEA BUSH-BASED NANOMATERIALS WITH SILVER ATOMS AT CRYOGENIC TEMPERATURES	47
İhsan KURAN **İlknur Yeşim DİNÇEL KIRATOĞLU**	RENEWABLE ENERGY IN THE REGIONAL DEVELOPMENT PROCESS: THE CASE OF THE TRC2 REGION	56
Giselle Francine Brito Muniz **Danyella Santos Silveira** **Filipe Carvalho de Andrade** **Edson Costa Silva** **Estefani Maria Barreto Montenegro** **Joseane Oliveira da Silva**	ENERGY EFFICIENCY: EDUCATIONAL WORKSHOP FOR BASIC EDUCATION IN SOUTHEASTERN BAHIA	57
Halil TUNALI **Onur ŞİMŞEK**	ANALYSIS OF NATIONAL STRATEGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND POLICY RECOMMENDATIONS IN OECD COUNTRIES	61

Sırrı UYANIK **Muhammet Yavuz SUCU**	DOES THE GLOBAL ENERGY CRISIS PUSH BACK THE URGENCY OF THE ENVIRONMENT and CLIMATE POLICIES?	77
Simple Sharma	VALORIZATION OF FOOD WASTE TOWARDS GREEN ENVIRONMENT	79
Bhargavchandar T. **Dinesh S.** **Gnanaprakash** **Bennila Thangammal**	WATER QUALITY MONITORING SYSTEM	80
Seçil ŞATIR **Yıldırım B. KESTANE**	WATER AS AN ENERGY SOURCE WITH ITS QUALITIES: A GENERATOR	81
Tarsisius Gahadzikwa	ALTERNATIVE ENERGY; THE KEY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS	90
Violeta Georgieva-Hristozova	ENERGY FOR EVERYONE	91
Lawal Idris Sada **Mudassir Hassan**	EFFECTS OF SOCIO-ECONOMIC STATUS ON MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION AND COMPOSITION IN FUNTUA, KATSINA STATE	92
Semih Yurtdaş **Cem Tozlu**	THE EFFECT OF Ag NANOPARTICLE DOPED ZnO BUFFER LAYER COATING SPEED ON EFFICIENCY IN POLYMER SOLAR CELLS	99
Bogdan-Alexandru Onose **Ion Murgescu** **Ştefan-Adrian Şontea**	MITIGATION OF POWER DECLINE BY ELIMINATING MISMATCH LOSSES IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS	104
Ahmed Mohammed Jamal AMRLE **Oğuzhan ERBAŞ**	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT SURFACE COOLING TECHNIQUES ON ELECTRICITY GENERATION IN PHOTOVOLTAIC (PV) PANELS	105
Brahim Ennasraoui **Hamza Ighnih** **Redouane Haounati** **Hassan Ouachtak** **Naima Hafid** **Amane Jada** **Abdelaziz Ait Addi**	MAGNETICALLY RECOVERABLE AND HIGHLY EFFICIENT SUN-LIGHT-ACTIVE Clay/CN/M/AgW NANOCOMPOSITES FOR PHOTOCATALYTIC DEGRADATIONS OF GM	114
Mohamed G Moh Almihat **Abdussalam Ali Ahmed** **Abdulgader Alsharif**	TRENDS AND DEVELOPMENT OF WIND ENERGY: MINI-REVIEW	115
Abdussalam Ali Ahmed **Mohamed G Moh Almihat** **Abdulgader Alsharif** **Mohamed Belrzaeg** **Mohamed Mohamed Khaleel**	LINEAR QUADRATIC REGULATOR CONTROLLER (LQR) FOR VEHICLE YAW RATE EVALUATION	120
Saksham Misra **Komal Srivastava**	INCREASING LAND CONFLICTS IN INDIA'S RENEWABLE ENERGY EXPANSION – ARGUING FOR ENERGY DEMOCRACY	132
Buğra Kaplan **Nurdil ESKİN**	FORECASTING THE POWER GENERATION OF WIND TURBINES USING DIFFERENT REGRESSION MODELS BY MACHINE LEARNING ALGORITHMS	133
Mehmet Fatih ASLAN **İbrahim YENİGÜN** **Dilek Oncel KOÇAR**	ENERGY EFFICIENT APPROACHES TO PAVILLION DESIGN	142
Dilek Oncel KOÇAR **İbrahim YENİGÜN** **Mehmet Fatih ASLAN**	EFFICIENCY-ENHANCING APPROACHES FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS	144
Elif MANCIK **Seher GÜZELÇOBAN MAYUK**	INVESTIGATION OF THE USABILITY OF THE BIM SYSTEM FOR ENERGY EFFICIENCY IN BUILDING RENOVATION PROCESSES	146
Hilab MANAL **Srili LEILA**	DAYLIGHTING OPTIMIZATION BASED ON DAYLIGHT FACTOR, DAYLIGHT AUTONOMY AND LUX	156

	ILLUMINANCE STUDY CASE COMMERCIAL BUILDING IN BISKRA CITY	
ZHAO Mingkai **WANG Huihui** **JIN Xinyu**	STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON FIBER COMPOSITES	157
Karlos Roberto da Silva Braga Martins **Vinicio Brasil Crepaldi**	COMPUTATIONAL SIMULATION AND OPTIMIZATION STUDY OF AN AMMONIA-WATER COOLING SYSTEM	158
Seyed Saeed Madani	A NOVEL APPROACH FOR MODELING OF LITHIUM-ION BATTERIES	159
Miloudi Mohamed **Mankour Mohamed** **Miloudi Houcine** **Bendaoud Abdelber** **Gourbi Abdelkader** **Rami Abdelkader**	A NOVEL HIGH-FREQUENCY ENERGY TRANSFORMER MODELING USING AN EXPERIMENTAL EMC TESTING	166
Mankour Mohamed **Miloudi Mohamed**	ANALYSIS OF AN HVDC CONNECTION USING A REAL-TIME SIMULATOR UNDER VARIOUS DISTURBANCES	167
Selen Öztürk Akbıyık **Semra Arslan Selçuk**	GLOBAL RESEARCH TRENDS ON THE USE OF BIM-BEM PROCESS AND TECHNOLOGIES FOR ENERGY EFFICIENT BUILDING DESIGN	168
Yasin DURMAZ	INVESTIGATION OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE MAIN FAN OF VENTILATION IN THE GELİK ENTERPRISE OF THE TURKEY HARD COAL AUTHORITY (TTK)	178
Umut MORDOĞAN **Onur POYRAZ** **Erdoğan Mert ŞEREN** **Derya Burcu ÖZKAN**	ENERGY PERFORMANCE EVALUATION OF A DOMESTIC DISHWASHER WITH HEAT RECOVERY SYSTEM	180
Alptuğ ÜNAL **Gamze DOĞAN**	INVESTIGATION OF MECHANICAL CHARACTERIZATION OF TRADITIONAL CONCRETE AND SIFCON	193
Mehmet Çağrı SOYLU **Kübra KESER**	SIMPLE ARSENIC DETECTION ENABLING ON-SITE WATER MANAGEMENT	199
Fadime Menekse IKBAL **Ahmet AKBULUT** **Oğuzhan ERBAŞ**	PERFORMANCE COMPARISON OF FLUIDIZED BED COOLER AND VERTICAL COOLER UNITS FOR AMMONIUM NITRATE PRODUCTION PROCESS	200
Ali DİNÇ **Nilüfer PEKİN ALAKOÇ** **Yousef GHARBIA** **Mohamed ABOUELELA** **Nourah ALSANEA** **Ahmed Mohamed AMER**	TURBOFAN ENGINE WEIGHT ESTIMATION USING REGRESSION ANALYSIS	208
Sercan DOĞAN **Sercan YAĞMUR** **Fevzi GÜMÜŞ**	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF IMPELLER-STATOR BLADE NUMBER MATCHING ON HYDRAULIC EFFICIENCY IN SUBMERSIBLE PUMPS	210
Merve ÇAKMAK ARI **Sibel BAŞAKÇILARDAN KABAKCI**	ORGANIZED INDUSTRIAL ZONES (OIZ) IN TURKEY IN THE GREEN DEAL PROCESS	212
Hakan YILDIZ **Hakki GÜLŞEN** **Abdulkadir ARSLAN**	PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM DIFFERENT GENERATIONS: AN OVERVIEW	214
Hassana ISMAILI ALAOUI **Rabea ZIRI**	THE ASSESSMENT OF REGULATORY ECOSYSTEM SERVICES: THE CASE OF THE CARBON STORAGE SERVICE USING INVEST MODEL IN THE	222
Yasemin Aykut **Ayşe Bayrakçeken Yurtcan**	THE STEPS IN THE VALUE CHAIN OF HYDROGEN: THE ENERGY CARRIER OF OUR FUTURE	223
Yasemin Aykut **Ayşe Bayrakçeken Yurtcan**	USE OF GRAPHITIC CARBON NITRIDE AS CATALYST SUPPORT IN PEM FUEL CELL	229
Pınar Çelik **Ayşe Bayrakçeken Yurtcan**	MELAMINE DOPED CARBON BLACK AS CATALYST SUPPORT FOR PEM FUEL CELLS	234

Toumi Meriem **Abdelli Islem Safia** **Abdelmalek Fatiha** **Addou Ahmed**	EVALUATION AND VALORIZATION OF BIOGAS GENERATED BY THE DISPOSAL OF SOLID WASTE IN THE CAPITAL OF ALGERIA	239
Ata ÇAĞ **Batuhan TELCİ** **Okan BATIR** **Füsun TUT HAKLIDIR**	EVALUTION OF THE IMPACT OF THE EUROPEAN GREEN DEAL ACT ON THE GREEN ENERGY TRANSITION OF TURKEY BY THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS MODEL	247
Yalım GÜLTEKİN	The CONDITION and VISION of TURKEY IN ACCORDANCE WITH NET-ZERO CARBON EMISSION SCENARIOS and GOALS	259
Mary Charlemaine A. Abas **Gene Fe P. Palencia**	SITE ASSESSMENT FOR WAVE ENERGY TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION ON SHORELINE, NEARSHORE AND OFFSHORE: A SYSTEMATIC REVIEW	261
Purushottam Kumar **BP Singh**	STUDY OF EFFECT IN Li-ion BATTERIES	262
Mohammed ElSaid SARHANI **Mohamed Lamine BELKHIR**	PERFORMANCE STUDY OF PSC BASED ON FA-GeI_3 USING SCAPS-1D	272
Ishaq Yahaya Lawan **Abdulrahman Hudu** **Muhammed Adamu** **Ansar Bilyamin Adam**	WASTEWATER TREATMENT USING ACTIVATED CARBON DERIVED FROM DETARIUM MICROCARPUM SEED AND THEIR ADSORPTION ISOTHERM	273
Mohammad Imran **Eun-Bi Kim** **Mohammad Shaheer Akhtar** **Dong-Heui Kwak** **Sadia Ameen**	TUNGSTEN OXIDE NANOWALLS NANOSTRUCTURES GROWN BY CONTROLLED HFCVD PROCESS FOR ELECTROCHEMICAL DETECTION OF METHYLAMINE SOLUTION	274
Usman Lawal Usman **Sushmita Banerjee** **Nakshatra Bahadur Singh**	SUSTAINABLE REMOVAL OF HEXAVALENT CHROMIUM FROM CONTAMINATED WATER USING MAGNETITE (Fe_3O_4) MODIFIED WITH EXTRACTED SHRIMP SHELLS CHITOSAN	275
Adefemi Aka **Bello Abdulkabir Opeyemi** **Semiu Mudasiru Abiodun** **Ajibade Yusuff Adelabu**	ASSESSING THE IMPACT OF URBAN RENEWAL ON THE BUILT ENVIRONMENT IN NIGERIA	276
Mosab SAKKAY **Anas EL MAAKOUL** **Said SAADEDDINE**	NUMERICAL STUDY OF HEAT PIPE: INVESTIGATION OF BEHAVIOR AND RELIABILITY OF VISCOUS MODELS	277
Ounis Hadj Mohamed **Ounis Abelhafid**	PERFORMANCE AND EFFICIENCY OF A COMBINED PASSIVE LRB-FPS SYSTEM IN MITIGATING THE SEISMIC RESPONSE OF A LOW-RISE BUILDING	278
Rabah Delfouf **Nacerdine Bouzit** **Nacerdine Bourouba** **Salah Tlili**	DETERMINATION OF THE DIELECTRIC PROPERTIES OF A COMPOSITE MATERIAL IN THE X-BAND	279
Subhashish Dey	REMOVAL OF CHLORIDES AND HARDNESS FROM SYNTHETIC WATER BY USING BIOSORBENTS	280
Djouambi Nahla **Haoues Sabrina** **Mohamed Athmane Yallese** **BOUCHERIT Septi** **Belhadi Salim**	MONO AND MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF CUTTING PARAMETERS DURING MACHINING OF POLYAMIDE PA6 USING TAGUCHI ANALYSIS BASED ON RATIO (S/N) AND DESIRABILITY FUNCTION APPROACH (DFA)	281
Berrabah Hamza Madjid **Bouderba Bachir**	BEHAVIOR OF FLEXED COMPOSITE PLATES UNDER THERMOMECHANICAL LOADS	282
Fidan Büşra GÜRSOY **Şükrü Taner AZGIN** **Mustafa Serdar GENÇ**	ERCIYES UNIVERSITY CAMPUS CARBON FOOTPRINT REDUCTION STRATEGIES: EPA SIMULATIONS	283

KANAT PROFİLİNİN VE KANAT SAYISININ ALÇAK DÜŞÜLÜ PİKO-KAPLAN TÜRBİNİN PERFORMANSINA ETKİSİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

Kürşat ÇOBAN

Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği A.B.D., Ankara, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0001-7527-4688

Prof. Dr. Nuri Yücel

Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği A.B.D., Ankara, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9390-5877

Abstract

Lower than 5 kW power generation capability hydro turbines are considered as a pico scale hydro power turbines. They are quite useful when flowing water from certain height is available for small communities, small business or lower energy demanded situations which are too far from national electric power transfer grids. For calculated energy parameters of these locations such as head and flow rate, pico scale kaplan turbines can be a solution. But kaplan turbines are known as their narrow operating characteristics. For wider operating ranges of kaplan turbines blade numbers and blade profiles can optimized via computer aided design and analysis. With using classic turbine theory and some try-outs a pico scale kaplan turbine was designed and tested as numerically. This paper focuses increasing blade number and modify blade section shape to changed NACA style for upgrading turbine performance. Aim of this idea new turbine geometry has been redesigned and numerically analyzed. New blade section shape has been designed with 63series NACA profiles. Results of numerical analyses show that seven blades pico turbine performs three percentage better than five blades turbines. But increasing number of blades after seven blades decreases performance of turbine dramatically. Additionally, modifying shape of blade has different effect on performance. Iterated shaped blade performs better than plain shaped about sixteen percent at best scenario. But overall results show decreasing approximately three percentage performance drops for all boundary conditions calculated. The founded results show pico scale kaplan turbine may serve as suitable energy solutions for small energy demands but more optimization of blade shape is necessary.

Özet

5 kilovattan düşük elektrik enerjisi üretme kapasiteleri olan türbinler Piko boyutlu türbinler olarak adlandırılmaktadır. Bu küçük boyutlu türbinler elektrik ihtiyaçları göreceli olarak düşük olan, yakın çevrelerinde belirli şartlarda akarsu bulunan küçük yerleşimler ve işletmeler için yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanılabilmektedirler. Kaplan türbinleri alçak düşü ve yüksek akış debilerinde oldukça yüksek verimle çalışabilmektedir. Gelişen teknoloji sayesinde bu türbinler istenilen çalışma parametrelerine göre tasarlanıp, üretilebilmektedir. Hidrolik türbinler teorisi kullanılarak belirli boyuttaki kaplan türbinlerinin parametreleri analitik olarak hesaplanabilmektedir. Ancak bu teorinin doğruluğu piko boyutundaki türbinler için tartışma konusudur. Bu sebeple türbin hem klasik türbin teorisi hem de deneme yanılma yöntemi kullanılarak tasarlanıp, nümerik olarak analizlenmektedir. Bu çalışmada türbininin kanat sayısının ve kanat profilinin değişiminin piko boyutundaki kaplan türbinin performansına olan etkisi nümerik olarak incelenmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda kanat sayısının yediye kadar artışı türbin performansında yüzde beşten fazla katkı sağlamaktadır ancak yedi kanattan sonra türbin performansı düşmektedir. Kanat profilinin değişimi ise belirli sınır şartlarında türbin performansını yüzde on altıya kadar arttırdığı ancak hesaplamaları yapılmış olan tüm sınır şartları göz önüne alındığında türbin performansı toplamda yüzde üç buçuk azalmaktadır. Ulaşılan sonuçlar bu türbinlerin belirli şartlar altında elektrik enerjisi üretme amacıyla kullanılabileceğini göstermektedir ancak türbin geometrisinin daha fazla optimize edilmesi gerekmektedir.

1.GİRİŞ

Doğanın bize sunduğu temiz enerji kaynağından elektrik üretimi uzun yıllardır insanlığın ilgisini çekmektedir. Bu sebeple yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına olan yatırımlar tüm dünyada her geçen gün artmaktadır. Uzun yıllardır bilinen ve kullanılan hidroelektrik türbinleri insanlığın her geçen gün artan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamaktadır. Son yıllarda ise büyük hidroelektrik santrallerinin maliyetleri ve çevresel etkilerinin yüksek olmasından dolayı küçük boyuttaki türbinler ilgi çekmeye başlamıştır. Küçük türbinler enerji üretim kapasitelerine göre; 1 megavattan küçük türbinler *mini*, 100 kilovattan küçük türbinler *mikro* ve 5 kilovat küçük türbinler ise *piko* boyuttaki türbinler olarak tanımlanmaktadırlar.

Mikro boyuttaki türbinler 100 kilovattan daha az elektrik enerjisi üreten, maliyeti düşük ve baraj gibi su tutma havzasına ihtiyaç duymayan türbinlerdir. Bu türbinler belirli akış debisine ve akış yüksekliğine sahip olan akarsular üzerine inşa edilebilmektedirler.

Piko boyutundaki türbinler ise mikro boyuttaki türbinlere göre çok daha küçük boyutta olup basit iletim boru hattı ile akarsu üzerine yerleştirilmektedirler. Bu türbinler ulusal elektrik şebekesine uzak olan ve göreceli olarak elektrik talebi düşük olan küçük yerleşkeler veya işletmeler tarafından kullanılabilmektedirler. Gelişen teknoloji sayesinde üretim ve geliştirilme maliyetleri ucuz, montajlarının kolay ve bakımlarının basit olması sebebiyle ilk kurulum maliyetleri oldukça düşüktür. Hareketli parçalarının az oluşu ve uzun yıllar boyunca sorunsuz kullanılabilmeleri bu türbinleri ilgi çekici kılmaktadır.

2.ÖNCEKLİ ÇALIŞMALAR

Geçmişten günümüze kadar düşük debili ve alçak düşüler için çeşitli hidrolik türbinler denenmiştir. İnsanlık suyun gücünü kullanılabilir enerjiye çevirmek için ilk olarak Zuppinger Çarkı olarak bilinen Su Çarkını kullanmışlardır.

Bu su çarkı 1850ler de geliştirilmiş olup, alçak düşü (0.5-3m) ve göreceli olarak yüksek debiler (0.25-1 m^3/s) için kullanılabilmektedir. Bu türbin suyun sadece potansiyel enerjisinden faydalanmaktadır. [1]. Daha sonraki yıllarda Arşimet'in Burgusu olarak bilinen Burgu Türbinleri icat edilmiştir. Burgu türbinleri de yine su çarkları gibi suyun potansiyel enerjisinden faydalanmaktadırlar. Bu türbinler çift yönlü çalışabilmeleri sebebiyle daha kullanım alanları daha geniştir. [2]

Kaplan tipi türbinler diğer türbin tiplerine göre daha alçak düşülerde ve düşük debilerde çalışan türbinlerdir. Genel olarak kaplan tipi türbinler büyük hidroelektrik santrallerde kullanılmaktadır. Piko boyutlarda kaplan türbinleri ise henüz emekleme döneminde olduklarından dolayı araştırma aşamasındadırlar.

Yakın gelecekte ise pompaların türbin olarak kullanılabileceği fark edilmiş olup, üzerine araştırmalar yapılmıştır. [3] Bu araştırmalarda türbin olarak pompaların kullanılabileceği ancak optimum çalışma şartlarının oldukça sınırlı olduğu belirtilmektedir. Bu sebeple değişken debilerde verimlerinin düştüğü gözlemlenmektedir.

Son yıllarda ise alçak düşü ve düşük debilerde çalışmaları için piko boyuttaki türbin çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında İsviçre'deki çeşitli üniversitelerdeki araştırmacılar bilgisayar destekli çizim ve hesaplama programlarını kullanarak 50 mm dış çapa sahip boru içinde çalışan bir türbin geliştirmektedirler [4]. Geliştirdikleri türbinin 10 m su sütununda, 8.7 lt/s debide yüzde 85 verimle çalışmakta olduğu belirtilmiştir. Almanya'da yapılan deneysel çalışmada ise 2 m düşüde yaklaşık olarak 75 lt/s debide çalışan türbinin 810 w gücü, yüzde 73,9 verimle ürettiği belirtilmektedir. [5]

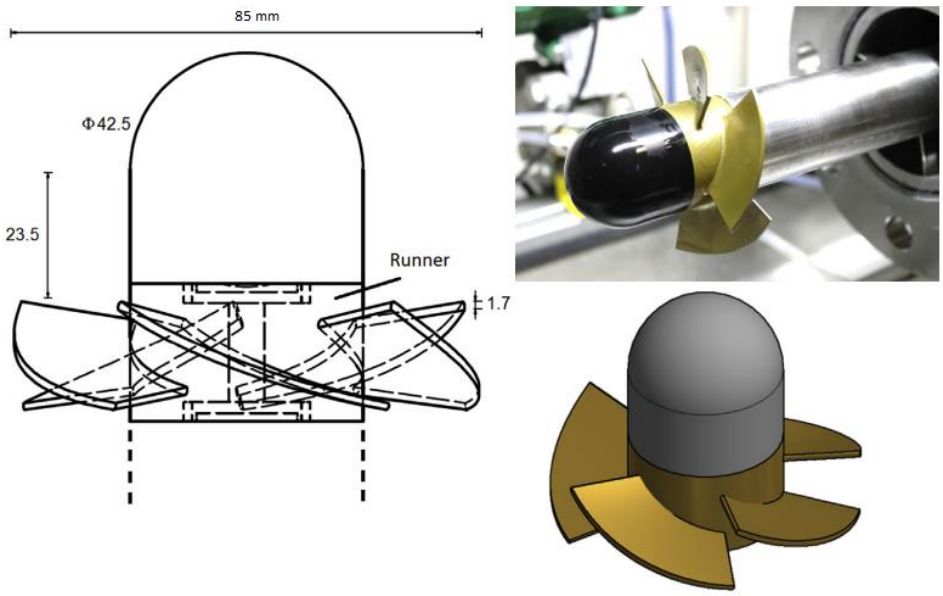
2008-2012 yılları arasında EU-Project HYLOW projesi kapsamında beş adet sabit kanadı olan boru içerisinde çalışan kaplan tipi türbin geliştirilmiştir [6]. Bu türbin 85mm dış, 42.5 mm iç çapa sahip olup, beş adet sabit kanatlı kaplan tipi türbindir. HYLOW projesi sonucunda tasarlanan türbinin maksimum veriminin yüzde 64 olarak 750 d/d hızında, $16m^3$/saat debide ölçülmektedir. Maksimum gücü ise 1500 d/d hızında ve $48m^3$/saat debide 327 w olarak belirtilmektedir.

Bu çalışma kapsamında HYLOW Projesinde geliştirilen türbin geometrisi baz alınarak türbin kanat sayısının ve kanat profilinin piko boyuttaki kaplan türbininin verim ve performansına olan etkisi Ansys paket programının BladeGen, TurboGrid ve CFX modülleri kullanılarak incelenmiştir.

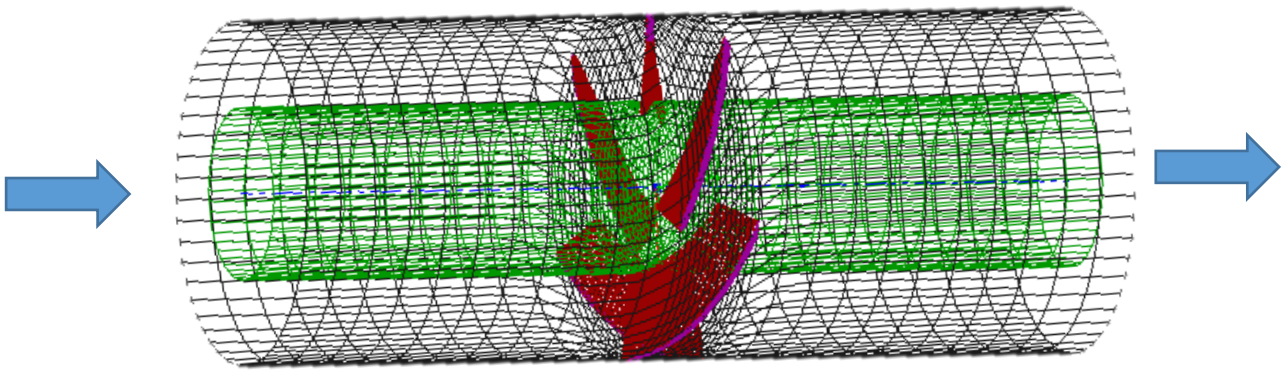
3.YÖNTEM

3.1 Türbin Geometrisi

Bu çalışmada kullanılan 85 mm çaplı beş adet sabit kanatlı kaplan tipi baz türbin Ansys programının BladeGen modülü ile tekrar modellenmektedir. Baz Türbin Geometrisi 85 mm dış çapa, 42.5 mm iç çapa sahiptir.



Şekil 1. Beş Kanatlı 85 mm Çaplı Baz Türbin Geometrisi [6]



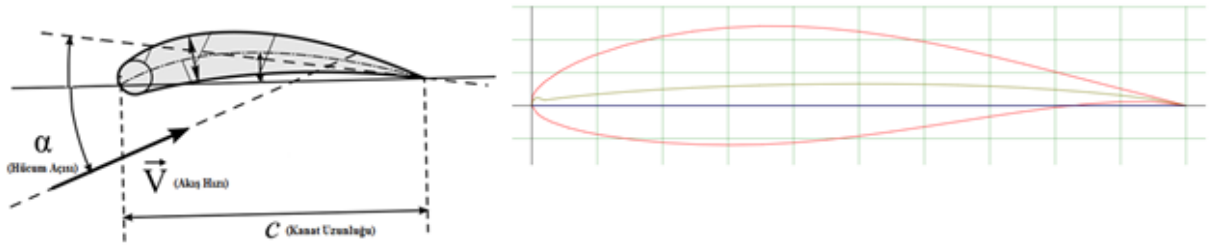
Şekil 2. Yeniden Oluşturulmuş Baz Türbin Geometrisi ve Çözüm Hacmi

Baz türbin geometrisinden farklı olarak 3, 7, 11 ve 13 kanatlı türbin ve bu türbinler için farklı kanat profilleri tasarlanmıştır. Tüm tasarımlar Ansys programının TurboGrid modülü ile mesh atamaları yapılmış olup CFX modülü ile her tasarım için sınır şartları tanımlanıp analizleri yapılmıştır.

3.2 Kanat Kesiti Değiştirilmiş Türbin Geometrisi

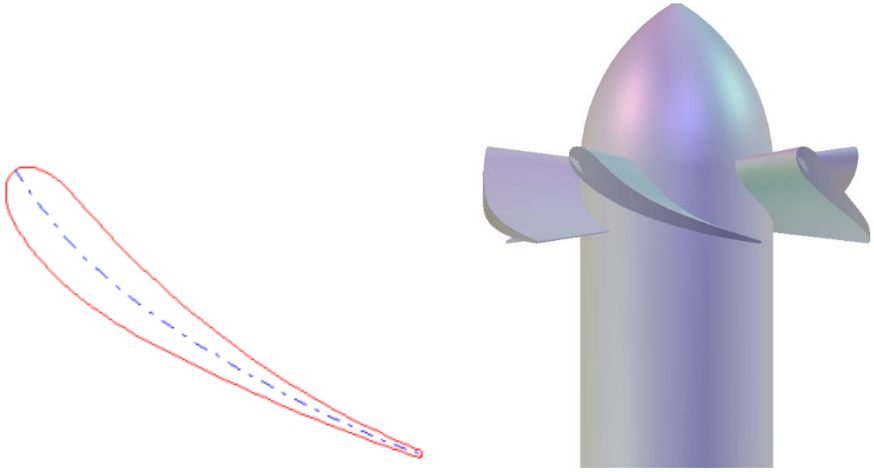
Bilindiği gibi kaplan türbinlerinin kanatlarının üst ve alt yüzeyleri aynı forma sahiptir. Ancak NACA profillerinde üst yüzey alt yüzeye göre farklı yapıya sahiptir. Bu sayede kanadın yüzeylerinden akan akışkan hızları farklılaşmaktadır, bu hız farkları ise basınç farkları yaratmaktadır. Hidrolik türbinlerin çalışması için türbin kanatlarının üst ve alt yüzeylerinde basınç farkları olmak zorundadır. Kaplan türbinlerinde NACA kesitinin etkisi bu çalışmanın ana fikrini oluşturmaktadır ve bu çalışmada düz bir kanada sahip kaplan türbini yerine 63-818 kodlu NACA profilinden devşirilmiş kanat profiline sahip bir türbin tasarlanmıştır. 63- NACA

profili serileri düşük basınç değişim profilleri sebebiyle kavitasyon riski düşük profiller olarak tanımlanmaktadırlar. [7] İlk olarak 63-818 kodlu NACA profiline sahip türbin nümerik olarak analizlenmiştir. Ancak sonuçlar istenene göre uzak kalmaktadır. Bu sebeple çıkış noktası 63-818 kodlu NACA kesiti olan farklı hidrofoil yapıda kanat kesiti tasarlanmıştır.



Şekil 3 Örnek NACA Kanat Profili ve NACA 63-818 Kanat Profil Kesiti

Yeniden tasarlanan türbin kanadında baz türbin den farklı olarak sadece kanat profili değiştirilmiştir. Giriş-çıkış sınır şartları ve türbinin geometrik boyutları değiştirilmemiştir. Bu sayede sadece kanat profilinin türbin performansına olan etkisi araştırılmıştır.



Şekil 4 Değiştirilmiş NACA Profili Türbin Kanat Kesiti (solda) ve Türbin Geometrisi

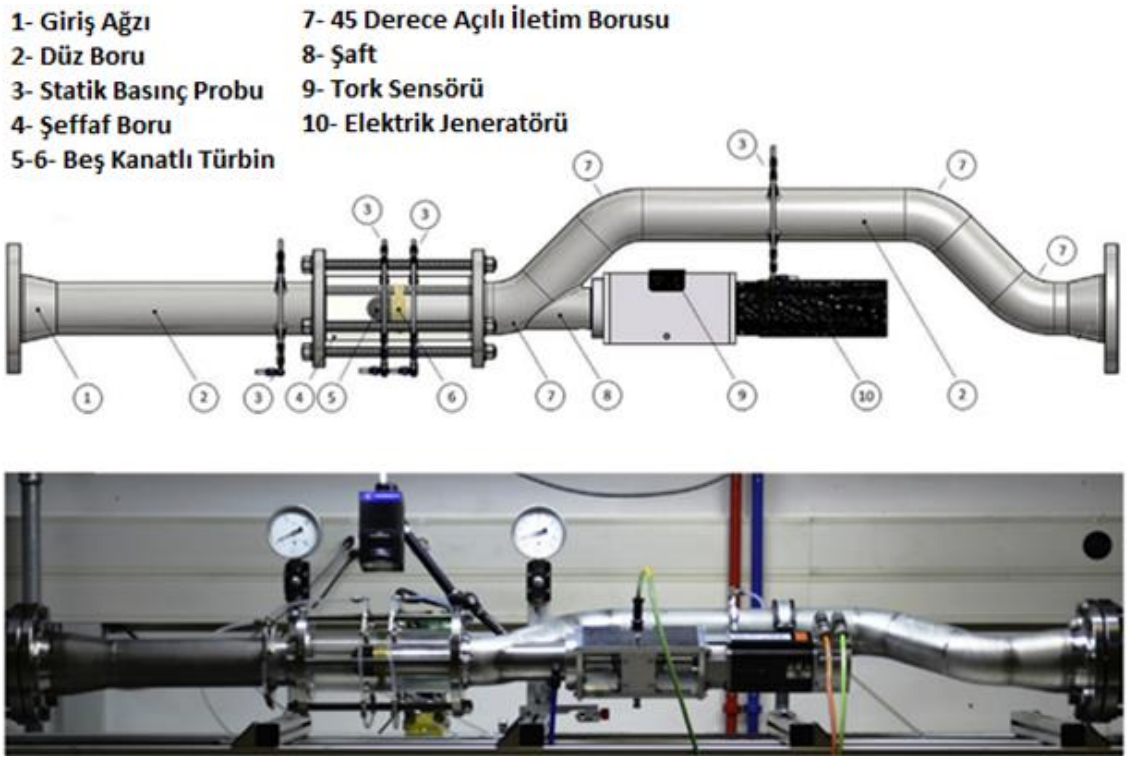
3.3 Baz Türbin Geometrisi İçin Deney ve Nümerik Analiz Sınır Şartları

Tasarlanan beş kanatlı baz türbin ve değiştirilmiş kanat kesitli beş kanatlı türbin, tüm senaryolara uygun olması amacıyla 500 d/dk ile 2000 d/dk aralığında, her bir dönüş hızı için çalışabildikleri en yüksek verim sınır şartlarında toplam 21 noktada analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda baz geometrinin doğru bir şekilde oluşturulduğu ve nümerik çözümlerin deney sonuçları ile eşleştiği görülmektedir. (Tablo 1)

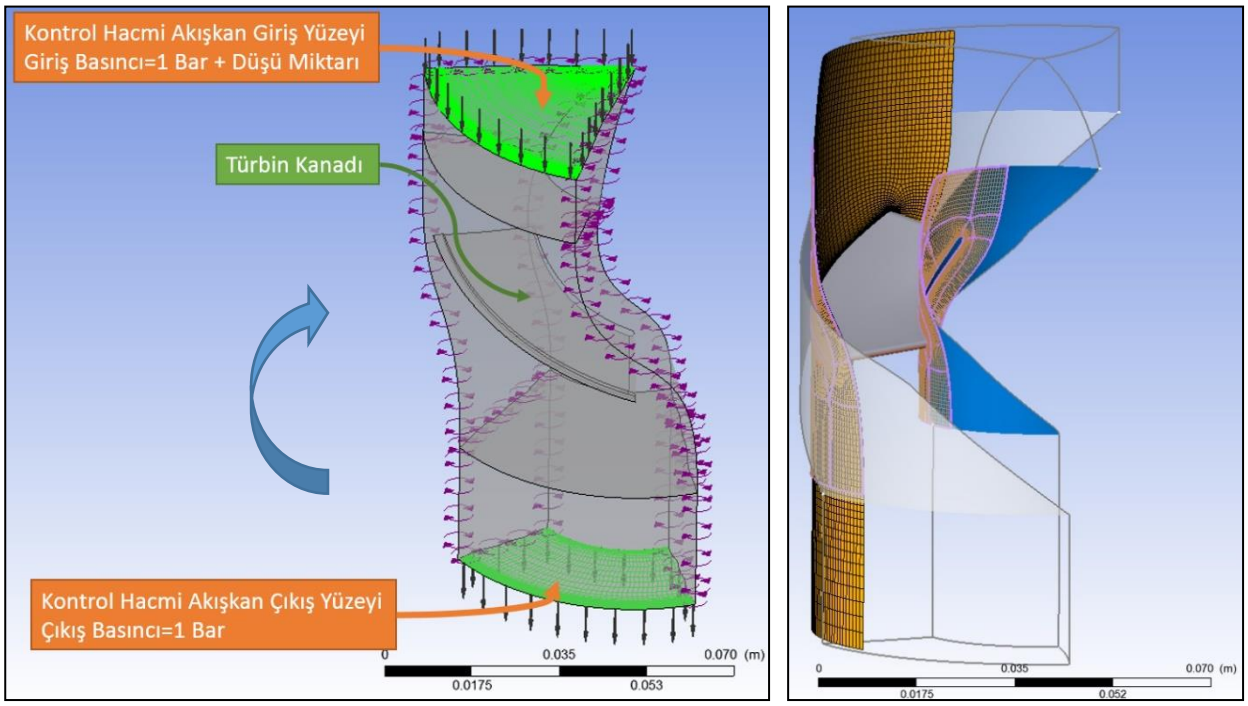
Dönüş Hızı (d/dk)	Düşü Miktarı (bar)	Deneysel Güç Sonuçları (watt)	Deneysel Verim	Nümerik Güç Hesaplamaları (watt)	Deneysel Güç ile Numerik Güç Hesaplamaları Farkı
499,2	0,494941	180,133	27,466	189,31	4,85%
500,8	0,299671	104,924	33,781	112,28	6,55%
501,7	0,437809	157,940	28,932	167,87	5,92%
749,6	0,219651	107,435	51,689	108,07	0,59%
749,6	0,31282	156,486	45,379	163,21	4,12%
750,5	0,472822	242,138	38,665	260,68	7,11%
998,8	0,35554	232,151	53,463	235,83	1,56%
999,8	0,220718	134,069	61,122	134,23	0,12%
1000,9	0,440034	291,252	49,838	298,73	2,50%
1249,2	0,271512	193,465	63,498	192,66	-0,42%
1250,2	0,404231	314,364	58,533	324,41	3,10%
1250,8	0,191901	123,973	66,137	116,29	-6,61%
1499,4	0,190098	131,081	67,690	115,19	-13,80%
1500,1	0,384696	327,907	63,833	329,53	0,49%
1500,3	0,268353	207,795	66,997	196,28	-5,87%
1749,1	0,34673	306,586	66,380	292,39	-4,86%
1750	0,28939	241,157	67,112	222,35	-8,46%
1750,3	0,166537	108,294	62,966	87,058	-24,39%
1999,3	0,236809	184,521	64,351	155,41	-18,73%
1999,3	0,181609	120,427	59,031	92,452	-30,26%
2000,4	0,315913	281,757	66,936	252,74	-11,48%

Tablo 1 Baz Türbin Deney Sonuçları ile Nümerik Analiz Sonuçları Karşılaştırması

Şekil 5'te kurulmuş olan deney düzeneği ve bu deney düzeneğinin şematik çizimi görülebilir. Nümerik analizle için oluşturulan çözüm hacmi ve bu hacmin meshleri şekil 6 ve şekil 7'de görülebilir.



Şekil 5. Beş Kanatlı Baz Türbin Geometrisi Deney Düzeneği [6]



Şekil 6 Beş Kanatlı Baz Türbin Geometrisi İçin Çözüm Hacmi ve Sınır Şartları (sağda)

Şekil 7 Beş Kanatlı Türbin Geometrisi İçin Çözüm Hacmi Meshleri (solda)

3.4 Nümerik Analiz Detayları

Hidrolik makinalar için hesaplamalar kütle, enerji ve momentum korunumu prensipleri uygulanarak yapılmaktadır. Bu hesaplamalar yapılırken hidrolik makinalar için bir kontrol hacmi tanımlanmaktadır. Akışkan bu kontrol hacmine belirli bir basınç ve hız ile girmekte ve çıkmaktadır. Kontrol hacminde kütlenin

korunumu; $\dot{m}_{in} - \dot{m}_{out} = \frac{dm_{CV}}{dt}$ denklemi ile bulunmaktadır. Bu denklemin sol tarafı giren ve çıkan kütlesel debiler, sağ tarafı ise birim zamanda kontrol hacminde değişen kütle miktarıdır. Kütlenin korunumu süreklilik denklemi ile hesaplanabilmektedir. Diverjans Teoremi kullanılarak süreklilik teoremi $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \left(\rho \vec{V}\right) = 0$ haline dönüştürülmektedir. Newton'un ikinci yasası, akışkanlar mekaniği içinde doğrusal momentum denklemi olarak bilinmektedir. Bu denklem $\sum \vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{V})$ şeklindedir. Buradaki $\overrightarrow{mV}$ doğrusal momentumdur. Bir akış süresince sistemin enerji değişim miktarı o sisteme giren ve çıkan enerji arasındaki farka eşittir. $\dot{E}_{in} - \dot{E}_{out} = \frac{dE_{CV}}{dt}$ Türbin içi akışı hesaplayabilmek için son olarak Navier-Stokes denklemi kullanılmaktadır. Bu denklem sürekli ve doğrusal olmayan, ikinci dereceden kısmı bir diferansiyel denklemdir. Sıkıştırılamaz akışlar için Navier-Stokes denklemi $\rho\frac{D\vec{V}}{Dt} = -\vec{\nabla}P + \rho\vec{g} + \mu\nabla^2\vec{V}$ şeklindedir. Ancak Navier-Stokes denkleminde dört bilinmeyen değişken vardır ve bu sebepten ötürü sıkıştırılamaz süreklilik denklemine ihtiyaç duyulmaktadır.

Sıkıştırılamaz Akışlar İçin Süreklilik Denklemi

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

Navier-Stokes Denklemi

$$\rho\left(\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} + w\frac{\partial u}{\partial z}\right) = -\frac{\partial P}{\partial x} + \rho g_x + \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)$$

$$\rho\left(\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + w\frac{\partial v}{\partial z}\right) = -\frac{\partial P}{\partial y} + \rho g_y + \mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right)$$

$$\rho\left(\frac{\partial w}{\partial t} + u\frac{\partial w}{\partial x} + v\frac{\partial w}{\partial y} + w\frac{\partial w}{\partial z}\right) = -\frac{\partial P}{\partial z} + \rho g_z + \mu\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right)$$

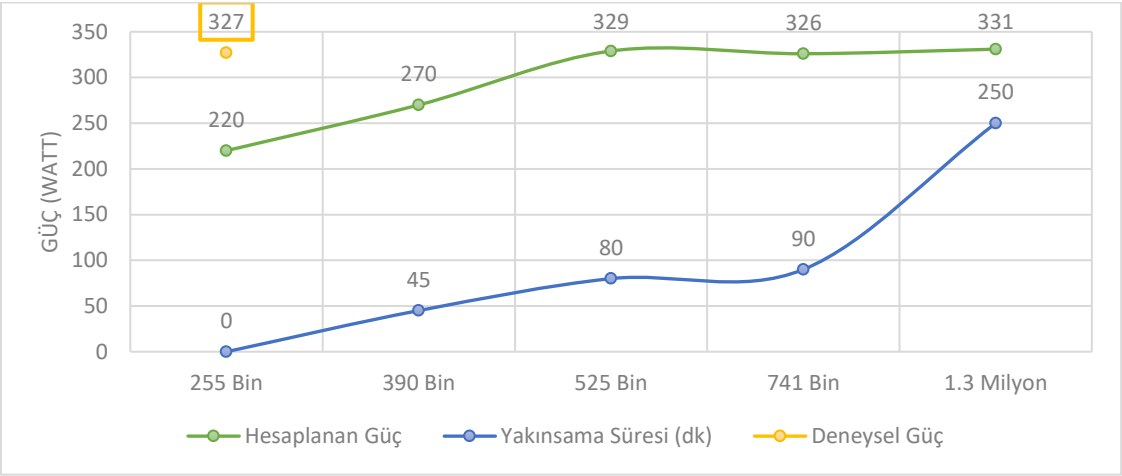
Hidrolik makinaların içerisinden geçen akışlarda genellikle hız yüksektir ve yüksek hız dolayısıyla akış türbülanslıdır. Türbülans bir akışın ne kadar düzensiz olduğunu belirten bir parametredir. Nümerik hesaplamalar yapılırken akışın düzensizliğini çözüm denklemleri ile birleştiren türbülans modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerden en bilinenlerinden biri iki denklemli standart k-ε türbülans modelidir. Bu modelin ilk denklemi türbülans kinetik enerjisi denklemidir. İkinci denklemi ise türbülans dağılım (ϵ) denklemidir.

$$\textbf{(1)}\quad \frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right)\frac{\partial k}{\partial x_j}\right] + P_k + P_b - \rho\epsilon - Y_M + S_k$$

$$\textbf{(2)}\quad \frac{\partial}{\partial t}(\rho\epsilon) + \frac{\partial}{\partial x_i}(\rho\epsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon}\right)\frac{\partial \epsilon}{\partial x_j}\right] + C_{1\epsilon}\frac{\epsilon}{k}(P_k + C_{3\epsilon}P_b) - C_{2\epsilon}\rho\frac{\epsilon^2}{k} + S_\epsilon$$

Bu model diğer türbülans modellerine göre duvar sınır şartlarında daha doğru sonuçlar vermektedir. Türbin içi akışlarda duvar sınır şartları türbülans oluşumuna doğrudan etkilidir ve k-ε türbülans modeli türbülanslı akışlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu sebepten ötürü bu çalışmada k-ε türbülans modeli tercih edilmiştir.

Kanat profilleri ve sayıları değiştirilen türbinlerin nümerik analizleri için Ansys paket programı ve modülleri kullanılmıştır. BladeGen modülü ile oluşturulmuş türbin geometrileri, nümerik akışkanlar çözücüsü olan CFX modülü için çözdürülmüştür. Baz geometrisi simetrik beş kanada sahip olduğu için sadece bir kanadı esas alıp simetri sınır şartını kullanarak hesaplamalarını yapmak çözüm hızını azaltıp, çözüm kalitesini arttırmaktadır. Bir kanat için giriş ve çıkış sınır şartları belirlenmiş, akışkan hacmine TurboGrid modülü yardımıyla uygun mesh atamaları yapılmıştır. Bu çalışmada bir kanat hacmi için yaklaşık 552 bin node ve 527 bin meshten oluşmaktadır. Ayrıca nümerik analiz sonuçlarının mesh sayısından bağımsızlığının kontrolleri için bir kanada ait aynı akışkan hacmi sırasıyla 255 bin, 390 bin, 525 bin, 741bin ve 1,3 milyon mesh ile hesaplanıp sonuçları karşılaştırılmıştır.



Tablo 2 Farklı Mesh Sayıları için Doğruluk ve Yakınsama Süresi Karşılaştırması

Bu karşılaştırma sonucunda 525bin mesh sayısının hesaplamalar için en uygun değer olduğu görülmüştür.

4.NÜMERİK HESAPLAMA SONUÇLARI

Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere değiştirilmiş kanat kesitli, beş kanatlı, piko boyutunda kaplan tipi türbin; beş kanatlı baz türbin ile seçilmiş olan 21 adet sınır şartı için hesaplanmış olan nümerik analiz sonuçları gösterilmiştir. Sonuçlara göre en yüksek verim yüzde 67 ile 1500 devir/dakika hızında 0,2187 bar düşü yüksekliğinde elde edilmiştir. En yüksek türbin gücü ise 1500 devir/dakika hızında 0,4764 bar düşü yüksekliğinde 327 watt olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar ile deney sonuçları paralellik göstermektedir. Tablo 2'de görüldüğü üzere bazı sınır şartlarında türbinin gücü yüzde 16'ya kadar artmıştır ancak sonuçların hepsi göz önüne alındığında genel türbin performansı yüzde 7 düşmektedir. Ek olarak nümerik analiz sonuçları ile yapılmış olan deney sonuçları karşılaştırılmıştır ve bu sonuçların aralarında güç değerlerinde; en fazla yüzde 10, ortalama ise yüzde 4,21'lik fark ortaya çıkmıştır.

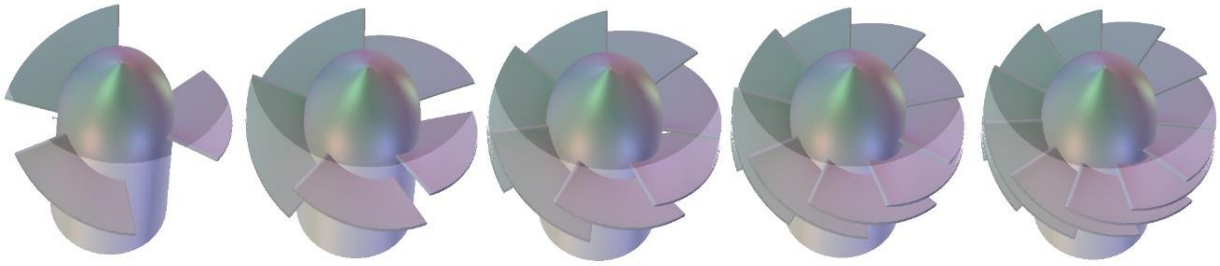
Dönüş Hızı (d/dk)	Düşü Miktarı (bar)	Deneysel Güç (watt)	Deneysel Verim	Nümerik Olarak Hesaplanan Değiştirilmiş Kanat Kesitli Türbin Gücü (watt)	Nümerik Olarak Hesaplanan Baz Türbin Gücü (watt)	Değiştirilmiş Kanat Kesitli Türbin Performans Değişimi
499,2	0,494941	180,13	27,46606	209,22	189,31	16,15%
500,8	0,299671	104,92	33,78138	121,67	112,28	15,96%
501,7	0,437809	157,94	28,93249	184,28	167,87	16,68%
749,6	0,219651	107,44	51,68864	115,19	108,07	7,22%
749,6	0,31282	156,49	45,37853	175,98	163,21	12,46%
750,5	0,472822	242,14	38,66532	278,73	260,68	15,11%
998,8	0,35554	232,15	53,46268	248,86	235,83	7,20%
999,8	0,220718	134,07	61,12211	132,33	134,23	-1,30%
1000,9	0,440034	291,25	49,83818	320,41	298,73	10,01%
1249,2	0,271512	193,47	63,49835	187,1	192,66	-3,29%
1250,2	0,404231	314,36	58,53316	322,7	324,41	2,65%
1250,8	0,191901	123,97	66,13663	112,23	116,29	-9,47%
1499,4	0,190098	131,08	67,69022	108,23	115,19	-17,43%
1500,1	0,384696	327,91	63,83325	319,44	329,53	-2,58%
1500,3	0,268353	207,80	66,99733	189,19	196,28	-8,95%
1749,1	0,34673	306,59	66,38037	281,45	292,39	-8,20%
1750	0,28939	241,16	67,1124	212,25	222,35	-11,99%
1750,3	0,166537	108,29	62,96625	22,22	87,058	-24,08%
1999,3	0,236809	184,52	64,35114	133,14	155,41	-27,85%
1999,3	0,181609	120,43	59,0307	68,341	92,452	-43,25%
2000,4	0,315913	281,76	66,93607	234,69	252,74	-16,71%
				Tüm Nümerik Sonuçlara Göre Performans Değişimi:		**-3,412%**

Tablo 3 Baz Türbin ve NACA Kesitli Türbin Sonuçları

Bu çalışmanın konusu olarak ayrıca kanat sayısının türbin performansına olan etkisi de incelenmiştir. Aşağıdaki tabloya göre referans alınan beş kanatlı baz türbinin kanat sayısındaki değişim herhangi bir performans artışı göstermemiştir. Bu hesaplamadaki sınır şartları; 1500 d/dk dönüş hızı ve 0,476 bar basınç farkıdır.

Kanat Sayısı	Düşü Miktarı (bar)	Dönüş Hızı (d/dk)	Hesaplanan Verim	Hesaplanan Güç (watt)
5	0,476432	1500	63,8333	329,53
3	0,476432	1500	53,0203	339,75
7	0,476432	1500	76,4446	342,421
9	0,476432	1500	71,0159	316,377
11	0,476432	1500	69,4896	296,135

Tablo 4 Farklı Kanat Sayılarındaki Türbinlerin Performansları



Şekil 8 3,5,7,9 ve 11 Kanatlı Türbin Geometrileri

5.SONUÇLAR

Bu çalışmada yaklaşık 300 watt gücünde, piko boyutundaki hidrolik türbinin tasarımı yapılmıştır. Tasarımı yapılan türbin kanat profili olarak NACA profili kullanılması esasına göre yapılmıştır. Bu tasarım 3-boyutlu türbin tasarımında özelleşmiş BladeGen paket programı ile yapılmış, CFX paket programı ile nümerik hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda türbinin maksimum gücü 4,85 metre su yüksekliğinde 329 watt olarak bulunmuştur. Bu değer referans olarak kullanılan türbin gücü ile neredeyse aynı değerdir. Bu sonuçlara göre piko boyuttaki kaplan türbinlerinde düz kanat kesiti ile NACA profili yardımıyla geliştirilen türbin kesiti arasında performans farkı sınır şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Düşük devirli dönüş hızlarında performans artarken, yüksek devirli dönüş hızlarında performansta düşüş gözlenmektedir. Ayrıca bu çalışma kapsamında türbin kanat sayısının, piko boyuttaki kaplan türbininin performansına etkisi de incelenmiştir. Yapılan nümerik hesaplamalar sonucunda kanat sayısının artması ile türbin performansını yedinci kanada kadar arttırdığı görülmektedir. Ancak kanat sayısının artışı akışkan debisinde düşüşe sebep olmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile deney sonuçları oldukça yakındır. Bu da açıkça göstermektedir ki hidrolik türbinler tasarımında hesaplamalı akışkanlar dinamiği, tasarım sürecini oldukça kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yöntemler, tüm hidrolik makinaların araştırma-geliştirme süreçlerinde kullanılabilir. Farklı sınır şartlarında çalışması planlanan türbinler dijital ortamda hassas ve hızlı bir şekilde incelenebilirler. Hidrolik enerji potansiyeli oldukça yüksek olan ülkemizde bu tipteki hidrolik türbinler düşük enerji ihtiyaçlarını oldukça ucuz bir biçimde karşılayabilir.

6.KAYNAKÇA

[1] G. Müller, «WATER WHEELS AS A POWER SOURCE,» The Queen's University of Belfast, Civil Engineering Department, Belfast, UK.

[2] M. Lyons, *Lab Testing and Modeling of Archimedes Screw Turbines*, 2014.

[3] R. P. Sanjay Jain, «Investigations on pump running in turbine mode:,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 30, pp. 841-868, 2014.

[4] C. R. S. M. B. H. V. A. F. Münch-Alligné, «Numerical Simulations of a Counter-Rotating Micro-Turbine.,» *Springer Hydrogeology*, pp. 363-373, 2013.

[5] F. N. Punit Singh, «Experimental optimization of a free vortex propeller runner for micro hydro application,» *Experimental Thermal and Fluid Science*, no. 33, pp. 991-1002, 2009.

[6] V. H. ,. C. M.-A. ,. M. J. F. ,. A. J. S. ,. H. M. R. Irene Samora, «Experimental characterization of a five blade tubular propeller turbine,» *Renewable Energy*, no. 95, pp. 356-366, 2016.

[7] M. J. Lawson ve D. Sale, «Development and Verification of a Computational Fluid Dynamics Model of a Horizontal-Axis Tidal Current Turbine,» %1 içinde *ASME 2011 30th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, 2011.

[8] M. I. T. V. B. N. a. F. A. G.D: Ciocan, «Experimental study adn numerical simulation of the FLINDT draft tube rotatin vortex.,» *Journals of Fluids Engineering*, pp. 146-168, 2007.

HİDROJEN ÇIKIŞ REAKSİYONU İÇİN ETKİLİ BİR ELEKTROKATALİZÖR OLARAK Pt MODİFİYE EDİLMİŞ BAKIR KAPLI BAKIR

Ali DÖNER

Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Gaziantep, Türkiye, [1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3403-5370

Serap TOPRAK DÖŞLÜ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin, Türkiye
[3]Mardin Artuklu Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Mardin, Türkiye,
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5455-8179

Özet

Günümüzde Dünya enerji ihtiyacının %80'i fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Çevre kirliliği, küresel ısınma, artan nüfus ve kaynakların sürdürülebilir olmaması yeni ve bunların yerine sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımının zorunlu hale getirmektedir. Hidrojen bunlar arasında sürdürülebilir, karbon içermeyen ve çevre dostu bir enerji taşıyıcısı olarak ortaya çıkmaktadır. Hidrojen üretimi için, su en bol bulunan kaynak olduğu için, su elektroliz ile yüksek saflıkta hidrojene ve oksijene parçalanmaktadır. Suyun elektrolizi için etkili, verimi yüksek ve ucuz katalizörlerin kullanılması ihtiyaçtır. Katotta meydana gelen hidrojen çıkış reaksiyonu (HER) için platin (Pt) en etkili katalizör olmasına karşın, malesef yüksek fiyatı ve sınırlı rezervi nedeniyle alternatif katalizörlerin araştırılması gerekmektedir. Doğrudan Pt'nin kullanımının yerine, kullanılan katalizörlere eser miktarda Pt eklenmesi katalizörlerin etkinliğini, verimini ve hidrojen üretimini arttırmaktadır. Bu çalışmada bakır yüzeyi, daha geniş bir yüzey alanı elde etmek için bakır ile kaplanıp, üzeri eser miktarda da Pt ile modifiye edilerek oluşturulan Cu/Cu-Pt elektrotun1 M KOH ortamında hidrojen çıkış reaksiyon özelliği araştırılmıştır. Bunun için yüzey karakterizasyonu dönüşümlü voltametri (CV) ile HER etkinliği ise katodik akım potansiyel eğrileri, elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) ve CV teknikleri ile incelenmiştir. Katalizör 6 saat boyunca 1 M KOH çözeltisinde kronoamperometri tekniği ile kararlılık ve dayanıklılık testine tabi tutulmuştur. Ayrıca, hazırlanan katalizörün aynı ortamdaki korozyon davranışı anodik akım-potansiyel eğrisi ve 5 gün boyunca lineer polarizasyon direnci (LPR) ve EIS teknikleri ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bakır yüzeyi bakır ile kaplanarak geniş yüzey alan elde edilmiştir. Eser oranda yüzey Pt ile modifiye edilmesi ise HER karakteristiğini arttırmıştır. Uzun zaman kararlılık testine göre katalizör, kararlı ve dayanıklı yapı sergilemiştir. Dolayısıyla hazırlanan Cu/Cu-Pt katalizörü elektroliz sistemleri için katot malzemesi olarak önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Hidrojen çıkış reaksiyonu, elektroliz, elektrokatalizör

Pt MODIFIED COPPER COATED COPPER AS AN EFFICIENT ELECTROCATALYST FOR HYDROGEN EVOLUTION

Abstract

Today, 80% of the world's energy needs are met from fossil fuels. Environmental pollution, global warming, increasing population and unsustainable resources make it necessary to use new and sustainable energy sources instead. Among these, hydrogen emerges as a sustainable, carbon-free and environmentally friendly energy carrier. For hydrogen production, water is splitted into high purity hydrogen and oxygen by electrolysis, as water is the most abundant resource. For this, it is essential to use effective, efficient and inexpensive catalysts. Although platinum (Pt) is the most effective catalyst for the hydrogen evolution reaction (HER) occurred at the cathode, unfortunately, alternative catalysts need to be investigated due to its high price and limited reserves. Using catalysts with low amounts of Pt instead of using Pt directly increases the activity, efficiency and hydrogen production of the catalysts. In this study, the copper surface was coated with copper to obtain a larger surface area, and the hydrogen evolution behavior was investigated in 1 M KOH medium by modifying

it with low amounts of Pt (Cu/Cu-Pt). For this purpose, surface characterization was investigated by cyclic voltammetry (CV), and HER efficiency was investigated by cathodic current potential curves, electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and CV techniques. The catalyst was tested for stability and durability by chronoamperometry technique in 1 M KOH solution for 6 hours. In addition, the corrosion behavior of the prepared catalyst in the same environment was investigated by anodic current-potential curve and linear polarization resistance (LPR) and EIS techniques for 5 days. According to the results obtained, a large surface area was obtained by coating the copper surface with copper. By modifing with low amount of Pt increased the HER characteristic of catalyts. According to the long-term stability test, the catalyst exhibited a stable and durable structure. Therefore, as-prepared Cu/Cu-Pt catalyst can be recommended as a cathode material for electrolysis systems.

Keywords: Hydrogen evolution reaction, electrolysis, electrocatalyst

1. GİRİŞ

Günümüzde Dünya enerji ihtiyacının %80'i fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. [1]. Bunlar arasında halen %32 oranla, ulaşım için halen en büyük birincil yakıt olan petrole aittir. Uluslararası enerji ajansının (IEA) 2015 enerji teknolojisi prospektif raporuna göre, küresel sıcaklık artışını 2 °C'de tutmak için, enerji ve endüstriyel süreçlerle ilgili CO_2 emisyonunun yaklaşık %60 oranında azaltılması gerekmektedir [2]. Uzun vadede fosil yakıt bağımlılığını ve karbon ayak izini azaltmak için yeni enerji formlarına, enerji depolama sistemlerine ve enerji taşıyıcılarına ihtiyaç vardır. Bunlar: Yakıt hücreleri, suyun elektrolizi, güneş enerjisi, lityum iyon, lityum sülfür bataryaları ve süper kapasitörler olabilir.

Hidrojen hem enerji kaynağı olarak hem de enerji taşıyıcısı olarak gelecek vadetmektedir. Hidrojen, evrende en bol bulunan elementtir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Ayrıca, hidrojen yakıt olarak yüksek enerji yoğunluklu üretim sağlarken çevreye zarar vermeyen yan ürünlerin sıfır emisyonunu sağlar [3]. Kömürün gazlaştırılması (%18) ve hidrokarbonların reforme edilmesi (%78) gibi farklı teknikler, şuan hidrojen üretiminde en çok kullanılan tekniklerdir, ancak bu tekniklerin hiçbiri çevre dostu değildir ve birincil kaynak olarak yine fosil yakıtlar kullanılır [4]. Hidrojen, içeriği bol bulunan sudan farklı metotlarla üretilebilir. Bu metodlar arasında suyun elektrolizi en dikkate değer olanıdır. Suyun elektrolizi su molekülünün bir elektrik akımı uygulanarak anotta oksijen ve katotta hidrojen gazına ayrıştırılmasıdır [5]. Burada kullanılan elektrik foto-voltaik güneş panellerinden veya rüzgar türbinlerinden yenilenebilir ve sürdürülebilir yolla elde edilir. Bu sayede yüksek saflıkta hidrojen üretilir. Hollanda, Amerika Birleşik Devletleri, Almanya ve Japonya güneş panellerini ve rüzgar türbinleri ile entegre edilmiş elektroliz sistemlerinden hidrojen gazı üretilen bazı yerlerdir. Şu anda elektroliz, dünya hidrojen talebinin yaklaşık %4'ünü karşılamaktadır [6]. Katotta hidrojen gazı çıktığı için bu tepkimeye hidrojen çıkış reaksiyonu (HER) denmektedir. Bu reaksiyon alkali ortamda üç aşamada verilebilir [7,8]:

i: Hidrojen adsorpsiyon ile su moleküllerinin elektrokimyasal indirgenmesi, Volmer reaksiyonu. Eşitlik 1

ii: Elektrokimyasal hidrojen desorpsiyonu, Heyrovsky reaksiyonu. Eşitlik 2

iii: Kimyasal hidrojen desorpsiyonu, Tafel reaksiyonu. Eşitlik 3

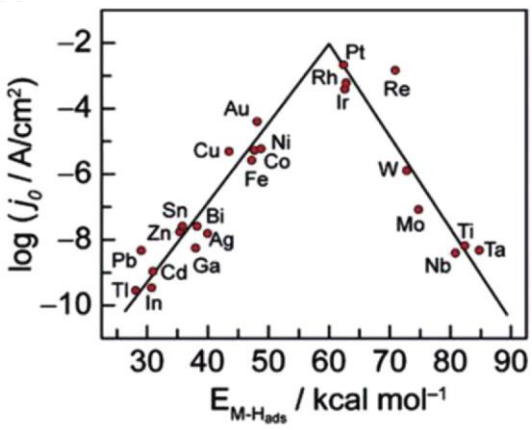
$$M + H_2O + e^- \leftrightarrow MH_{ads} + OH^- \quad (1)$$

$$MH_{ads} + H_2O + e^- \leftrightarrow M + H_2 + OH^- \quad (2)$$

$$2MH_{ads} \leftrightarrow 2M + H_2 \quad (3)$$

ii ve iii basamakları i basamağının alternatifi veya i basamağı ile birlikte yürüyen basamaklardır. Elektroliz ile hidrojen üretiminde katot olarak kullanılacak katalizörlerin seçimi oldukça önemlidir. Hidrojen üretimi bu katalizörlerin yüzeyinde gerçekleşir. Bu nedenle düşük aşırı gerilimli ve etkinliği yüksek katalizörler kullanılmalıdır. Mevcut durumda, platin (Pt) etkinliği yüksek başlıca katalizördür. Pt nin kısmi dolu d orbitali ile hidrojenin 1s orbitali kolayca etkileşir. Dezavantaj olarak Pt nin pahalı olması, rezervlerinin kısıtlı olması ve reaksiyon esnasında zehirlenme durumu ticari kullanımını kısıtlamaktadır. Bu nedenle Pt' ye alternatif katalizörler geliştirilmelidir. HER mekanizması metalin d-bandı ile hidrojenin 1s orbitalinin etkileşmesiyle

hidrojenin adsorpsiyonu ve desorpsiyonu prosesine dayanır. Demir (Fe), nikel (Ni), kobalt (Co), molibden (Mo) ve tungsten (W) gibi geçiş metalleri aynı Pt band yapısına sahip olduğu için HER katalizörü olarak kullanılabilir. Fakat bunların katalitik etkinlikleri Pt den oldukça düşüktür. Bu nedenle geçiş metallerinin elektronik yapıları başka metaller ile alaşım oluşturulmasıyla değiştirilebilir ve böylelikle katalitik yapı arttırılabilir [9-12]. Bazı geçiş metallerinin HER etkinliklerini gösteren grafik aşağıda verilmiştir. Bu grafiğe volkan eğrisi denilmektedir.



Şekil 1. Metal elektrotlar üzerinde HER için Volkan eğrisi [13].

Bu çalışmada bakır yüzeyi, daha geniş bir yüzey alan oluşturmak için bakır ile kaplanarak tekli kaplamalar elde edilmiştir (Cu/Cu). Daha sonra kaplama yüzeyi az miktarda Pt ile kaplanarak (Cu/Cu-Pt) bu elektrotların HER etkinlikleri 1 M KOH çözeltisinde katodik akım-potansiyel eğrileri, elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS), dönüşümlü voltametri (CV) ve kararlılığı ve dayanıklılığı kronoamperometri (CA) teknikleri araştırılmıştır. Bu analizlerle elektroliz sistemlerinde kullanılacak, katalitik etkinliği arttırılmış elektrotlar hazırlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca hazırlanan katalizörün korozyona karşı davranışı, yine aynı ortamda 5 gün boyunca EIS, lineer polarizasyon direnci (LPR) yöntemleri ve anodik akım-potansiyel eğrisi ile araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada iletkenliği iyi ve ucuz olması sebebiyle substrat elektrot olarak bakır (Cu) seçilmiştir. Bakır malzemesi silindir şeklinde (çap 6 mm) olup 4 cm aralıklarla kesilmiş, sadece bir yüzeyi (ölçüm yapılacak kısım) açıkta kalacak şekilde geri kalan tüm kısımlar polyester içine gömülerek hazırlanmıştır. Açık kalan yüzeyin alanı 0,283 cm^2'dir. Cu elektrot elektrokimyasal ölçümlerde çalışma elektrotu olarak sisteme bağlanmıştır. Cu elektrot üzerinde ölçümlerden önce metal parlatma makinesinde değişik tanecik boyutlu (180, 320, 1200) zımpara kağıtları kullanılarak mekanik olarak temizlendikten sonra saf su ile iyice yıkanmış, yüzeyde bulunan yağlar veya oksit yapılar etanolden geçirilmiş tekrar saf su ile iyice yıkanarak sonra ölçümler alınmıştır. Karşı elektrot olarak Pt kullanılmıştır. Platin elektrotlar ise cam boru içine monte edilerek polyester ile kaplanmak suretiyle hazırlanmıştır. Pt elektrotun ölçümlerde kullanılacak açık yüzey alanı 2 cm^2'dir. Ölçümlerden önce Pt elektrot önce yıkama asidinden geçirilmiş ve daha sonra 1:1 HNO_3:H_2O çözeltisinde yaklaşık 5 dakika bekletilerek ve saf sudan geçirilerek kimyasal olarak iyice temizlenmiştir. Pt elektrot ayrıca Pt kaplamalarda sistemde karşı olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada Ag/AgCl (Doymuş 3,0 M KCl), referans elektrot olarak seçilmiştir. Elektrokimyasal ölçümler sırasında üç elektrot tekniğinde referans elektrot olarak kullanılmıştır. Bakır kaplamalarda bakır banyosu, Pt kaplamalarda Pt banyosu kullanılmıştır. Aşağıda banyo bileşimleri verilmiştir:

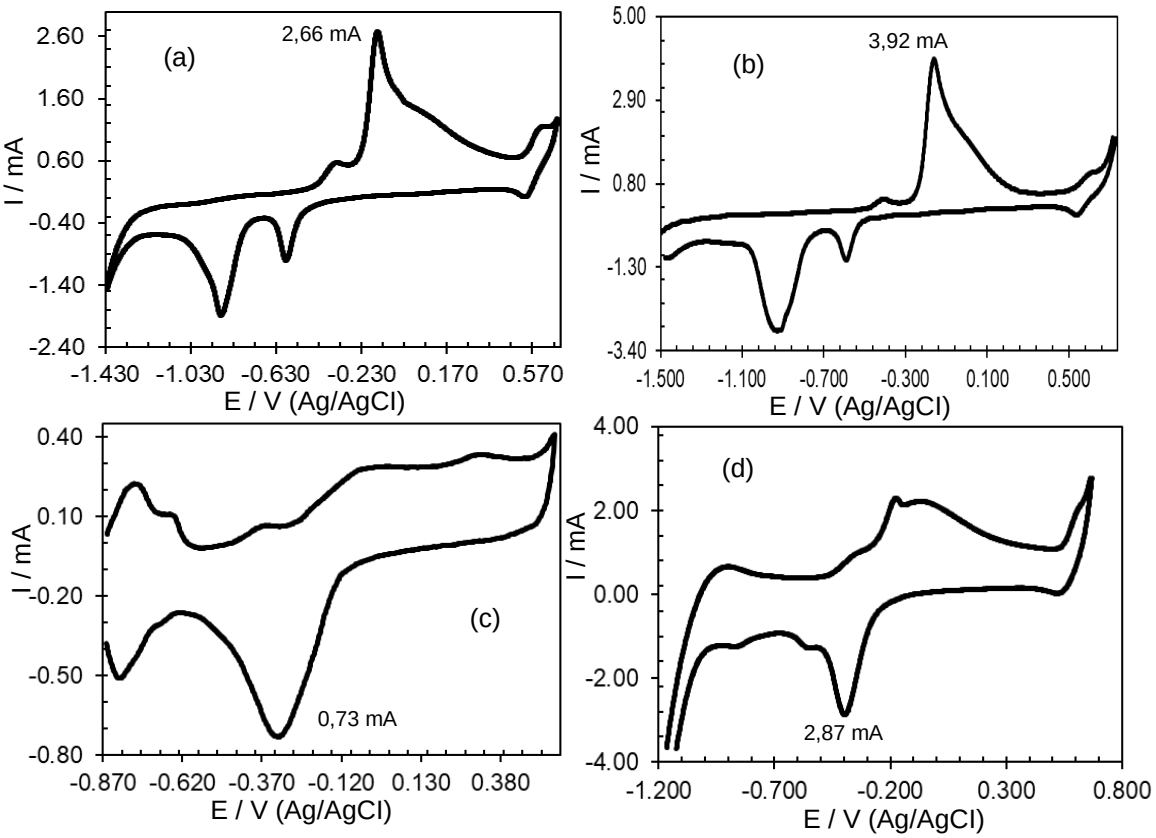
Bakır banyosu: 27,71 g $CuSO_4.5H_2O$, 1,25 g H_3BO_3 (Toplam hacim: 100 mL).

Platin banyosu: 0,0352 g K_2PtCI_6, 2,94 g $C_6H_5Na_3O_7.2H_2O$, 0,37 g KCI (Toplam hacim: 50 mL).

Bakır kaplamalar, sisteme 50 mA cm^{-2} akım yoğunluğu 2721 s boyunca uygulanarak hazırlanmıştır. Kaplamalar esnasında bakır levha karşı elektrot olarak kullanılmıştır. Platin kaplamalar ise sisteme 7,07 mA

cm^{-2} akım yoğunluğu 3600 s uygulanarak hazırlanmıştır. Cu yüzeyinde kaplamalar kronopotansiyometri (CP) tekniğiyle hazırlanmıştır. Hazırlanan katalizörlerin HER performansı katodik akım-potansiyel eğrileri, elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) ve dönüşümlü voltametri (CV) teknikleri ile belirlenmiştir. Cu/Cu-Pt katalizöründe kararlılık ve dayanıklılık testi yapılmıştır. Bunun için kronoamperometri (CA) tekniğinden faydalanılmıştır. CA ölçümleri, 6 saat boyunca, -1,35 V potansiyelde alınmıştır. CV ölçümleri 100 mV s^{-1} tarama hızında, hidrojen ve oksijen çıkış potansiyelleri arasında elde edilmiştir. Katodik akım-potansiyel eğrileri -1,8 V ile sıfır akım potansiyeli arasında 5 mV s^{-1} tarama hızında alınmıştır. EIS ölçümleri $1x10^5$ ile 0,00398 Hz frekans aralığında 5 mV genlik uygulanarak elde edilmiştir. EIS ölçümlerinden elde edilen Nyquist eğrileri Zview2 programı kullanılarak fit edilmiştir. Tüm ölçümler Gamry instruments Potansiyostat&Galvanostat/ZRA/3000 cihazı kullanılarak üç elektrot tekniğiyle yapılmıştır. Cu/Cu-Pt katalizörünün korozyon davranışını belirlemek için EIS, LPR ve anodik akım-potansiyel eğrileri tekniklerinden yararlanılmıştır. Anodik akım-potansiyel eğrisi 120 saat sonunda açık devre potansiyeli ile 1,3 V aralığında 1 mV s^{-1} tarama hızında alınmıştır. Elektrokimyasal deneyler oda koşullarında, atmosfere açık ortamda 1 M KOH çözeltisinde yapılmıştır.

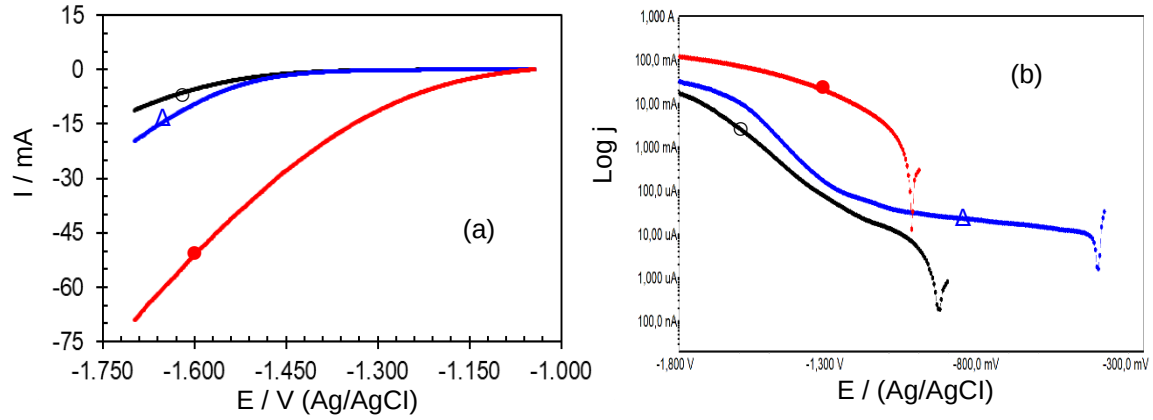
3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR



Şekil 2. Cu (a), Cu/Cu (b), Pt (c) ve Cu/Cu-Pt (d) elektrotların 1 M KOH çözeltisi içerisinde alınan dönüşümlü voltamogramlar.

Hazırlanan katalizörlerin yüzey karakterizasyonları CV tekniğiyle yapılmıştır. Cu, Cu/Cu, Pt ve Cu/Cu-Pt elektrotların CV eğrileri Şekil 2'de verilmektedir. Şekil 2a ve b'de yüzeyde sadece bakır olduğu için bakırın karakteristik pikleri ortaya çıkmıştır. Bu pikler anodik taramada 3 pik (bakır hidroksit, oksihidroksit ve oksit pikleri) ve katodik taramada 3 pik (anodik taramada çıkan türlerin indirgenme pikleri) olmak üzere toplam 6 piktir [14-21]. Şekil 2b'ye göre bakır yüzeyi bakır ile kaplanması pik akım değerlerinin arttırdığını göstermektedir. Bu da yüzeyin daha poröz ve yüzey alanının arttırdığını göstermektedir. Şekil 2c'de Pt elektrotun CV'si görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi Pt nin karakteristik pikleri (hidrojen adsorpsiyon/desorpsiyon bölgesi, çift tabaka bölgesi ve PtO_x'ler) ortaya çıkmıştır. Cu/Cu-Pt elektrotun CV

eğrisi incelendiğinde (Şekil 2d) Pt ye ait pikler baskın olmakla birlikte bakırın karakteristik pikleri de ortaya çıkmıştır. Pik akımları Pt pikleri ile kıyaslandığında (Şekil 2c) oldukça yüksektir. CV yöntemi, bakır yüzeyinde yapılan ilgili kaplamaların başarılı bir şekilde oluşturulduğunu göstermektedir.



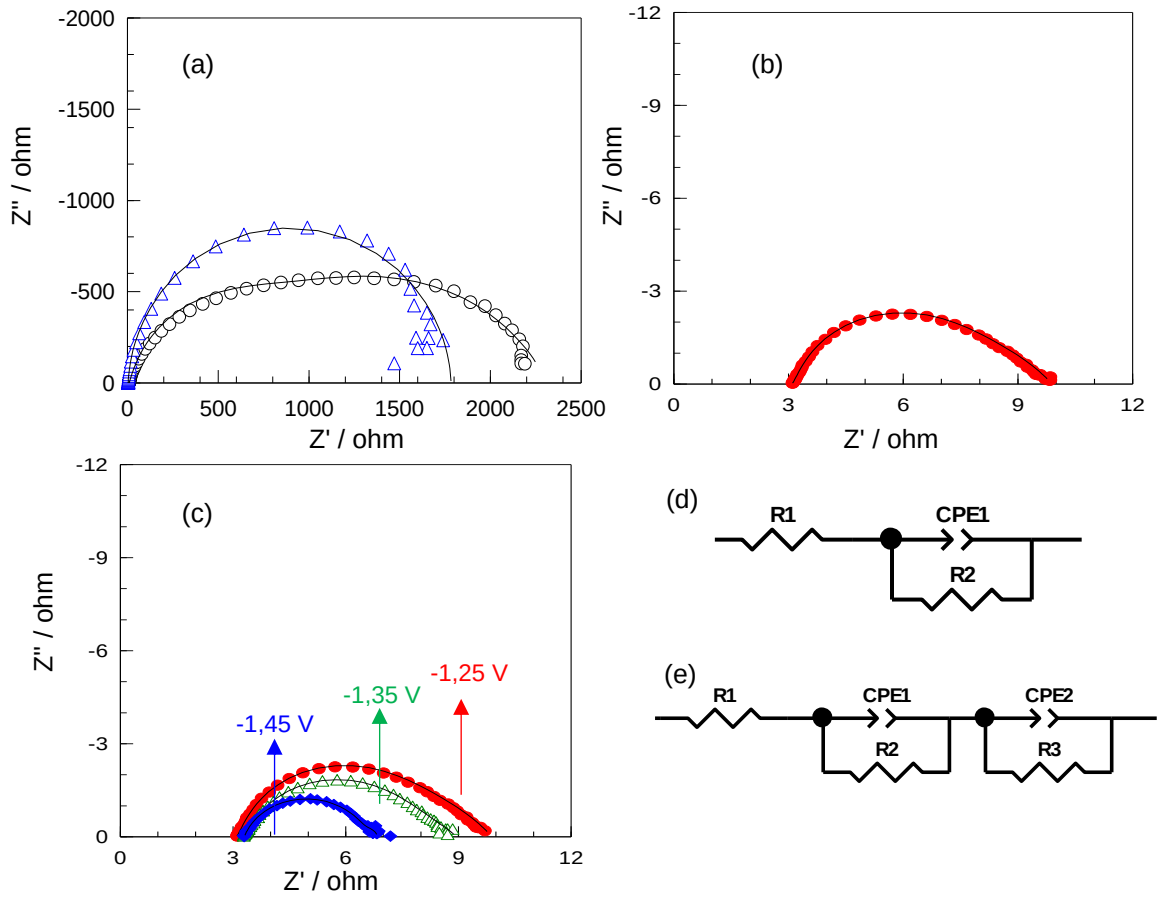
Şekil 3. Cu (○), Cu/Cu (Δ) ve Cu/Cu-Pt (●) elektrotların 1 M KOH çözeltisi içerisinde alınan (a) dönüşümlü voltamogramları (hidrojen adsorpsiyon bölgeleri) ve (b) katodik akım-potansiyel eğrileri.

Hazırlanan katalizörlerin bazik ortamdaki HER karşı davranışını değerlendirmek için CV ve katodik akım-potansiyel eğrilerinden yararlanılmış ve bu ölçümler Şekil 3'te verilmektedir. Şekil 3a'ya bakıldığında, hidrojen adsorpsiyon bölgesindeki hidrojen çıkış potansiyelleri elektrotlar için sırasıyla Cu için -1,510, Cu/Cu için -1,535 ve -1,295 V'tur. Görüldüğü gibi bakır kaplı bakır, Pt ile modifiye edildiğinde hidrojen çıkışı daha erken potansiyellere kayarak hidrojen aşırı gerilimini düşürmektedir. Düşük hidrojen aşırı gerilimli elektrotlar daha yüksek katalitik etkinliğe sahiptirler. Şekil 3b incelendiğinde bakır, bakır ile kaplandığında akım değerlerinin arttığı, Cu/Cu elektrot Pt ile modifiye edildiğinde ise akım değerlerinin çok daha fazla arttığını açıkça görebiliriz. Cu ve Cu/Cu elektrotlarda oksijen indirgenmeleri görülürken, Pt ile modifiye elektrotta sadece hidrojen indirgenmesi mevcuttur. Değişik aşırı gerilimlerde elde edilen akım değerleri ölçülmüş ve Tablo 1'de verilmiştir. Cu/Cu-Pt elektrot için ölçülen akım değerlerinin diğer elektrotlardan yüksek olması Pt nin yapısal aktivitesiyle ilişkilidir.

Tablo 1. Katodik akım-potansiyel eğrilerinden elde edilen elektrokimyasal parametreler.

Elektrot	$j_{-1,25}$ /mA	$j_{-1,35}$/mA	$j_{-1,45}$/mA	$-b_c$ / mV dec^{-1}
Cu	0,040	0,106	0,372	-
Cu/Cu	0,088	0,248	1,173	-
Cu/Cu-Pt	12,68	24,86	41,580	414

Hazırlanan katalizörlerin bazik ortamdaki HER'e karşı davranışını değerlendirmek için ek olarak EIS tekniğinden yararlanılmıştır. Cu, Cu/Cu, ve Cu/Cu-Pt elektrotların 1 M KOH çözeltisinde EIS tekniğiyle elde edilen Nyquist eğrileri Şekil 4'de verilmektedir. Fit eğriler için uygun eşdeğer devreler Şekil 4d'de görülmektedir. Cu ve Cu/Cu elektrotları tekli devre kullanılarak fit edilirken, Cu/Cu-Pt elektrot için en uygun eşdeğer devre seri bağlı devre olmuştur. Burada R1 çözelti direncini, Şekil 4a ve b'ye göre R2 yüzeye karşılık gelen yük transfer direncini, CPE sabit faz elementini, Şekil 4d'ye göre ise CPE1-R2 yüksek frekans bölgesine karşılık gelen yarım daireyi ve CPE2-R3 ise düşük frekans bölgesine karşılık gelen yarım daireyi göstermektedir. n ise gözenekli yüzeyin homojensizliğinin derecesini gösteren bir parametredir. R2 ve R3 dirençlerinin toplamına polarizasyon direnci (R_p) denmektedir. Cu



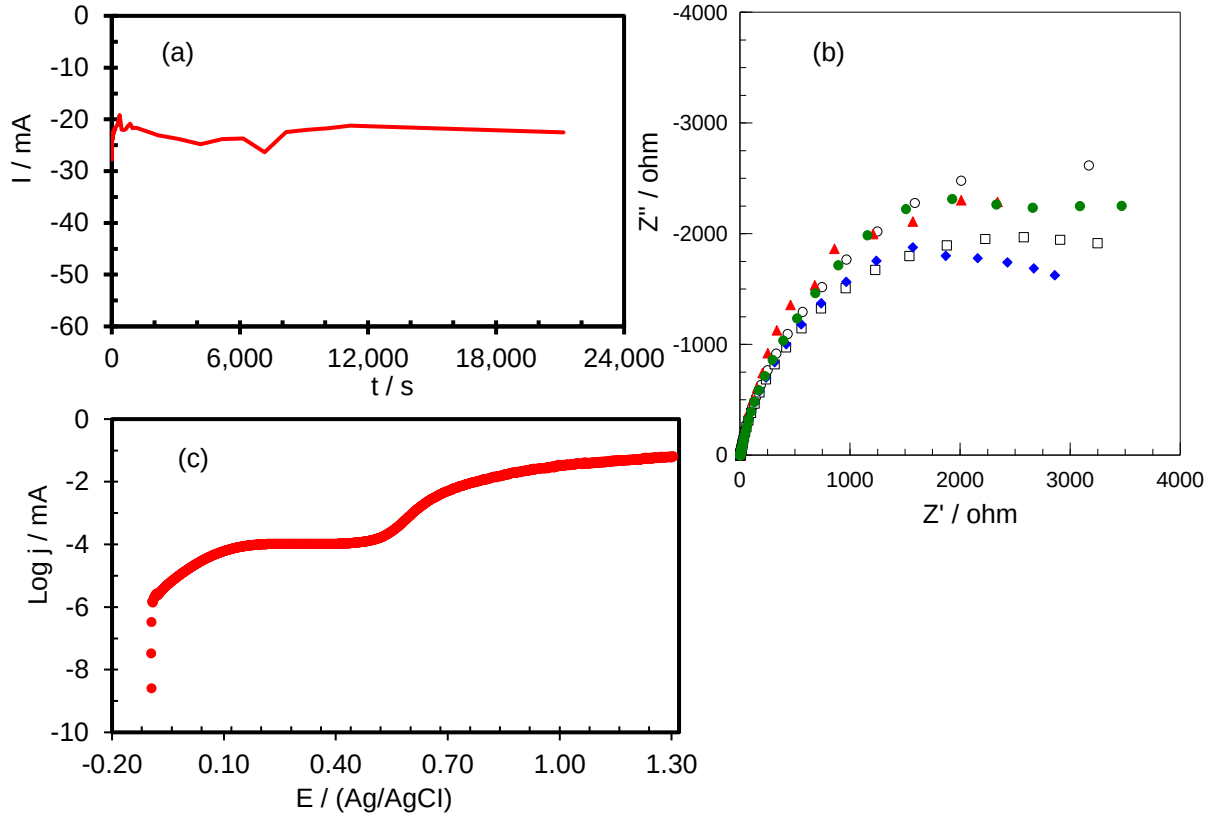
Şekil 4. (a,b) Cu (○), Cu/Cu (Δ), ve Cu/Cu-Pt (●) elektrotların 1 M KOH çözeltisi içerisinde -1,25 V'da alınan Nyquist eğrileri, (c) Cu/Cu-Pt elektrotun -1,25 (●), -1,35 (Δ) ve -1,45 (♦) V potansiyellerde alınan Nyquist eğrileri, (d,e) Nyquist eğrilerinin fit edilmesinde kullanılan eşdeğer devre modelleri (Tekli eşdeğer devre Cu ve Cu/Cu elektrotları için, seri bağlı eşdeğer devre Cu/Cu-Pt elektrotu için). Düz siyah çizgiler fit eğrileri gösteriyor.

ve Cu/Cu elektrotlarda bir tane yarım daire oluşurken, Cu/Cu-Pt elektrotun yüzeyi poröz yapıda olduğu için iki yarım daire oluşmuştur. EIS tekniğiyle elde edilen parametreler Tablo 2'de gösterilmektedir. Tablo 2'den görüldüğü gibi Cu, Cu/Cu ve Cu/Cu-Pt elektrotların -1,25V'taki R_p değerleri sırasıyla 2305, 1780 ve 6,9 Ω değerlerindedir. Cu yüzeyinin bakır ile kaplanması daha düşük direncin oluşmasına, bununda Pt ile modifiye edilmesi direnç değerlerinin oldukça düşmesine neden olmuştur. Cu/Cu-Pt elektrotun çok iyi bir HER'e karşı etkinliğinin olduğu söylenebilir. HER'e karşı en iyi performans gösteren Cu/Cu-Pt elektrotun değişik aşırı gerilimlerindeki Nyquist eğrileri Şekil 4c'de verilmektedir. Aşırı gerilimin arttırılması Nyquist eğrilerindeki yarım dairenin çapının önemli oranda değiştirmektedir. Bütün hazırlanan elektrotlarda aşırı gerilimin arttırılması, direnci düşürerek HER kinetiğini artmıştır [22-25]. Cu/Cu-Pt elektrotun diğer elektrotlara göre yüksek etkinliği Pt nin yapısal etkinliğine ve bakır kaplı bakır yüzeyinin geniş olmasına bağlanabilir. Görüldüğü gibi EIS tekniğiyle elde edilen sonuçlar katodik akım-potansiyel eğrileri ve CV eğrileri sonuçlarını desteklemektedir. Katalitik etkinliği yüksek Cu/Cu-Pt elektrotunda kararlılık/dayanıklılık testi 6 saat boyunca CA yöntemiyle, korozyon dayanımı ise EIS, LPR ve anodik akım-potansiyel eğrisi yöntemleriyle yapılmıştır. İlgili ölçümler Şekil 5'te verilmektedir. Şekil 5a'ya göre başlangıç akımı -27,8 mA

Tablo 2. Nyquist eğrilerinden belirlenen elektrokimyasal parametreler.

Elektrot	-η / V	R_1 /(Ω)	CPE_1 (10^{-3}/Ω^{-1} s^n)	n_1	CPE_2 (Ω^{-1} s^n)	n_2	R_p /(Ω)
Cu	1,25	9,0	0,581	0,71			2305
	1,35	9,3	0,0671	0,82			378
	1,45	9,8	0,0341	0,89			102
Cu/Cu	1,25	3,7	0,0785	0,97			1780
	1,35	4,0	0,0275	0,93			134
	1,45	4,0	0,0189	0,95			61
Cu/Cu-Pt	1,25	3,1	0,420	0,93	0,0169	0,57	6,9
	1,35	3,3	0,415	0,88	0,0225	0,51	5,7
	1,45	3,3	0,320	0,82	0,1099	0,55	3,6

iken, 1.saatte -24,8 ve 6.saat sonunda -22,5 mA olmaktadır. 6 saat boyunca akım değerlerinde çok küçük düşme olması yani akımın hemen hemen sabit kalması Cu/Cu-Pt elektrotun çalışılan ortamda kararlı olduğunu gösterir. Aynı elektrotun 5 gün boyunca alınan Nyquist eğrileri Şekil 5b'de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi kapanmayan bir tek basık yarım daireler oluşmuştur. 4, 24, 72, 96 ve 120 saat sonundaki Nyquist eğrilerinden ölçülen R_p değerleri 6460, 6113, 4761, 4466 ve 5796 Ω olurken, LPR yöntemiyle ölçülen R_p değerleri her bir sıralı saate göre ise sırasıyla 4566, 6097, 4803, 4467 ve 5780 Ω olarak ölçülmüştür. EIS yöntemiyle ölçülen dirençler ile LPR tekniğiyle ölçülen dirençler paralellik göstermektedir. 4. saatten 24. saate direnç artarken, sonra 120. saate kadar kademeli olarak düşmüştür. Genel olarak dirençlerin yüksek olması Cu/Cu-Pt elektrotun korozyona karşı dayanıklı olduğunu gösterir. Kademeli olarak dirençlerin 24. Saatten 72. saate düşmesi yüzeyin korozyonu ile ilişkilidir. Son gün direncin yükselmesi yüzeyde oluşan korozyon ürünlerin yüzeyi kapatması ile ilişkilendirilebilir [26]. Cu/Cu-Pt elektrotun anodik akım-potansiyel eğrisine (Şekil 5c) bakıldığında ölçülen açık devre potansiyeli (E_{ocp}) -0,093 V'tur. Bu potansiyelden itibaren akım artışı hızla gerçekleşirken yaklaşık 0,189 V ile 0,480 V aralığında yüzeyde $Pt(OH)_2$ ve PtO_x'ler oluşması nedeniyle akım sabit kalmıştır. Bu potansiyelden itibaren ise oksijen çıkışı nedeniyle akım hızla artmaktadır. Pt soy metal olup, alkali ortamda korozyona karşı oldukça dayanıklı ve kararlı bir metaldir [27].



Şekil 5. Cu/Cu-Pt elektrotun 1 M KOH çözeltisindeki 6 saat sonundaki kronomaperometri diyagramı (a), 4 (○), 24 (Δ), 72 (□), 96 (♦) ve 120 (●) saat sonundaki Nyquist eğrileri (b) ve 120 saat sonundaki anodik akım-potansiyel eğrisi (c).

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bilindiği gibi Pt, katodik hidrojen çıkış reaksiyonuna karşı süper katalitik özelliğe sahiptir. Bakır kaplı bakır yüzeyi eser miktarda Pt tanecikleriyle modifiye edilmesi 1 M KOH ortamında HER için etkili bir katalitik özellik sergilemiştir. CV analizleri yüzeyde Pt nin varlığını göstermiştir. -1,25V potansiyeldeki akım değeri bu elektrot için 12,68 mA olurken, Cu/Cu ve Cu elektrotları için 0,088 ve 0,040 mA olmuştur. Elde edilen R_p değerleri ise Pt modifiye elektrot için aynı potansiyelde 6,9 Ω iken, Cu/Cu ve Cu elektrotları için 1780 ve 2305 Ω olarak ölçülmüştür. Görüldüğü gibi Cu/Cu-Pt elektrot sistemdeki aşırı gerilimleri düşürürken, akım değerlerini arttırmış, düşük polarizasyon dirençleri elde edilmiştir. Pt modifiye elektrotun diğer hazırlanan elektrotlardan daha iyi HER performansı, Pt nin yapısal etkinliğine ve bakır kaplı bakır ile elde edilen geniş yüzey alanına bağlanabilir. Cu/Cu-Pt elektrotun kararlılığı/dayanıklılığı 1 M KOH ortamında 6 saat boyunca CA yöntemiyle yapılmış ve çalışılan ortama karşı kararlı bir yapı sergilemiştir. Aynı elektrotta korozyon dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde ise, başlangıçta direnç bir miktar artarken ilerleyen günlerde yüzeyin korozyonu nedeniyle düşmüş ve son gün biraz yükselmiştir. Sonuç olarak Cu/Cu-Pt elektrot kararlı yapısı ve yüksek korozyon direnci ve katalitik etkinliği nedeniyle geniş ölçekteki elektroliz sistemleri için katot malzemesi olarak ucuz ve iyi bir aday olabilir.

TEŞEKKÜR

Katkılarından dolayı Mardin Artuklu Üniversitesi'ne ve desteklerinden dolayı Mardin Artuklu Üniversitesi'den Doç. Dr. Reşit YILDIZ'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Key world energy statistics. International Energy Agency. Paris: France; 2018.

[2] World energy outlook. International Energy Agency. Paris: France; 2015.

[3] Tiwari DK, et al. Water splitting by using electrochemical properties of material. 2018. p. 135-153.

[4] Martín Davida, Carlos Ocampo-Martínez, Ricardo Sánchez-Peña, Advances in alkaline water electrolyzers: A review. Journal of Energy Storage 23 (2019) 392–403.

[5] Ramchandra Bhandari, Clemens A. Trudewind, Petra Zapp, Life cycle assessment of hydrogen production via electrolysis - A review. J. Cleaner Prod. 85 (2014) 151–163.

[6] Rami S. El-Emam, Hasan Özcan, Comprehensive review on the techno-economics of sustainable large-scale clean hydrogen production. Journal of Cleaner Production 220 (2019) 593-609.

[7] Lasia A, Rami A. Kinetics of hydrogen evolution on nickel electrodes. J Electroanal Chem Interfacial Electrochem 294(1) (1990) 123-41.

[8] Choquette Y, Brossard L, Lasia A, Menard H. Study of the kinetics of hydrogen evolution reaction on raney nickel composite-coated electrode by AC impedance technique. J Electrochem Soc 137(6) (1990) 1723-1730.

[9] Yi Wei, Razium A. Soomro, Xiuqiang Xie, Bin Xu, Design of efficient electrocatalysts for hydrogen evolution reaction based on 2D MXenes. Journal of Energy Chemistry 55 (2021) 244–255.

[10] Murat Farsak, Esra Telli, Ayşe Ongun Yüce, Gülfeza Kardaş, The noble metal loading binary iron-zinc electrode for hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy 42 (2017) 6455-6461.

[11] Mehmet Burak Koca, Gizem Gümüşgöz, Çelik, Gülfeza Kardaş, Birgül Yazıcı, NiGa modified carbon-felt cathode for hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy 44 (2019) 14157-14163.

[12] Ayşe Ongun Yüce, Ali Döner, Gülfeza Kardaş, NiMn composite electrodes as cathode material for hydrogen evolution reaction in alkaline solution. International Journal of Hydrogen Energy 38 (2013) 4466-4473.

[13] Timothy R. Cook, Dilek K. Dogutan, Steven Reece, Yogesh Surendranath, Thomas S. Teets, Daniel G. Nocera, Solar energy supply and storage for the legacy and nonlegacy worlds. Chemical Reviews 110 (2010) 6474-6502.

[14] Burke LD, Collins JA, Role of surface defects in the electrocatalytic behaviour of copper in base. Journal of Applied Electrochemistry 29 (1999) 1427-1438.

[15] Burke L. Declan, Collins John A, Murphy Maria A, Redox and electrocatalytic activity of copper in base at unusually low, premonolayer potentials. J Solid State Electrochem 4 (1999) 34-41.

[16] Chong-Hong Pyun, Su-Moon Park, Insitu spectro electrochemical studies on anodic-oxidation of copper in alkaline-solution. J Electrochem Soc 132 (1986) 2024-230.

[17] Abd El Haleem SM, Ateya BG. Cyclic voltametry of copper in sodium hydroxide solutions. J Electroanal Chem 117 (1981) 309-319.

[18] Marioli Juan M, Kuwana Theodore, Electrochemical characterization of carbohydrate oxidation at copper electrode. Electrochim Acta 37 (1992) 1187-1197.

[19] Burke LD, Ahern MJG, Ryan TG. An investigation of the anodic behavior of copper and its anodically produced oxides in aqueous solutions of high pH. Journal of The Electrochemical Society 137 (1990) 553-561.

[20] Jayalakshmi M, Balasubramanian K, Cyclic Voltammetric Behavior of Copper Powder Immobilized on Paraffin Impregnated Graphite Electrode in Dilute Alkali Solution. Int. J. Electrochem. Sci. 3 (2008) 1277-1287.

[21] Heli H, Jafarian M, Mahjani MG, Gobal F, Electro-oxidation of methanol on copper in alkaline solution. Electrochimica Acta 49 (2004) 4999-5006.

[22] Shifeng Li, Mingxia Li, Yonghong Ni, Grass-like Ni/Cu nanosheet arrays grown on copper foam as efficient and non-precious catalyst for hydrogen evolution reaction. Applied Catalysis B: Environmental 268 (2020) 118392.

[23] Milica P. Marceta Kaninski, Snezana M. Miulovic, Gvozden S. Tasic, Aleksandar D. Maksic, Vladimir M. Nikolic, A study on the Co-W activated Ni electrodes for the hydrogen

production from alkaline water electrolysis e Energy saving. International Journal of Hydrogen Energy 36 (2011) 5227-5235.

[24] Muhammad Aqeel Ashraf, Zhenling Liu, Dangquan Zhang, Novel 3-D urchin-like Ni-Co-W porous nanostructure as efficient bifunctional superhydrophilic electrocatalyst for both hydrogen and oxygen evolution reactions. International Journal of Hydrogen Energy 45 (2020) 17504-17516.

[25] Derya Dilek Demir, Abdullah Salcı, Ramazan Solmaz, Preparation, characterization and hydrogen production performance of MoPd deposited carbon felt/Mo electrodes. International Journal of Hydrogen Energy 43 (2018) 10530-10539.

[26] Ramazan Solmaz, Gülfeza Kardaş, Hydrogen evolution and corrosion performance of NiZn coatings. Energy Conversion and Management 48 (2007) 583–591.

[27] Marcel Pourbaix, Atlas of electrochemical equilibra in aqueous solutions, second edition, Houston, Texas, USA, 1974.

REVIEW OF THE CURRENT REGULATIONS IN THE EUROPEAN UNION REGARDING REDUCTION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN MARITIME TRANSPORT ACTIVITIES

Dr. Halil CECEN

[1]*Burdur Mehmet Akif Ersoy University Vocational School of Social Sciences, Department of Law, Burdur, Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5569-4511*

Abstract

In this research, the possible global effects of the strategies that the European Union (EU) aims to achieve to reduce CO_2 arising from maritime transportation activities and the consequences of possible conflicts of jurisdiction with the International Maritime Organization are discussed. As materials, the European Union directives and regulations and the documents of the International Maritime Organization (IMO) were reviewed and a comparative methodology was followed. In the findings, it is concluded that by applying the same strategy followed by the EU in the international civil aviation sector to the international maritime sector, the EU seems to trigger the authorized organization in international maritime activities, the IMO, to take action to reduce the CO_2 arising from this activities.

Keywords: Maritime transport, Emissions Trading System, International Maritime Organization, European Green Deal, Greenhouse Gas Emissions, Climate Change Mitigation.

Introduction

The activities in maritime transport constitute 75% of the foreign trade of the European Union (EU) and 31% of the intra-EU trade.[1] For this reason, maritime transport activities have an important place in the trade of the EU.

To give a position to the maritime transportation activities within the framework of the EU's targets of climate change mitigation and increasing renewable energy, it should be stated that these activities is to be reviewed under the transport sector. Pursuant to the Article 3(4) of EU Directive numbered 2009/28, each Member State was required to achieve at least 10% renewable energy by 2020 in final energy consumption in the transport.[2] According to the Article 25(1) of EU Directive 2018/2001, this share was increased to at least 14% renewable energy in final energy consumption in the transport sector by each Member State by 2030.[3] In line with these targets, it becomes necessary for the EU and the Member States to take action in the maritime transportation sector, which is a part of the transport sector.

Research and Findings

In the report prepared in 2019, following the adoption of the Regulation (EU) 2015/757 adopted for monitoring, reporting, verification of CO_2 emissions from maritime transport, it was found that the CO_2 caused by the activities in maritime transport in the EU account for 3-4% of the total CO_2 emissions in the EU.[4] In addition, there is a significant increase in CO_2 arising from activities in maritime transport.[5] On this basis, the

[1] European Commission, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC, Brussels, 14.7.2021, p. 1.
[2] Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance), OJ L 140, 5.6.2009, p. 16–62, Article 3(4).
[3] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (Text with EEA relevance.), OJ L 328, 21.12.2018, p. 82–209, Article 25(1).
[4] European Commission, Commission Staff Working Document Full-length report Accompanying the document Report from the Commission 2020 Annual Report on CO_2 Emissions from Maritime Transport, Brussels, 17.8.2021, p. 5.
[5] Ibid.

EU has initiated efforts to integrate activities in maritime transport into its policies to reduce CO_2. However, the most important action in this regard was taken by the entry into force of Directive 2018/410. In the said Directive, it was decided that in order to achieve the targets of the Paris Agreement, the IMO or the EU should take action to reduce CO_2 in international maritime activities as of 2023.[6]

Although the "Initial Strategy on Reduction of Greenhouse Gas Emissions from Ships" was launched to be implemented by IMO in 2018, the EU considers that the results obtained from this application are insufficient to meet the requirements of the Paris Agreement.[7] In this context, it has been stated in the European Green Deal that the European Commission would propose the inclusion of maritime transport in the EU Emissions Trading System (EU ETS) and that this proposal would be coordinated with the International Maritime Organization at the global level.[8]

In this context, the Council of the European Union announced on 30 June 2022 its proposal to include maritime transport activities between Member States and between a Member State and a third country in the EU ETS by amending the Directive 2003/87/EC.[9]

International maritime transport activities, consisting of voyages between the ports of two different Member States or between the ports of a Member State and the port of a third non-EU state, were not among the previous commitments of the EU to reduce CO_2. In the background of this effort of the EU to include international maritime transport activities in ETS, there is the fact that the emissions from fossil fuels sold within the Union have grown by around 36% since 1990 on voyages departing from one Member State and arriving in another Member State or a third country.[10] If the impact of the CO_2 arising from maritime transport activities on climate change continues to increase as predicted, it will significantly hinder the reductions in emissions in other sectors to mitigate climate change. For this reason, there is a concern that the increase in CO_2 arising from maritime transport activities will adversely affect the EU's targets to mitigate climate change.

In the European Green Deal, the Commission expressed its intention to take additional actions targeting CO_2 arising from the maritime transport sector through a series of measures to achieve the EU's emission reduction targets.[11] In this context, it was stated that "the Directive 2003/87/EC should be amended and the maritime transport sector should be also included in the EU ETS. So by adopting this action contribution of maritime transport sector to the increased climate objectives of the Union and to the objectives of the Paris Agreement, are ensured. One of the arguments for this strategy is that there is no action in place that caps or prices maritime transport emissions, so it is appropriate that the EU ETS would cover a share of the emissions from the voyages between the ports of the Member States of third countries.[12] In this framework, it was also stated that actions such as regulating the entry of the most polluting ships to EU ports regarding the maritime transport sector and making the use of shore-side electricity compulsory for the ships berthed at the ports would be taken.[13]

---

[6] Directive (EU) 2018/410 of the European Parliament and of the Council of 14 March 2018 amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and low-carbon investments, and Decision (EU) 2015/1814, par. 4.

[7] Council of the European Union, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757, par. 16.

[8] op.cit., par. 17.

[9] Ibid.

[10] Directive (EU) 2018/410 of the European Parliament and of the Council of 14 March 2018 amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and low-carbon investments, and Decision (EU) 2015/1814, par. 14.

[11] European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: the European Green Deal, Brussels, 11.12.2019, p. 11.

[12] Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757, par. 17.

[13] European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: the European Green Deal, Brussels, 11.12.2019, p. 11.

For the monitoring process, it was proposed that the administering authority shall be the Member State if the shipping company registered in a Member State. If the shipping company is not registered in a Member State, then the Member State which has the largest number of port calls from visitings performed by the shipping company in the last two years will be the administering authority. And lastly, if a shipping company that is not registered in a Member State and that did not visit a port of any Member State in the preceding two years, the administering authority shall be the Member State where the shipping company has first visited.[14]

It was stated that the European Commission would take into consideration possible changes adopted by the IMO of a measure on a global basis to reduce CO_2 arising from maritime transport. If such a measure is adopted no later than 30 September 2028, the Commission shall submit a report to the European Parliament and the Council on its examination. If appropriate, the Commission will make a legislative proposal to the European Parliament and the Council to amend Directive 2003/87/EC.[15]

The Member States are required to ensure that the maritime transport companies under their administration comply with the requirements set out in Directive 2003/87/EC. In the event that "a shipping company fails to comply with those requirements and any enforcement measures taken by the administering authority have failed to ensure compliance, Member States should act in solidarity and should be able to refuse entry to the ships under the responsibility of the shipping company concerned as a last resort measure".[16] With the adoptions of the amendments at the Directive 2003/87/EC, it is intended to include the CO_2 caused by the maritime transportation sector in the EU ETS.[17]

The EU followed a similar strategy to reduce CO_2 in the international civil aviation sector. The EU expanded the ETS by the entry into force of the Directive 2008/101/EC so as to include international flights between the Member States of the EU and third countries, on the ground that the International Civil Aviation Organization (ICAO) did not take any action to reduce CO_2 in the field of international civil aviation.[18]

Upon this development, the EU started to take steps to try to resolve the authorization problem that arose as a result of the adoption of the CORSIA program by the ICAO. In the submitted Proposal, "continuing intra-European application of the EU ETS while applying CORSIA as appropriate to extra-European flights" was proposed.[19] Stating that the work of the IMO in the field of international maritime transport is also insufficient, the EU seems to be able to trigger the IMO by amending the Directive 2003/87/EC so as to include international maritime transport activities between Member States and third countries in the EU ETS.

Conclusion

In conclusion, as mentioned above, in the event that the Directive 2003/87/EC is amended and the IMO begins to work effectively to reduce CO_2 caused by the international maritime transport activities, more rigorous monitoring will be required to be implemented in the activities in international maritime transport activities in order to mitigate climate change on the basis of the Paris Agreement.

References:

Council of the European Union, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within

[14] Council of the European Union, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757, Article 3gd.
[15] op.cit., Article 3ge.
[16] op.cit., par. 22.
[17] op.cit., Article 1(2)(a).
[18] Directive 2008/101/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 amending Directive 2003/87/EC so as to include aviation activities in the scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community (Text with EEA relevance), OJ L 8, 13.1.2009, p. 3–21, par. 8-10.
[19] European Commission, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC as regards aviation's contribution to the Union's economy-wide emission reduction target and appropriately implementing a global market-based measure, Brussels, 14.7.2021, p.3.

the Union, Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and Regulation (EU) 2015/757.

Directive 2008/101/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 amending Directive 2003/87/EC so as to include aviation activities in the scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community (Text with EEA relevance), OJ L 8, 13.1.2009, p. 3–21.

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance), OJ L 140, 5.6.2009, p. 16–62, Article 3(4).

Directive (EU) 2018/410 of the European Parliament and of the Council of 14 March 2018 amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and low-carbon investments, and Decision (EU) 2015/1814.

Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (Text with EEA relevance.), OJ L 328, 21.12.2018, p. 82–209, Article 25(1).

European Commission, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport and amending Directive 2009/16/EC, Brussels, 14.7.2021.

European Commission, Commission Staff Working Document Full-length report Accompanying the document Report from the Commission 2020 Annual Report on CO_2 Emissions from Maritime Transport, Brussels, 17.8.2021.

European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, The European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: the European Green Deal, Brussels, 11.12.2019.

European Commission, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC as regards aviation's contribution to the Union’s economy-wide emission reduction target and appropriately implementing a global market-based measure, Brussels, 14.7.2021.

REVIEW OF ENERGY CONVERSION FROM FOSSIL FUELS TO RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE TURKISH MARITIME TRANSPORT SECTOR WITHIN THE FRAMEWORK OF COMPATIBILITY WITH THE *ACQUIS COMMUNAUTAIRE*

Dr. Halil CECEN

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Vocational School of Social Sciences, Department of Law, Burdur, Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5569-4511

Abstract

In this research, the effect of compatibility with the acquis communautaire in the energy conversion processed in the Turkish maritime transport sector and the changes that the Turkish maritime transport sector will experience are examined. In the research, regulations in Turkish law, official documents in the acquis communautaire, documents of the International Maritime Organization (IMO) and resources in the literature were taken into consideration. As conclusion, within the framework of compatibility with the acquis communautaire and the Paris Agreement, important legal developments have been observed in the Turkish maritime transportation sector and it has been determined that an energy conversion from fossil fuels to renewable energy sources has been processed. However, in order to achieve this conversion process successfully, it is necessary to donate a fleet of ships with sustainable new technologies, to use renewable energy in port operations, and the finances to be granted by the European Commission and the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) within the scope of IPA III should be evaluated with successful projects.

Keywords: Turkish maritime transport sector, Green Maritime, Green Port, Ministry of Transport and Infrastructure, Maritime Decarbonisation and Green Shipping.

Introduction

Within the framework of compatibility with the acquis communautaire, important developments are being regulated towards reducing greenhouse gas emissions, which show a significant increase in the maritime transport sector, as well as in the land and air transport sectors, in Turkish law. The main purpose of these regulations is to ensure energy efficiency and the use of renewable energy sources and to reduce the use of fossil fuels gradually. The contribution of compatibility efforts to the acquis communautaire in this energy conversion in the Turkish maritime transportation sector is undeniable. In particular, the Turkish Renewable Energy National Action Plan was adopted within the framework of EU Directive 2009/28, and targets were also set in transport sector, including the maritime transport.

Research and Findings

In the "2053 Transport and Logistics Master Plan" published by the Ministry of Transport and Infrastructure, taking measures against climate change, increasing energy efficiency, taking international measures (EU White Paper, Paris Climate Agreement, European Green Agreement, act within the framework of the European Climate Law, etc.), developing and maintaining green transport and green logistics investments and practices" are stated among the targets.[1] Comprehensive environmental, clean energy and alternative fuel policies constitute the main framework in the evaluation and definition of specific measures and recommendations selected in the Transport and Logistics Master Plan. Indeed, when the environmental impact in the transport sector is reviewed and the climate change is taken into account, energy and transportation appear as two

[1] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı, (Online), https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/2053-ulastirma-ve-lojistik-ana-plani-rev.pdf, Date Accessed: 06 Aralık 2022, p. 12.

inseparable sectors. Therefore, it has been decided to take environmental measures in order to minimize the emissions of pollutants and to optimize the use of basic resources.[2]

In order to comply with the acquis communautire and the Paris Agreement, "dissemination of green port practices", "providing incentives for green port implementation and reducing the use of environmentally harmful machinery and equipment", "promoting the production and use of renewable energy in order to increase energy efficiency in the transportation and logistics sector" and "Polluter Pays" principle have been set as targets.[3] One of these targets, the green port application has been implemented in the Turkish maritime transport sector for a while. The "Green Port/Eco Port" project was initiated within the framework of the protocol signed between the Ministry of Transport and the Turkish Standards Institute on 16th December 2014 in order to increase the environmental awareness at Turkish ports.[4] Within the scope of this project, which is based on a voluntarily participation, it is aimed to reduce greenhouse gas and harmful emissions arising from activities within the ports and to develop and implement renewable energy projects.[5] Another action aimed within the framework of the Green Port/Eco Port project is to reduce the amount of waste resulting from port operations by ensuring waste recycling.[6] Port operators which fulfill the requirements in the Green Port/Eco Port project obtain the right to use the green port title and logo.[7] In this context, one of the issues recommended to the port operator is to carry out survey to expand the use of potential renewable energy sources.[8]

At the same time, in the "2053 Transport and Logistics Master Plan", the expansion of green port applications and the usage of renewable energy sources at a high rate in ports" are stated as sectoral targets.[9]

Another important recent development within the framework of compatibility with the acquis communautaire is the decision by the European Commission to fund the "Maritime Decarbonisation and Green Shipping" project developed by the General Directorate of Maritime Affairs under the Ministry of Transport and Infrastructure. In accordance with the decision of "*Commission Implementing Decisions of 16.12.2021 on the financing of the annual action plan in favor of Turkey for 2021*", it was decided to provide financial support for Turkey in the field of "*Sustainable green energy and transport action*" within the scope of IPA III.[10] As stated in the action of "sustainable green energy and transport" of the relevant decision, supporting the development of sustainable pilot projects in the Turkish maritime sector, including the use of alternative fuels at ports and marine vessels, which is specified as one of the thematic areas in the Turkey 2021-2027 IPA III Program Framework[11] adopted by the Commission are counted among the targets.[12] In accordance with the decision, it has been decided to provide a Union contribution of 134,500,000.00 Euros within the framework of the 2021 annual plan[13], and it has been stated that the actions in the field of "Sustainable Green Energy and Transportation" specified in ANNEX-5 will also be included in the annual plan.[14]

In accordance with Annex-5 of the relevant decision, the "Maritime Decarbonisation and green shipping programme" program prepared by the Maritime Affairs Directorate has been counted among the areas to be supported.[15] Within the framework of this program, it is aimed to develop sustainable pilot projects in the Turkish maritime sector, including ports, ships and alternative fuels. Thus, retrofits of the existing ships for

[2] op. cit., p. 22.
[3] op. cit., p. 24.
[4] Türk Standartları Enstitüsü, Yeşil Liman/Eko Liman Projesi, (Online), https://www.tse.org.tr/IcerikDetay?ID=2049&ParentID=3290, Date Accessed: 4th December 2022.
[5] Ibid.
[6] Ibid.
[7] T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Yeşil Liman/Eko Liman Projesi Uygulama Esasları, Bölüm 7, p. 5, (Online), https://denizcilik.uab.gov.tr/yesil-liman, Date Accessed: 4th December 2022.
[8] T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Yeşil Liman/Eko Liman Projesi Uygulama Esasları, Bölüm 8, p. 5-6.
[9] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı, p. 45.
[10] European Commission, Commission Implementing Decision of 16.12.2021 on the financing of the annual action plan in favour of Turkey for 2021, Brussels, 16.12.2021.
[11] Commission Decision C(2021)8914 of 10.12.2021 on the Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA III) Programming Framework for the period 2021-2027.
[12] European Commission, Commission Implementing Decision of 16.12.2021 on the financing of the annual action plan in favour of Turkey for 2021, Brussels, 16.12.2021, par. 10.
[13] op. cit., Article 2.
[14] op. cit., Article 1.
[15] op. cit., Annex V, p. 4.

the transformation towards an environmentally friendly, low-emission ship fleet that focuses primarily on reducing greenhouse gas emissions and air emissions, while promoting climate-based investments that promote energy efficiency, electrification, circular economy and other environmental benefits and the establishment of the new ship fleets are aimed to develop alternative fuel infrastructure to power port operations.[16]

In the related program, it is stated that the Turkish maritime industry was expected to grow in the coming years, and therefore port infrastructure and services would need to be strengthened. It is also stated that the majority of the existing fleet of ships was quite old and the related asset could not receive significant green investments without incentives. Additionally, many ports are vulnerable to climate change risks. These ports are also deprived of energy efficiency and cause local air and water pollution. For this reason, the EU is moving rapidly towards green practices in the maritime sector, and it has been emphasized that Turkey should closely follow up on minimizing incompatibilities that may cause gaps in multilateral trade.[17]

Pursuant to the relevant decision, 20 million Euro from the EU as IPA contribution for the "Maritime Decarbonisation and green shipping programme", and at least 50 million Euros from the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) and co-financers for investments are expected. Thus, investment grants will be used specifically to develop the supply of alternative fuel infrastructures such as LNG, Bio-LNG, hydrogen and ammonia in port operations, to use renewable energy to power port activities such as solar panels, zero and low emission vehicles and machinery. The funds will also be used to build new ships and retrofit existing ships to support the transformation to a sustainable marine environment, low carbon energy and fuel efficient maritime fleet.[18]

As stated in the decision, the main objective of this program is to contribute to climate action and environmental protection. All pilot projects will include green measures, including building a low-carbon maritime fleet and infrastructure, by making Turkish maritime activities more energy efficient, environmentally sustainable and climate resilient. The Program will contribute to a transformation towards a sustainable Turkish maritime industry, leading to be beneficial to the climate and the environment. All EBRD-financed projects are required to follow the EBRD's guidelines for environmental protection.[19]

In the decision, it was also stated that Turkey would make efforts to reduce greenhouse gas emissions by 40% by 2030 and by 70% by 2050, when compared to 2008, within the scope of the Greenhouse Gas reduction strategy published by IMO in 2018.[20] However, it should be noted that nearly 50% of the Turkish ship fleet is over the age of twenty and 8% is over the age of forty. Therefore, in order to achieve the 2030 and 2050 targets, the ships in the Turkish merchant fleet must be modernized by donating them with sustainable new technologies.[21]

If the Republic of Turkey successfully benefits from the initiatives, actions and technical support of the Programme, Turkish maritime activities will gradually become more environmentally friendly due to the new fleet of green ships and improved port management infrastructure while the private sector's climate-related business management will gradually become more effective. In addition, if Turkish authorities remain committed to actively promoting climate change mitigation and adaptation investments for the maritime industry, more sector entrepreneurs will be eager to participate and invest in the Programme.[22]

The Green Shipping Program will also increase the sustainability and efficiency of national transport systems, ensure the gradual compatibility of the Turkish transport sector with the EU transport policies, and enable the conversion into a safer and more environmentally friendly transport system.[23] The Green Shipping Program will significantly raise awareness of the potential and predictability of green investments in the maritime industry with its technical support, targeted capacity building and investment programme.[24]

[16] op. cit., Annex V, p. 4.
[17] op. cit., Annex V, p. 6.
[18] op. cit., Annex V, p. 12.
[19] op. cit., Annex V, p. 13.
[20] op. cit., p. 3.
[21] op. cit., Annex V, p. 3.
[22] op. cit., p. 19.
[23] op. cit., p. 45.
[24] op. cit., p. 45.

The program aims to achieve reproducible and sustainable outputs by enabling proven and innovative technologies to enter the Turkish market for the first time. This target will be achieved through the implementation of pilot projects once the grant conditions are agreed between the EBRD and the EU. These projects will provide practical examples of the beneficial effects of the investments within the Turkish market and will open up the markets for future commercial activities. Implementation of the program will support the removal of the lack of capacity, awareness and knowledge, which is considered as one of the obstacles to the conversion of the sector in the country, by expanding the knowledge, ensuring the acceptance of the relevant policies and providing the capacity in the sector.[25]

Conclusion

In conclusion, as stated above, within the framework of compatibility with the acquis communautaire and the Paris Agreement, significant legal developments have been observed in the Turkish maritime transport sector, and an energy conversion is being processed from fossil fuels to renewable energy sources. However, in order to achieve this conversion, it is necessary to donate ship fleets with sustainable new technologies, to use renewable energy in port operations and also the finance to be provided by the European Commission and EBRD under IPA III should be evaluated with successful projects.

References:

Commission Decision C(2021)8914 of 10.12.2021 on the Instrument for Pre-Accession Assistance (IPA III) Programming Framework for the period 2021-2027.

European Commission, COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 16.12.2021 on the financing of the annual action plan in favour of Turkey for 2021, Brussels, 16.12.2021.

T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Yeşil Liman/Eko Liman Projesi Uygulama Esasları, Bölüm 7, s. 5, (Online), https://denizcilik.uab.gov.tr/yesil-liman, Date Accessed: 4th December 2022.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2053 Ulaştırma ve Lojistik Ana Planı, (Online), https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/2053-ulastirma-ve-lojistik-ana-plani-rev.pdf, Date Accessed: 6th December 2022.

Türk Standartları Enstitüsü, Yeşil Liman/Eko Liman Projesi, (Online), https://www.tse.org.tr/IcerikDetay?ID=2049&ParentID=3290, Date Accessed: 4th December 2022.

[25] op. cit., p. 45.

ÇÖREK OTU TOHUM YAĞINDAN ÜRETİLEN BİYODİZELİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN VE KOROZYON ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Leyla Ercan[1*]

[1]*Mardin Artuklu Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Mardin, Türkiye.,* [1]*ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0002-6570-8128*

Serap Toprak Döşlü [2]

[2]*Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin, Türkiye. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5455-8179*

ÖZET

Ülkeler için enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve böylece enerji güvenliğini sağlamak gibi nedenlerle bitkisel yağlardan biyodizel yakıt üretimi alternatif enerji kaynağı arayışlarında pek çok araştırmaya konu olmaktadır. Petrol, kömür gibi fosil yakıtların sınırlı oluşu, yeryüzünde belirli bölgelerde bulunması gibi sebepler bu kaynaklara sahip olmayan toplumları maliyet ve ulaşım açısından olumsuz etkilemektedir. Ayrıca bu fosil yakıtların çevreye zararları da düşünüldüğünde alternatif enerji kaynaklarını araştırmak tüm toplumlar için bir zorunluluk halini almıştır. Hem biyolojik olarak parçalanabilirliği hem de sera etkisini azaltması biyodizel yakıtların fosil yakıtlara göre tercih edilmesindeki avantajlarındandır. Özellikle yağlı tohumlar biyodizel üretiminde yaygın kullanılmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada son zamanlarda sağlığa yararları konusunda popüler bir şekilde öne çıkarılan çörek otu (*Nigella sativa)* tohumu kullanılmıştır. Soğuk sıkım olarak elde edilen çörek otu tohumunun yağı kullanılarak oluşturulan biyodizelin rengi, kokusu, yoğunluk ölçümü, akma noktası, bulutlanma noktası, kinematik viskozitesi ve korozyon etkisi incelenmiştir. Bunlara ek olarak biyodizel üretimi esnasında oluşan atıkların ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) cihazında mineral analizi (Mg, Mn, K, Zn ve Fe) yapılmıştır. Bunun yanı sıra bu yan ürünün pH değerleri ölçülmüş ve gübre olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmıştır. Böylece hem çörek otu tohum yağından elde edilen biyodizelin verimliliği fiziksel özellikleri açısından incelenmiş hemde yan ürün olarak elde edilen gübrenin özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda elde edilen biyodizelin yoğunluğu 894 kg/m^3 bulunurken akma noktası 1.0 °C ve bulutlanma noktası -1.0 °C olarak bulunmuştur. Bunun yanı sıra yan ürün olarak biyodizel sentezi sırasında elde edilen gliserolde rengi, mineralleri ve pH'sı bakımından incelenmiştir. Ayrıca çörek otu tohum yağından elde edilen biyodizelin bakır şerit korozyon test cihazı ile bakır şerit üzerine korozyon etkisi incelendiği gibi yumuşak çelik (karbon çelik) üzerinede elektrokimyasal olarak korozyon etkisi, elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS), açık devre potansiyeli (OCP) ölçümleri yapılarak belirlendi. Gıda sanayinde yoğun olarak kullanılan ve son dönemlerde farklı alanlarda kullanımı araştırılan çörek otu tohum yağının biyodizel ve gübre üretiminde verimliliği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, korozyon etkisi, mineraller, çörek otu tohum yağı, *Nigella sativa*

INVESTIGATION OF PHYSICAL PROPERTIES AND CORROSION EFFECT OF BIODIESEL PRODUCED FROM BLACK SEED OIL

Abstract

The production of biodiesel fuel from vegetable oils has been the subject of much research in the search for alternative energy sources for reasons such as reducing the foreign dependence of countries on energy and thus ensuring energy security. The reasons such as the limited availability of fossil fuels such as oil and coal and their presence in certain regions of the earth negatively affect the societies that do not have these resources in terms of cost and transportation. In addition, considering the damages caused by these fossil fuels to the environment, the search for alternative energy sources has become a necessity for all societies. Both biodegradability and reduction of the greenhouse effect are among the advantages of choosing biodiesel fuels over fossil fuels.. Especially oilseeds are widely used in biodiesel production. For this purpose, black cumin

seed (*Nigella sativa*), which has become popular recently due to its health benefits, was used in this study. Color, odor, density measurement, pour point, cloud point, kinematic viscosity, and corrosion effect of biodiesel formed by using cold-pressed black cumin seed oil were investigated. In addition to these, mineral analyzes (Mg, Mn, K, Zn, and Fe) of the wastes generated during biodiesel production were carried out by ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry). In addition, pH values were measured and it was investigated whether the wastes generated during this process could be used as fertilizer. Thus, both the efficiency of biodiesel obtained from black cumin seed oil and the properties of the fertilizer obtained as a by-product were investigated. The density of the biodiesel obtained as a result of the study was found to be 894 kg/m^3, pour point 1.0 ℃ and cloud point -1.0 ℃. In addition, glycerine obtained as a by-product during the synthesis of biodiesel was also investigated in terms of color, mineral, and pH. In addition, the corrosion effect of biodiesel obtained from black cumin seed oil on the copper strip was examined with a copper strip corrosion tester, and electrochemical corrosion effects, electrochemical impedance spectroscopy (EIS), open circuit potential (OCP) measurements were also made on MS (mild Steel). The effectiveness of black cumin oil, which is widely used in the food industry and has recently been researched in different areas, has been investigated in biodiesel and fertilizer production.

Keywords: Biodiesel, corrosion effect, minerals, black cumin seed oil, *Nigella sativa*

GİRİŞ

Fosil yakıtların sınırlı olmasının yanı sıra bu yakıtların sebep olduğu kirliliği azaltmak için yenilenebilir doğa dostu alternatif enerji kaynakları araştırılmaktadır [1]. Bu alternatif enerji kaynakları arasında biyodizel yenilenebilir, biyolojik olarak parçalanabilir olması, petrol bazlı dizele kıyasla daha az CO, hidrokarbon ve partikül emisyonu üretmesi gibi nedenlerle daha fazla ilgi çekmektedir [2]–[5]. Biyodizel; bitkisel veya hayvansal yağlardan transesterifikasyon reaksiyonu ile sentezlenen uzun zincirli yağ asitlerinin etil veya metil esteridir [5]–[7]. Bu reaksiyonun yan ürünü olarak elde edilen gliserol düşük kalitede olduğu zaman yeniden kullanılamaz [5], [8]. Bu nedenle biyodizelin kalitesi gibi gliserolün kalitesi de önemlidir. Biyodizelin petrol dizeline göre pek çok avantajı vardır. Biyodizel neredeyse hiç kükürt içermez dizelden daha yüksek setan sayısına, parlama noktasına sahiptir [4], [5], [9], [10]. Ayrıca dizel yakıtlara kıyasla biyodizel daha iyi kayganlık sergiler, bu nedenle yakıt enjeksiyon bileşenlerinin daha az aşınmasına izin verir [11], [12]. Özellikle saf biyodizelin (B100) taşımacılıkta kullanımını taşımacılığın neden olduğu hava kirliliğini azaltacağı için önerilmektedir [12]–[16]. Ancak bu uygulama motor ömrü ile ilgili bir takım endişeler oluşturmaktadır [12]. Bu nedenle daha yüksek kalitede biyodizel üretimi için farklı bitkisel ve hayvansal yağlar araştırılmaktadır. Biyodizel üretiminde yenebilir veya yenmeyen yağlı tohumlar özellikle ilgi çekmektedir.

Çörek otu (*Nigella sativa*) *Ranunculaceae* ailesine ait eski zamanlardan beri çeşitli hastalıkları tedavi etmek için kullanılan tıbbi bir bitkidir [17]. Bu bitkinin tohum kısmı sırt ağrısı, astım, bronşit, öksürük, ateş, baş dönmesi, felç, iltihaplanma, kısırlık ve gastrointestinal rahatsızlıklar gibi bir dizi hastalığın tedavisinde eski zamanlardan beri kullanılır [17]–[21]. Ayrıca çörek otu tohum yağı apse, eklem şişliği ve egzama gibi sorunlar için kullanılır [19], [20]. Çörek otunun başlıca biyoaktif bileşeni olan timokinon [22], [23] antioksidan, antiinflamatuar, antikanserojen özellik başta olmak üzere farmakolojik olarak önemli pek çok özelliğe sahiptir [17], [24]–[27]. Bunun yanı sıra çörek otu p-cymene, carvacrol, α-thujene, thymol, β-pinene, α-pinene, and γ-terpinene gibi önemli bileşenler içermektedir [28]. Bu değerli özelliklerinin yanısıra çörek otu tohum yağının antioksidan özellikler gösterdiği ve otooksidasyon oranını azalttığıda bildirilmiştir [23]. Çörek otu tohum yağının özellikle linoleic acid ve oleik asit açısından zengin olduğu yüksek oranda polidoymamış yağ asitleri içerdiği bilinmektedir [23].

Zengin yağ asiti içeriği ile çörek otu tohum yağı biyodizel üretiminde ve sanayide kullanılan yağlayıcılar ve katkı maddeleri için de önemli bir kaynak olabilir. Bu yüzden sayısız faydalı bileşeni ile sağlığa faydaları bilinen çörek otu tohum yağının yağ asitleri bakımından da zengin olması biyodizel üretiminde etkinliğini araştırmaya itmiştir. Ayrıca üretilen gliserol kısmının gübre olarak kullanılıp kullanılmayacağı araştırılarak tamamen çevre dostu bir biyodizel prosesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Soğuk pres olarak çörek otu tohum yağı satın alındı. Çörek otu tohum yağına 4:1(v/v) metanol çözeltisi (%2.8 (w/v) KOH içeren) 60 ℃'de eklendi. Daha sonra 60℃ de 500 rpm de manyetik karıştırıcı ile 40 dakika

karıştırıldı. İki gün boyunca oda sıcaklığında bekletildi. Ayırma hunisi kullanarak biyodizel kısmı ile gliserol birbirinden ayrıldı. Çörek otu tohum yağından elde edilen biyodizelin önce yoğunluğu piknometre yardımıyla belirlendi. Biyodizelin TANAKA MPC-102L marka tam otomatik akma-bulutlanma tayin cihazında akma ve bulutlanma noktası ASTM D6749 standart metoduna göre belirlendi. Daha sonra TANAKA SCIENTIFIC marka AKV-202 model tam otomatik kinematik viskozimetre cihazı ile 40°C de vistozitesi ISO3104, ASTM D445 standart metoduna göre tespit edildi. Ayrıca Koehler K-25339 marka bakır şerit korozyon test cihazı ile bakır şerit üzerindeki korozyon etkisi belirlendi. Ek olarak elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS) ve açık devre potansiyeli (OCP) ölçümleri Gamry instruments Potansiyostat-Galvanostat/ZRA cihazı ile yapılmıştır. Yumuşak çelik (karbon çeliği) üzerindeki korozyon önleyici etkisi belirlenmiştir. Kullanılan yumuşak çeliğin kimyasal bileşimi sırasıyla % 0.17 C, %1.4 Mn, %0.045 P, %0,045 S, % 0.009 N ve kalan kısmı Fe elementlerinden oluşmaktadır. Bunun için Platin (Pt) levha karşı elektrot olarak ve Ag/AgCI (3M) referans elektrot kullanılmıştır.

Biyodizel üretimi sırasında elde edilen gliserol kısmının pH'sı ölçülmüştür. Bunun yanısıra bu ürünün Perkin Elmer NexION 2000B marka İndüktif Eşleşmiş Plazma- Kütle Spektrometrisi (ICP-MS) cihazında Fe, Mn, Zn, Mg miktarı ve AAnalyst 800 Perkin Elmer Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) cihazı ile K miktarı belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çörek otu tohum yağının, çörek otu tohum yağından üretilen biyodizelin ve gliserolün renkleri Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1. Çörek otu tohum yağı, biyodizel ve gliserolün renk değişimi

Çörek otu tohum yağının rengi açık turuncu iken biyodizelin rengi açık kahve rengi ile kırmızı arasında bir renk vermiştir. Gliserol kısmının ise kahverengi siyah arası bir renk verdiği görülmüştür. Koku olarak çörek otu tohum yağı biraz keskin bir kokuya sahiptir. Biyodizelin ise makine yağları gibi keskin bir kokusu vardır. Önce elde edilen biyodizelin yoğunluğu 25°C (298K)'de belirlenmiştir. Daha sonra yağın biyodizel verimliliği 100 g yağdan elde edilen biyodizelin miktarı 76,90 g olarak bulundu. Ayrıca akma noktası, bulutlanma noktası ve viskozitesi (40°C'de) belirlenip Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Biyodizelin Akma Noktası, Bulutlanma Noktası, Viskozitesi ve Yoğunluğu

Akma Noktası	Bulutlanma Noktası	Viskozite (mm^2/s)	Yoğunluk (kg/m^3)
1°C	-1,00°C	6.964	894

Biyodizelin bakır şerit korozyon ölçümü için 3 adet bakır şerit 18 gün boyunca biyodizelde bekletilmiştir. Bakır şeritin ağırlık kaybı korozyon miktarını göstermektedir. Bunun için bakır şeritin biyodizele daldırılmadan önceki ağırlığı ve biyodizelde bekletildikten sonraki ağırlığı ölçüldü. Korozyon hızı yılda mil (mpy) olarak, metalin kütle azalmasından aşağıdaki formüle göre hesaplanarak sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur [29].

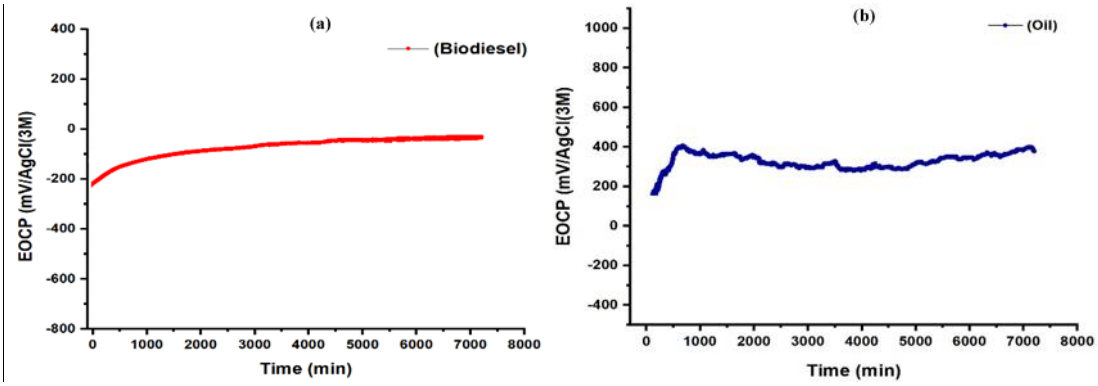
$$mpy = 534W / DAT$$

(W: kütle azalması (mg), D: örneğin yoğunluğu (g/cm$^{3)}$, A: örneğin yüzeyi (inç kare), T: süre (saat))

Tablo 2. Biyodizelin bakır üzerindeki korozyon etkisi

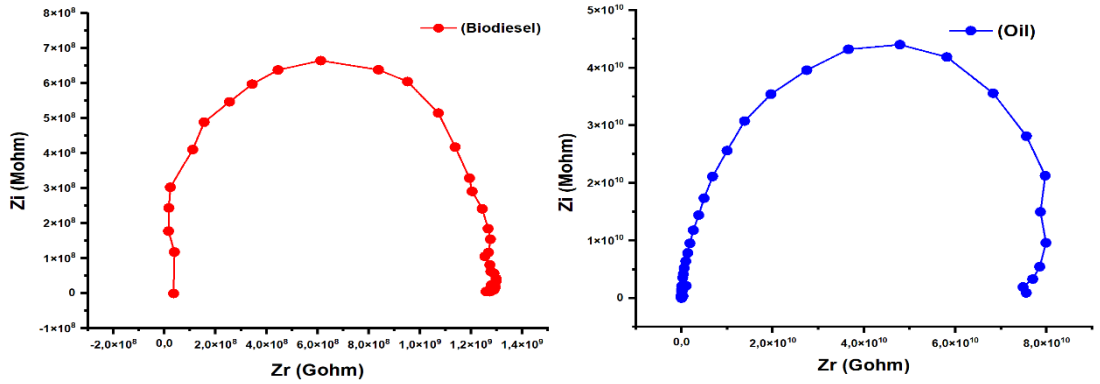
İlk ölçüm	Son ölçüm	Fark	Ortalama fark + standart sapma	Bir yılda mil korozyon miktarı (mpy)
3.0819	3.0789	0.0030		
2.9574	2.9552	0.0022	0.0024± 0.0005	1.189
3.0217	3.0197	0.0020		

Çörek otu tohum yağının ve çörek otu tohum biyodizelin elektrokimyasal impedans spektroskopisi (EIS), Nyquist eğrisi ve açık devre potansiyeli (OCP) ölçüm sonuçları Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.

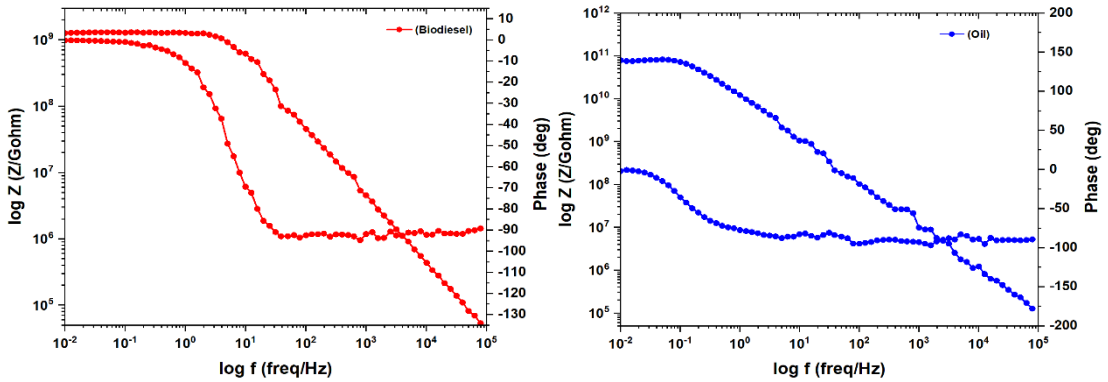


Şekil 2. Yumuşak çelik elektrotun çörekotu tohum yağından üretilen biyodizelde ve çörek otu tohum yağında 7200 saniye daldırma süresindeki açık devre potansiyeli (OCP) eğrisi.

7200 saniyelik daldırma süresinde çörek otu yağının (Şekil 2b) ve çörek otu biyodizelinin (Şekil 2a) açık devre potansiyelleri incelendiğinde; yağın OCP değerleri çok dalgalı ve pozitif değerlerde iken biyodizelin OCP değerleri stabil ve negatif değerlerdedir. Bu değişim biyodizelin oluştuğunun bir göstergesidir. Ayrıca biyodizeldeki kararlı durumun uzun süre devam etmesi yüzeyde korozyondan koruyucu bir filmin oluştuğunu göstermektedir.



Şekil 3. Çörek otu tohum yağından sentezlenen biyodizelin ve çörek otu tohum yağının Nyquist grafiği



Şekil 4. Çörek otu tohum yağından sentezlenen biyodizelin ve çörek otu tohum yağının EIS ölçüm sonuçları

EIS, korozyon hızını ölçme yöntemlerindendir. Metal ile çözelti ara yüzeyinde oluşan yük transfer direnci veya polarizasyon direnci korozyon hızıyla ters orantılıdır. Direnç arttıkça korozyon hızı azalmaktadır. Gerçek (direnç) ve hayali (kapasitans) bileşenleri EIS olarak ölçülür. Gerçek ve hayali eksenlerinin yarım daire görümünde olduğu görülmektedir. Bu yarım dairenin çapı korozyon direncini vermektedir. Korozyon direnci 10^6 - 10^9 ohm düzeyinde ölçülmüştür. Bu yüksek dirençler korozyona karşı korumanın yüksek olduğunu göstermektedir. Elektrokimyasal ölçümler sonucunda çörek otu tohum yağının ve biyodizelin yumuşak çelik üzerinde korozyon önleyici etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Üretilen gliserol kısmının pH'sı 9,97 bulunmuştur. Aynı zamanda tarımda gübre olarak kullanılıp kullanılmayacağının tespiti için mineral analizi yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir. Besinlerin bitkiler tarafından alınabilmesi için toprak pH'sının 6.5 - 7.5 arasında olması istenir [30]–[32]. Biyodizel üretimi sırasında elde edilen gliserol pH'sı açısından gübre olarak kullanıma uygun değildir. Ancak toprak asitliğini artıran elementel kükürt, demir sülfat, alüminyum sülfat gibi başka maddeler eklenerek kullanılabilir [32].

Tablo 3. Üretilen gliserol kısmının mineral analizi

Mineraller	Mn	Mg	Fe	Zn	K
Miktar	175.126	30851.273	-	1350.350	30634.54
% RSD	% 6.9	% 0.9		% 6.4	% 0,8

- : Tespit sınırının altında, % RSD : % bağıl standart sapma, miktar Mn, Mg, Zn, ve Fe için ppb K için ppm

Bitkilerin büyüme ve gelişimi için farklı seviyelerde ihtiyaç duyduğu elementler vardır [33], [34]. Bunlar arasında makro element olan potasyum, magnezyum mikro element olan çinko ve mangan, çörek otu tohum

yağından elde edilen gliserol kısmında bulunmaktadır. Bu nedenle bu ürün bitkiler için mineral kaynağı olabilir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çörek otu tohum yağından oldukça keskin kokulu koyu renkli bir biyodizel üretilmiştir. Biyodizelin bulutlanma noktası olarak negatif değer vermesi umut vericidir. Çörek otu tohum yağının ve biyodizelin yumuşak çelik üzerinde korozyon önleme etkisine sahip olduğu bulunmuştur. Böylece sanayide kayganlaştırıcı olarak da kullanılabilecek biyodizel üretilmiştir. Proses sırasında üretilen atık kısmın bazik özellik göstermesine rağmen Zn, Mg, Mn ve K içermesi nedeniyle gübre üretiminde özellikle toprak asitliğini ayarlayan kimyasalların ve diğer minerallerin eklenmesi ile kullanılabileceği öngörülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde sağlık açısından oldukça faydalı olduğu bilinen çörek otu tohum yağından elde edilen biyodizel yakıt olarak ve yağlayıcı olarak sanayide kullanılabilir. Ayrıca oluşan atıkta gübre üretiminde kullanılarak çevreci bir prosesin önemine vurgu yapılmıştır. Çörek otu tohum yağından elde edilen biyodizel yakıt olarak veya yakıt katkı maddesi olarak kullanılabileceği gibi yağlayıcı ve yağlayıcı katkı maddesi olarak da kullanılabilir.

Kaynakça

[1] M. H. Mosarof *vd.*, "Implementation of palm biodiesel based on economic aspects, performance, emission, and wear characteristics", *Energy Convers Manag*, c. 105, ss. 617-629, Kas. 2015, doi: 10.1016/J.ENCONMAN.2015.08.020.

[2] M. H. M. Ashnani, A. Johari, H. Hashim, ve E. Hasani, "A source of renewable energy in Malaysia, why biodiesel?", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 35, ss. 244-257, Tem. 2014, doi: 10.1016/J.RSER.2014.04.001.

[3] H. v. Lee, J. C. Juan, ve Y. H. Taufiq-Yap, "Preparation and application of binary acid-base CaO-La2O3 catalyst for biodiesel production", *Renew Energy*, c. 74, ss. 124-132, 2015, doi: 10.1016/j.renene.2014.07.017.

[4] M. Canakci, "Combustion characteristics of a turbocharged DI compression ignition engine fueled with petroleum diesel fuels and biodiesel", *Bioresour Technol*, c. 98, sy 6, ss. 1167-1175, Nis. 2007, doi: 10.1016/J.BIORTECH.2006.05.024.

[5] T. Saba *vd.*, "Biodiesel production from refined sunflower vegetable oil over KOH/ZSM5 catalysts", *Renew Energy*, c. 90, ss. 301-306, May. 2016, doi: 10.1016/J.RENENE.2016.01.009.

[6] R. K. Saluja, V. Kumar, ve R. Sham, "Stability of biodiesel – A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 62, ss. 866-881, Eyl. 2016, doi: 10.1016/J.RSER.2016.05.001.

[7] I. Choedkiatsakul, K. Ngaosuwan, S. Assabumrungrat, S. Mantegna, ve G. Cravotto, "Biodiesel production in a novel continuous flow microwave reactor", *Renew Energy*, c. 83, ss. 25-29, Kas. 2015, doi: 10.1016/J.RENENE.2015.04.012.

[8] J. S. Lee ve S. Saka, "Biodiesel production by heterogeneous catalysts and supercritical technologies", *Bioresour Technol*, c. 101, sy 19, ss. 7191-7200, Eki. 2010, doi: 10.1016/J.BIORTECH.2010.04.071.

[9] K. Noiroj, P. Intarapong, A. Luengnaruemitchai, ve S. Jai-In, "A comparative study of KOH/Al2O3 and KOH/NaY catalysts for biodiesel production via transesterification from palm oil", *Renew Energy*, c. 34, sy 4, ss. 1145-1150, Nis. 2009, doi: 10.1016/J.RENENE.2008.06.015.

[10] T. Danuthai, S. Jongpatiwut, T. Rirksomboon, S. Osuwan, ve D. E. Resasco, "Conversion of methylesters to hydrocarbons over an H-ZSM5 zeolite catalyst", *Appl Catal A Gen*, c. 361, sy 1-2, ss. 99-105, Haz. 2009, doi: 10.1016/J.APCATA.2009.04.001.

[11] E. Sukjit ve K. D. Dearn, "Enhancing the lubricity of an environmentally friendly Swedish diesel fuel MK1", *Wear*, c. 271, sy 9-10, ss. 1772-1777, Tem. 2011, doi: 10.1016/J.WEAR.2010.12.088.

[12] F. M. Pereira *vd.*, "Impact of pure biodiesel fuel on the service life of engine-lubricant: A case study", *Fuel*, c. 261, s. 116418, Şub. 2020, doi: 10.1016/J.FUEL.2019.116418.

[13] G. Knothe ve L. F. Razon, "Biodiesel fuels", *Prog Energy Combust Sci*, c. 58, ss. 36-59, Oca. 2017, doi: 10.1016/J.PECS.2016.08.001.

[14] S. Nallusamy, "Experimental analysis of emission characteristics using CNSL biodiesel in dual fuel mode", *Pollution Res.*, c. 344, sy 4, ss. 721-726, 2015.

[15] S. Nallusamy, S. Sendilvelan, K. Bhaskar, ve N. M. Prabu, "Analysis of performance, combustion and emission characteristics on biofuel of novel pine oil", *Rasayan Journal of Chemistry*, c. 10, sy 3, ss. 873-880, Tem. 2017, doi: 10.7324/RJC.2017.1031787.

[16] P. Mohamed Shameer, K. Ramesh, R. Sakthivel, ve R. Purnachandran, "Effects of fuel injection parameters on emission characteristics of diesel engines operating on various biodiesel: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, c. 67, ss. 1267-1281, Oca. 2017, doi: 10.1016/J.RSER.2016.09.117.

[17] M. F. Ahmad *vd.*, "An updated knowledge of Black seed (Nigella sativa Linn.): Review of phytochemical constituents and pharmacological properties", *J Herb Med*, c. 25, Şub. 2021, doi: 10.1016/J.HERMED.2020.100404.

[18] C. Durmuskahya ve M. Ozturk, "Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes in Manisa, Turkey", *Sains Malays*, c. 42, sy 10, ss. 1431-1438, 2013, Erişim: Ara. 06, 2022.

[19] Z. Gholamnezhad, S. Havakhah, ve M. H. Boskabady, "Preclinical and clinical effects of Nigella sativa and its constituent, thymoquinone: A review", *J Ethnopharmacol*, c. 190, ss. 372-386, Ağu. 2016, doi: 10.1016/J.JEP.2016.06.061.

[20] A. Nasir, M. Y. Siddiqui, ve M. M. Mohsin, "Therapeutic Uses of Shoneez (Nigella sativa Linn.) Mentioned in Unani System of Medicine-A Review", *Int. J. Pharm. Phytopharmaco Res.*, ss. 47-49, 2014.

[21] Avicenna, *The general principles of Avicenna's Canon of medicine [edited and translated by] Mazhar H. Shah | WorldCat.org*, Naveed Clinic. Karachi, 1966.

[22] R. R. J. Arroo ve H. H. Alfa, "Chemical properties of thymoquinone, a monoterpene isolated from the seeds of Nigella sativa Linn", *Pharmacol Res*, ss. 133-151, Tem. 2018, doi: 10.1016/J.PHRS.2018.05.003.

[23] M. Soleimanifar, R. Niazmand, ve S. M. Jafari, "Evaluation of oxidative stability, fatty acid profile, and antioxidant properties of black cumin seed oil and extract", *Journal of Food Measurement and Characterization 2018 13:1*, c. 13, sy 1, ss. 383-389, Eki. 2018, doi: 10.1007/S11694-018-9953-7.

[24] B. Erol *vd.*, "Comparison of combined antioxidants and thymoquinone in the prevention of testis ischemia - reperfusion injury", *Andrology*, c. 5, sy 1, ss. 119-124, Oca. 2017, doi: 10.1111/ANDR.12268.

[25] S. Shaarani, S. S. Hamid, ve N. H. M. Kaus, "The Influence of Pluronic F68 and F127 Nanocarrier on Physicochemical Properties, In vitro Release, and Antiproliferative Activity of Thymoquinone Drug", *Pharmacognosy Res*, c. 9, sy 1, ss. 12-20, Oca. 2017, doi: 10.4103/0974-8490.199774.

[26] M. Almoyad, "Synergism from combination of targeted therapy and phytochemicals in colorectal cancer", 2018.

[27] A. F. Majdalawieh, M. W. Fayyad, ve G. K. Nasrallah, "Anti-cancer properties and mechanisms of action of thymoquinone, the major active ingredient of Nigella sativa", *Crit Rev Food Sci Nutr*, c. 57, sy 18, ss. 3911-3928, Ara. 2017, doi: 10.1080/10408398.2016.1277971.

[28] M. K. A. Sahak, N. Kabir, G. Abbas, S. Draman, N. H. Hashim, ve D. S. Hasan Adli, "The role of Nigella sativa and its active constituents in learning and memory", *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, c. 2016, doi: 10.1155/2016/6075679.

[29] S. Üneri, *Korozyon ve Önlenmesi*. 3-4s, 122-127s, Korozyon Derneği, Ankara, 1998.

[30] McCauley A, Jones C, ve Olson-Rutz K, "Nutrient Management Module No: 8", içinde *Soil pH and organic matter.*, Montana State University Extension, 2017, s. 16.

[31] Anonymous, *Effects of Manure and fertilizer on soil fertility and soil quality*. 2013.

[32] K. Uçgun, C. Kelebek, M. Cansu, M. Altindal, ve B. Yalçin, "Toprak pH'sını Etkileyen Bazı Materyallerin Hububat Tarımında Kullanımı", *Toprak Su Dergisi*, ss. 94-100, Ara. 2019, doi: 10.21657/TOPRAKSU.655284.

[33] W. G. Hopkins, *Introduction to plant physiology*, 2nd edn. New York: NY: John Wiley & Sons Ltd, 1999.

[34] B. Kunter, N. Keskin, ve S. Cantürk, "Asmada Çeşit-Anaç Kombinasyonlarının Tane Mineral İçeriği Üzerine Etkisi 3rd Internatıonal Cukurova - Google'da Ara", içinde *3rd Internatıonal Cukurova Agrıculture And Veterınary Congress*, 2021, ss. 628-637.

ERCİYES ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNÜN KARBON AYAK İZİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fidan Büşra GÜRSOY

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Kayseri, Türkiye.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5140-8108

Doç. Dr. Şükrü Taner AZGIN

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği, Kayseri, Türkiye.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000–0002–1838–6285

Prof. Dr. Mustafa Serdar Genç

Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Kayseri, Türkiye,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6540-620X

Özet

Enerji, bir toplumun yaşam kalitesini belirleyen ve destekleyen en temel itici güçtür. Bununla beraber oluşan zorluk, kirlilik vb. sorunlar gelecek yüzyıllarda enerji üretimi ve kullanımının değişmesi gerektiğinin göstergesidir. Kirli enerji kullanımı küresel ısınma ve iklim değişikliği için önemli bir tehdittir. Bu doğrultuda çevresel kirlilik devam ederken çevre sorunlarıyla ilgili bilinç de artmaktadır. Yüksek öğretim kurumları insan faaliyetleri sonucu üretilen sera gazlarının küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerinde ki etkilerini değerlendirip azaltmada rolleri çok önemlidir. Yapılan faaliyetler sonucu yayılan sera gazlarını değerlendirip azaltma çalışmalarının ilk adımı karbon ayak izi hesabı ile oluşturulmaktadır. Üniversite kampüslerinde yapılan karbon ayak izi çalışmalarında farklı kılavuzlar rehber olarak alındığında yapılan hesaplamaların değişiklik gösterdiği gözlemlenmiştir. DEFRA (Department for Environment, Food & Rural Affairs) verileri kullanılarak elde edilen CO_2 eşdeğer emisyon miktarları IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) verileri kullanılarak hesaplanan CO_2 eş değer emisyon miktarlarından çok daha az olduğu daha önceki yapılan çalışmalar doğrultusunda görülmüştür. Ancak dünya genelinde yaygın olarak IPCC kılavuzu kullanılmaktadır. Bu kapsamda tamamlanan bu çalışmada, Sera gazı emisyonları GHG protokolü, IPCC Tier 1 ve Tier 2 muhasebesi ile hesaplanmıştır. Bu yaklaşım kullanılarak Kayseri ilinde yer alan Erciyes Üniversitesi Kampüsünün 2017, 2018 ve 2019 yıllarındaki karbon ayak izi hesaplanıp değerlendirilmiştir. Kampüs içerisinde yer alan bütün binalar için toplam sera gazı emisyon miktarları; doğal gaz tüketimi, elektrik tüketimi, üniversite içerisindeki araç trafiği ve atık tüketimi olarak ayrı ayrı değerlendirilip hesaplamaları yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda Erciyes Üniversitesinin bu üç yıldaki toplam karbon ayak izi yaklaşık 274357 ton CO_2 olduğu hesaplanmıştır. Kişi başı ortalama CO_2 eşdeğeri ise 1,4 ton olduğu belirlenmiştir. Toplam karbon ayak izinin %10'unun doğal gaz tüketimi, %16'sının elektrik tüketimi, %18'inin atık üretimi ve %56'sının araç yakıt tüketiminin oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: enerji, karbon ayak izi, GHG protokolü, küresel ısınma, iklim değişikliği

EVALUATION OF ERCIYES UNIVERSITY CAMPUS IN TERMS OF CARBON FOOTPRINT

Abstract

Energy is the most fundamental driving force that determines and supports the quality of life of a society. However, The problems indicative of the fact that energy production and use will have to change in the coming centuries because of the difficulty, pollution, etc. The use of dirty energy is a significant threat to global warming and climate change. In this direction, while environmental pollution continues, awareness about environmental problems is also increasing. The role of higher education institutions in assessing and reducing the effects of greenhouse gases produced as a result of human activities on global warming and climate change is very important. The first step of the efforts to evaluate and reduce the greenhouse gases emitted as a result

of the activities carried out is formed by carbon footprint calculation. In the carbon footprint studies carried out on university campuses, it has been observed that the calculations made vary when different guides are taken as guides. In line with previous studies, it has been observed that the CO2 equivalent emission amounts obtained using DEFRA (Department for Environment, Food & Rural Affairs) data are much less than the CO2 equivalent emission amounts calculated using the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) data. However, the IPCC guideline is widely used throughout the world. In this study, which was completed n this context, greenhouse gas emissions were calculated with the GHG protocol, IPCC Tier 1 and Tier 2 accounting. Using this approach, the carbon footprint of the Erciyes University Campus in the province of Kayseri in 2017, 2018 and 2019 was calculated and evaluated. The total amount of greenhouse gas emissions for all buildings located on the campus; natural gas consumption, electricity consumption, vehicle traffic in the university and waste consumption were evaluated and calculated separately. As a result of the study, the total carbon footprint of Erciyes University in these three years was calculated to be approximately 274357 tons of CO2. The average CO2 equivalent per person was determined to be 1.4 tons. It has been observed that 10% of the total carbon footprint consists of natural gas consumption, 16% of electricity consumption, 18% of waste generation and 56% of vehicle fuel consumption.

Keywords: energy, carbon footprint, GHG protocol, global warming, climate change

1. GİRİŞ

Sosyal ve ekonomik gelişmeyi karşılamak ve insan refahını, sağlığını iyileştirmek için enerjiye olan talep artmaktadır. Tüm toplumlar, temel insan ihtiyaçlarını (örneğin; aydınlatma, alan konforu, hareketlilik ve iletişim) karşılamak ve üretken süreçlere hizmet etmek için enerji kullanımına ihtiyaç duymaktadır. Artan talepten dolayı fosil kaynaklar hızla kullanılmakta ve atmosfere yüksek miktarda sera gazı salınmaktadır. Bunun sonucunda küresel iklim ve ekosistem olumsuz yönde değişmektedir. Bu doğrultuda hedef yenilebilir temiz enerjiye yönelimi arttırmak iklim değişikliğini olumsuz etkilerden kurtarmaktadır. İklim değişikliği kapsamında geleceğimiz için yaşam kalitesini arttırmak adına temiz ve verimli enerji kullanımı zorunlu olmaktadır.

Yüksek öğretim kurumları kendilerini eğitim yoluyla toplumları sera gazı emisyonları azaltma konusunda model olarak sunmaktadırlar. Her biri ayrı ayrı lider yetiştiren üniversiteler iklim değişikliği ile mücadele girişimlerinde kilit bir konumdadır. [1]. Günümüzde birçok üniversite Kyoto Protokolüne katılıp çevresel sürdürülebilirliği destekleyerek entelektüel topluma liderlik sağlamışlardır [2]. Sürdürülebilir kalkınmanın en önemli modüllerinden biri de karbon ayak izidir. Karbon ayak izi, enerji üretimi, atık üretimi, ulaşım ve tüketim gibi faaliyetler sonucu açığa çıkan sera gazı emisyonları olarak tanımlanabilmektedir. Genellikle ton cinsinden karbondioksit eş değeri şeklinde hesaplanmaktadır [3]. Yüksek öğretim kurumlar karbon ayak izinlerini azaltarak nötr karbon kampüs, yeşil kampüs gibi girişimlerde bulunmuşlardır.

Guereca ve diğerleri [4] Sera Gazı Protokolü (GHG) yöntemi ile 2013 yılında Meksika Ulusal Özerk Üniversitesi Mühendislik fakültesi için karbon ayak izi hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplamalara emisyon kaynağı olarak ulaşım, elektrik tüketimi ve katı atık tüketimi dahil edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucu toplam emisyonun %5'ini kapsam 1, %42'sini kapsam 2 ve %53'ünü kapsam 3'ün oluşturulduğu görülmüştür. Ayrıca kişi başı emisyon değeri 1.46 tCO_2 e olarak hesaplanmıştır.

Bir diğer örnek çalışmayı Norveç'te H. Larsen ve ark. [5] yine GHG Protokolünü rehber alarak Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesinde en yüksek katkının dolaylı emisyon kaynağının olduğunu görüp sadece kapsam 3'ü baz alarak hesaplayıp öğrenci başına 4.6 tCO_2 e ve çalışan başına 16.7 tCO_2 e emisyon değerlerine varmışlardır.

Benzer çalışmayı ise 2018 yılında V. Lo-lacono ve diğerleri [6] İspanya'da Valencia Politeknik Üniversitesinde ISO 14064 standardı ve GHG Protokolü Kapsam1-2'yi ele alarak öğrenci başına 0.31 tCO_2 e ve çalışan başına 2.69 tCO_2 e sonuçlarına ulaşmışlardır.

Yukarıdaki önceki çalışmalar GHG protokolü ve ISO 14064 Standartlarının yüksek öğretim kurumlarındaki karbon ayak izi ölçümlerinde öncü metodolojiler olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmalarda kampüs içerisindeki bütün faaliyetler emisyon kaynağı olarak alınabildiği ve hesaplamaların kişi, öğrenci ve çalışan başına olarak tCO_2 e sonuçlanabildiği görülmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı Erciyes Üniversitesi kampüsünün tüketim verilerini ele alıp karbon ayak izi ölçümlerini yapmaktır. Hesaplanan karbon salınım miktarını azaltmak ve sürdürülebilir üniversite girişimlerinde bulunmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

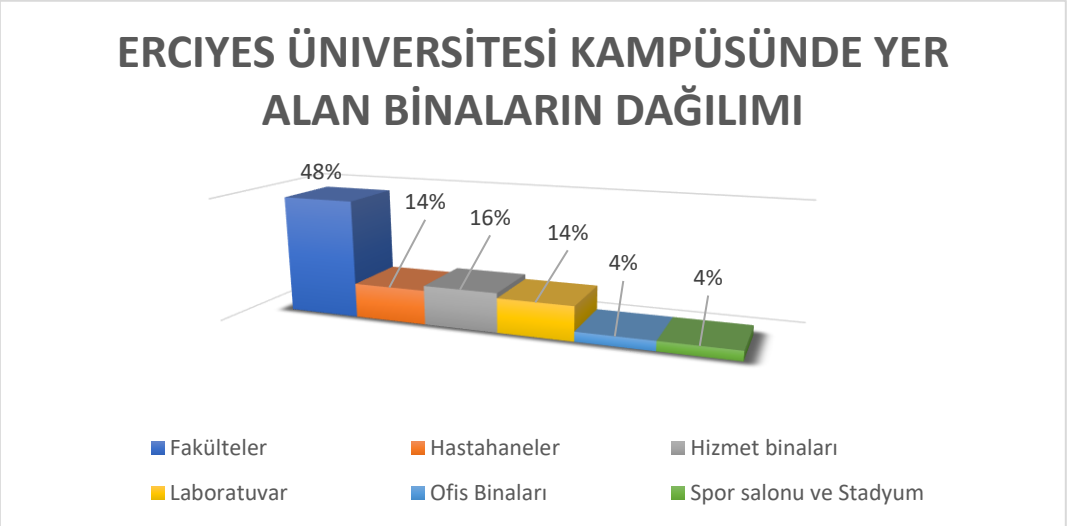
Bu bölümde aşağıda verilen üç ana konu ele alınacaktır.

1. Çalışma yerinin tanımı
2. Araştırma Metodojisi olarak GHG Protokolü seçimi ve açıklaması
3. Kampüs içerisindeki faaliyetler sonucu doğrudan ve dolaylı emisyonlarının değerlendirilmesi

2.1. Çalışma Yeri Tanımı- Erciyes Üniversitesi

Karbon ayak izi hesaplama çalışması yapılırken organizasyonel sınır olarak Erciyes Üniversitesi kampüsü seçilmiştir. Erciyes Üniversitesi, İç Anadolu Bölgesindeki Kayseri ilinin Talas ilçesinde bulunan yüksek öğretim kurumudur. Bölgede akarsu olmayıp Erciyes Dağı'na 7 km mesafede bulunmaktadır. Bölge yağış oranı fazlalığı, kurak ve soğuk hava şartları sebebi ile karasal iklime sahiptir. Kış mevsimlerinde ortalama sıcaklık –2 °C olarak belirlenmiştir. En çok yağışı 1978 yılında ilk olarak Kayseri Üniversitesi olarak kurulmuştur. 1982 yılında ise Erciyes Üniversitesi ismini almıştır. 53170 öğrenci (çoğunluğu lisans öğrencileri oluşturmaktadır.), 852 akademik personel ve 2409 idari personel ile fakülteler, laboratuvarlar, hizmet binaları, spor salonları, yemekhaneler, idari ofisler ve ormanlık alanlar dahil 5.047.630 m^2'lik alandan oluşmaktadır. Erciyes Üniversitesi Kampüsünün kuşbakışı görünümü Şekil 1'de gösterilmektedir. Ayrıca kampüs alanı içerisinde toplam 44 bina yer almaktadır. Bu binaların kampüs alanındaki dağılımı ise Şekil 2'de verilmektedir.

Şekil 1: Erciyes Üniversitesi'nin Kuş Bakışı Görünümü



Şekil 2: Erciyes Üniversitesi Kampüs İçi Bina Dağılım Grafiği

2.2. Sera Gazı Protokolü (GHG)

Erciyes Üniversitesi kampüsü için yapılan karbon ayak izi hesaplamasına dahil edilecek olan emisyon kaynaklarını belirlemek için operasyonel sınırlar belirlenmiştir. Operasyonel sınır olarak kurum ve kuruluşların karbon ayak izi hesaplamalarında yaygın olarak kullanılan GHG protokolü alınmıştır. GHG Protokolü, ISO yönergelerini takip ederek adil ve doğru bir sera gazı emisyon envanteri hazırlamaya rehberlik etmektedir. GHG Protokolü, kaynakları üç kapsamda kategorize ederek hazırlanmıştır. Kapsam 1, doğrudan emisyonları yani kurumun sahip olduğu ve kontrol edebildiği emisyon kaynaklarını içermektedir. Kapsam 2 dolaylı satın alınan emisyonları içermektedir. Kapsam 3 diğer dolaylı yani kurum tarafından kontrol edilemeyen emisyon kaynaklarını içermektedir. Çalışmamız için her bir kapsamın açıklanması aşağıda verilmiştir.

- Kapsam 1: Erciyes Üniversitesi'nin sahip olduğu veya kontrol edebildiği kaynaklar sonucu açığa çıkan sera gazı emisyonlarını ele almaktadır. Bu doğrultuda Erciyes Üniversitedeki sabit emisyon kaynağı olarak Doğal Gaz bulunmaktadır.
- Kapsam 2: Dolaylı emisyonlar, yani Erciyes Üniversitesi dışında ihtiyaç duyulup satın alınan kaynaklar sonucu açığa çıkan sera gazı emisyonlarını ele almaktadır. Bu doğrultuda dolaylı emisyon kaynağı olarak Erciyes Üniversitesi için elektrik üretim şirketinden satın alınan elektrik alınmaktadır.
- Kapsam 3: Diğer dolaylı emisyonlar Erciyes Üniversitesinin sahip olmadığı ve kontrol edemediği emisyon kaynaklarını içermektedir. Kampüs nüfusunun Erciyes Üniversitesine geliş gidiş için kat ettiği mesafe, ulaşım türü ve ürettiği atık bu kapsamda emisyon kaynağı olarak alınmaktadır.

2.3. Bu Çalışmada Doğrudan ve Dolaylı Emisyonların Değerlendirilmesi

Bu bölümde Erciyes Üniversitesi'ndeki faaliyetler ile kapsam 1-2 ve 3'de oluşan emisyonların veri kaynakları rapor halinde sunulmaktadır. Karbon ayak izi hesaplamasında kullanılan kapsam, faaliyetler, tüketim miktarı ve emisyon faktörleri özet bir şekilde Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1 Karbon Ayak İzi Hesaplaması İçin Gerekli Veriler

Kapsam	Giriş Verileri	Emisyon Kaynağı	Birimi	Tüketim Miktarı			Yakıt Türü	Emisyon Faktörleri		
				2017	2018	2019		CO2	CH4	N2O
Kapsam 1	Isıtma ve Yemekhane Sistemi	Doğal Gaz	m^3	7573257 m^3	6635033 m^3	7129329 m^3	-	56100	5	0,1
Kapsam 2	Elektrik Sistemi	Elektrik	Kwh	31390680 Kwh	30752880 Kwh	30513600 Kwh	-	472	-	-
Kapsam 3	Üniversite Nüfusunu İşe Gidiş Geliş Seyahati	Otomobil	Km-Kg	13107 km-8834386,6 kg	13776 km-7509454,9 kg	13325 km-6937798,3 kg	Benzin	69300	25	8
							Dizel	74100	3,9	3,9
							LPG	63100	5	0,1
	Katı Atık	Atık	Kg	908143,1 kg	730186,9 kg	701122,7 kg		21293,566	-	-

Her kapsama göre sera gazı emisyonunu hesaplamak için aşağıda verilen adımlar ve denklem kullanılmaktadır.

Adım 1. Kapsamlarda gerçekleşen her enerji tüketim değerleri alınmaktadır.

Adım 2. Her enerji değeri için Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kılavuzundan GHG emisyon faktörleri alınmaktadır.

Adım 3. Her enerji tüketim değeri kendi emisyon faktörü ile çarpılarak CO_2 eşdeğer miktarı bulunmaktadır. Formüle edilmiş hali Denklem 1'de verilmektedir

$$\text{SERA GAZI EMİSYONU} = \text{TÜKETİM/ÜRETİM/FAALİYET VERİSİ} * \text{EMİSYON FAKTÖRÜ} \quad (1)$$

Zamansal sınır olarak 2017,2018 ve 2019 yıllarında toplanan veriler dikkate alınarak karbon ayak izi hesaplamaları yapılmıştır. Erciyes Üniversitesinde, elektrik ve doğal gaz tüketim verilerinin kaydı bulunmamaktadır. Ancak üniversiteye giriş yapan araç sayısı, araç yakıt türü ve atık miktarlarının kaydı tutulmadığı için varsayım yapılmıştır.

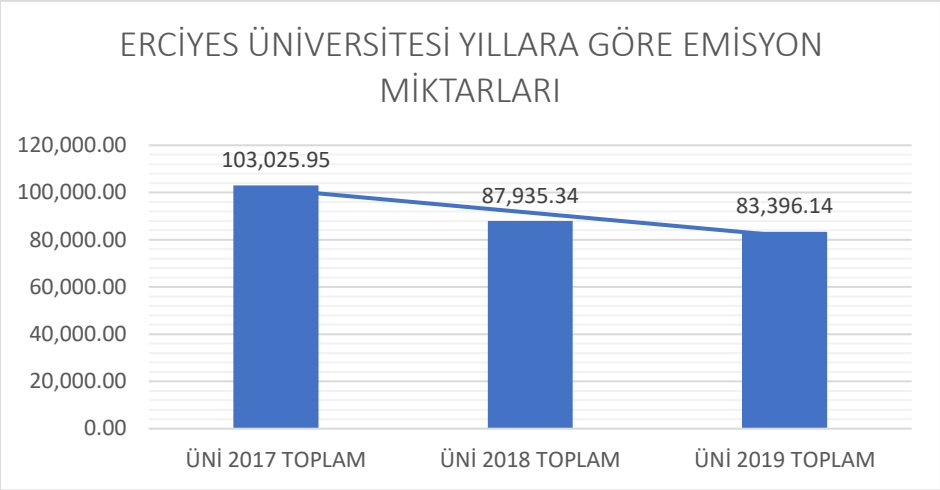
3. BULGULAR

Bu bölümde Erciyes Üniversitesi kampüsü için hesaplanan karbon ayak izi analizi yapılmaktadır. Her bir kapsam ve emisyon kaynağı için hesaplanan sera gazı emisyon miktarları özet halinde Tablo 2'de verilmiştir.

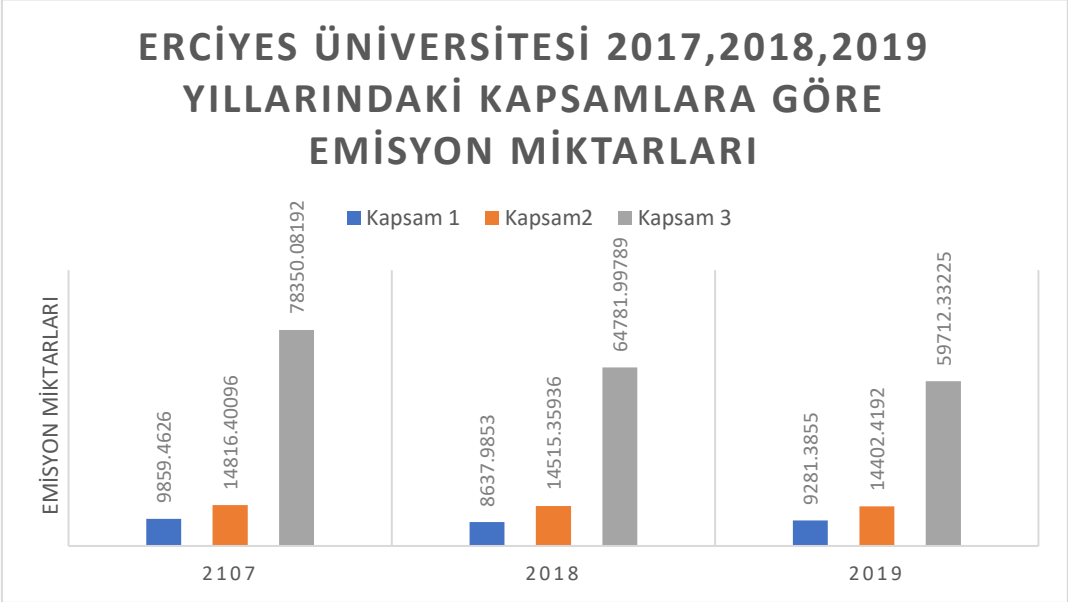
Tablo 2: Erciyes Üniversitesi 2017,2018 ve 2019 Yılları CO_2 Eşdeğer Emisyon Değerleri

Üniversite Nüfusu			Kapsam	Kaynak	Karbon Emisyon Değeri (ton)			Kişi Başı CO_2 Eşdeğeri(ton)		
2017	2018	2019			2017	2018	2019	2017	2018	2019
73741	59291	56931	Kapsam 1	Doğal Gaz	9859,4	8637,9	9281,3	0,13	0,14	0,16
			Kapsam 2	Elektrik	14816,4	14515,3	14402,4	0,20	0,24	0,25
			Kapsam 3	Ulaşım	59012,4	49233,7	44782,9	1,06	1,09	1,04
				Atık	19337,6	15548,2	14929,4			

Erciyes Üniversitesi kampüsünün karbon ayak izi sonuçları yıllara göre Şekil 3'de ve kapsamlara göre Şekil 4'de ayrılmış olarak sunulmaktadır.



Şekil 3 Erciyes Üniversitesi Yıllara Göre Emisyon Miktarları



Şekil 4 Erciyes Üniversitesi 2017,2018,2019 Yıllarındaki Kapsamlara Göre Emisyon Miktarları

Yukarıda verilen Tablo 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de görüldüğü gibi sera gazı emisyonlarına ana katkıyı ulaşım ve atık tüketiminin değerlendiği Kapsam 3, ardından elektrik tüketiminin değerlendiği Kapsam 2 ve ardından doğal gaz tüketiminin değerlendiği Kapsam 1 sağlamaktadır.

4. SONUÇLAR

Sera gazı protokolü, karbon ayak izini hesaplamak için yaygın olarak tanınan ve iyi bilinen bir metodolojidir. Ek olarak, vaka çalışmalarına dayalı olarak emisyon envanteri geliştirmek önemlidir. Erciyes Üniversitesi'nde karbon ayak izi ile ilgili bu çalışmada, kampüse gidiş geliş seyahatleri, LPG tüketimi, atık üretimi gibi kapsam 3 emisyon kaynakları toplam emisyonlara katkısı sebebi ile önemli kabul edilmiş ve sayısallaştırılması gerektiği görülmüştür.

2017-2019 yılları arasındaki karbon ayak izi ölçümün analizi ve envanterleri önümüzdeki yıllarda yapılacak olan çalışmalar için bir vizyon sağlamaktadır. Sera gazı emisyon envanterleri ve veri toplama yöntemindeki kampüste var olan karmaşıklıkların anlaşılması, emisyonları azaltmayı ve nötralize etmeyi amaçlayan stratejiler geliştirmek için kilit unsurdur. Bu anlamda kapsam 3'de toplu taşımayı, ortak işe gidiş gelişi ve bisiklete binmeyi teşvik etmek, kapsam 2'de yenilenebilir enerji tesisleri oluşturmak ve aydınlatmada

sisteminde değişiklikler yapmak, kapsam 1'de ise iklimlendirme sistemi kurmak gibi adımlar karbon ayak izini azaltmaya yardımcı olabilir.

Sonuç olarak, kapsam 3'deki dolaylı emisyon kaynakları için tanımlanan çerçevedeki girdilerin ölçülmesi ve yerine getirilmesi sağlanmalıdır. Karbon emisyonlarının muhasebeleştirilmesi ve raporlanması, gereken özenin bir yansıması olarak hareket eder ve emisyonları azaltmak için çabaların formüle edilmesi de dahil olmak üzere çeşitli amaçlara hizmet edebilir.

KAYNAKÇA

[1]Geng, Y., Liu, K., Xue, B., & Fujita, T. (2013). Creating a "green university" in China: a case of Shenyang University. *Journal of Cleaner Production*, *61*, 13-19.

[2] Evangelinos, K. I., Jones, N., & Panoriou, E. M. (2009). Challenges and opportunities for sustainability in regional universities: a case study in Mytilene, Greece. *Journal of Cleaner Production*, *17*(12), 1154-1161.

[3] Clabeaux, R., Carbajales-Dale, M., Ladner, D., & Walker, T. (2020). Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, *273*, 122600.

[4]Güereca, LP, Torres, N. ve Noyola, A. (2013). Meksika'da daha temiz bir araştırma enstitüsünün temeli olarak Karbon Ayak İzi. *Temiz Üretim Dergisi* , *47* , 396-403.

[5] Larsen, HN, Pettersen, J., Solli, C., & Hertwich, EG (2013). Bir Üniversitenin Karbon Ayak İzini İncelemek-NTNU Örneği. *Temiz Üretim Dergisi* , *48* , 39-47.

[6] Lo-Iacono-Ferreira, V., Trregrosa, J., & Capuz, S. (2018, July). The use of carbon footprint as a key performance indicator in higher education institutions. In *Proceedings of the 22nd International Congress on Project Management and Engineering, Madrid, Spain* (pp. 11-13).

MECHANISTIC INSIGHT AND APPLICATIONS OF ADSORPTION ISOTHERMS MODELS IN ANALYSIS OF ADSORBENTS' PERFORMANCE

Mr. Adeolu Matthew Adeleye

Community High School, Otamokun, Ogo-Oluwa Local Government, Ajaawa, Oyo State, Nigeria

Mr. Aderemi Timothy Adeleye

Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences (CAS), Dalian, China
ORCID: 0000 0003 0103 5419

Mr. Mayowa Raphael Ajayi

Department of Civil Engineering, Federal Polytechnic Bida, Bida, Niger State, Nigeria

Mr. Obelawo Ibrahim Ajape

Mechanical Engineering, Federal University of Agriculture, P.M.B. 2240, Abeokuta, Ogun State, Nigeria

Mr. Chuks K. Odoh

Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences (CAS), Dalian, China
ORCID: 0000 0001 9183 3718

Mrs. Olufayo Oluwakemi Augustina

Ladoke Akintola University of Technology, Ogbomoso, Oyo State, Nigeria

Abstract

The necessity to synthesize cost-effective adsorbents for efficient removal of contaminants from aqueous solution is a major environmental issue recently. To adequately address these issues and the environmental threats posed to both habitats and organisms, there is need to employ modelling in the analysis of experimental data obtained from adsorption activity. The adsorption results obtained experimentally provides pathways for prediction of the mechanisms of various adsorption systems. This presentation aims to present overview of the adsorption isotherms. The passage of contaminants as present in aqueous solution and successive advancement of restraint procedures have given adsorption technique preference over other techniques. Furthermore, needed information is presented through adsorption equilibrium information to gain deep insight into the adsorption system. Recently, linear regression analysis is seen as one of the existing useful tools for defining the best fitting adsorption models owing to how it is being used in the quantification of the distribution of adsorbates, analyzes the adsorption system, and verification of the consistency of theoretical assumptions of adsorption isotherm model. Related with the evolution of computer technology, the use of nonlinear isotherm modelling has been extensively applied owing to its importance.

Keywords: Adsorption, contaminants, adsorbents, models, isotherms, mathematical expression

THE DISTRIBUTION OF PHYSICOCHEMECAL PARAMETERS OF WASTEWATER WITHIN CIRCULAR SETTLING TANK

PhD Student I.bouras

Hydraulics département, L'arbi ben m'hidi university, B.P.583,04000, Oum elbouaghi, Algeria

Dr. Fsekiou

Hydraulics département, L'arbi ben m'hidi university, B.P.583,04000, Oum elbouaghi, Algeria

Dr.F.merrouchi

Hydraulics département, L'arbi ben m'hidi university,Bp.358,04000, Oum elbouaghi, Algeria

ABSTRACT

The performance of wastewater treatement plants dépends essentially on the behaviour of secondary settling tank. While soluble produits Can be converted to particulate components via biological réactions in the activated sludge process.it is the subsequent removal of these particulate components that is the key to achieving ultimate water qualité criteria. The characterization of the sedimentation tank is less developed due to the diversity and complexity of mechanisms involved on the separation if liquide and solide phases.

In this dork we studied the variation of physicochemecal parameters in the secondary circular settling tank such as the ph (hydrogen potential), turbidity, viscosité, temperatur, conductivity,… to have an idea on it's evolution from the surface to the depth and from the inlet to the outlet of the settling tank. the optimal values are defined to ensure a high efficience, and then we compared the results obtained to the theorical standards of wastewater, on the other hand de studied the variation of this parameters according to the qualité of water.

Experiments are done, a set of samples was taken at different points in a cyrcular settling tank, using a spesefic sampling instrument, and then the mesurements of each parameters were carries out at the laboratory level, at the end the résultas obtained are then discussed.

Keywords: wastewater, circular settling tank, physicochemecal parameters, experiments.

KRİYOJENİK SICAKLIKLARDA ÇAY ÇALISI TEMELLİ NANOMALZEMELERİN GÜMÜŞ ATOMLARIYLA KATKILANDIRILMASI VE İNCELENMESİ

Melih MANIR

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5791-8937

Derya BAL ALTUNTAŞ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Rize, Türkiye.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6544-6271

Zeliha Kübra ŞEŞEN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi, Enerji Sistemleri
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0000-0000-0000

Göksel AYTEMİZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi, Enerji Sistemleri
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0000-0000-0000

Vagif NEVRUZOĞLU

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Ve Mimarlık Fakültesi, Enerji Sistemleri
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8758-4760

Zehra YILDIZBAKAN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı, Rize, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6544-6271

ÖZET

Yapılan çalışmada, e-atıklardan kaynaklı çevre kirliliğinin azaltılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda yeni teknolojik süreçler kullanılarak organik yapılı iletken nano malzemelerin üretilmesi ve devre tasarımlarında kullanılması ön görülmüştür. İlk kez soğuk altlık yöntemi kullanılarak atık cay çalısından üretilmiş gözenekli grafen oksit (GO) yapısı eşit boyutlu (12 -15 nm) gümüş (Ag) nano-kümeleri ile yüklendi. Ag kümelerinin eşit boyutlu olmasının nedeni soğutulmuş yüzeylerde kaplama oluşumunun soliton büyüme mekanizması ile gerçekleşmesidir. Yapılan optiksel ve elektriksel ölçümler yeni yöntemle üretilen Ag/GO ikili yapıların lokalize plazmon rezonans (LSPR) özellikli olduğunu gösterdi. Grafen oksit örneklerinin hazırlanmasında bölgemizde (Rize) bolca bulunan atık çay çalısı kullanıldı. Bu doğrultuda ilk olarak çay çalısı küçük parçalara ayrıldı (10-15 cm) ve 600-800 °C'de azot gazı ortamında piroliz edilerek karbonize bir yapıya dönüştürüldü. Daha sonra elde edilen karbonize yapıya Modifiye Hummers yöntemi uygulandı ve grafen oksit (GO) sentezlendi. SEM görüntüleri karbonize edilmiş kontrol çay çalısı örneğinin gözenekli yapıdan oluştuğunu gösterirken, GO yapısının katmanlı bir kristal yapı sergilediğini gösterdi. Çalışmanın bir sonraki aşamasında soğuk altlık yöntemi kullanılarak gözenekli GO yapısı vakum (10^{-6} Torr) ortamında sıvı azotla 200 K değerinde soğutuldu ve nano boyutlu gümüş (Ag) iyonları ile yüklendi. Optik ölçümler Ag iyonlarından kaynaklı soğurma pikinin 435-450 nm dalga boyu aralıklarında gerçekleştiğini gösterdi. İncelenen örneklerin yüzey alanı tespitinde BET ölçümleri kullanıldı. İncelenen örnekler işlem görmemiş kontrol saf çay çalısı, karbonize çay çalısı, çay çalısı temelli GO ve Ag/GO olmak üzere sınıflandırıldı. Örneklere ait BET ölçümlerinden elde edilen sonuçlar sırasıyla 46 m^2/gr, 153 m^2/gr, 210 m^2/gr ve 195 m^2/gr değerlerinde hesaplandı. İkili yapıların elektriksel özellikleri elektrokimyasal impedans spektroskopisi tekniği ile incelendi. Ölçüm esnasında ikili Ag/GO yapısı farklı dalga boylarında (oda aydınlatması, 254 nm, 360 nm ve 450 nm) aydınlatıldı. 450 nm dalga boyunda aydınlatılan Ag/GO örneğinde daha düşük direnç ve daha yüksek iletkenlik değerleri görüldü.

Anahtar Kelimeler: LSPR, Grafen Oksit, Soğuk Altlık

DOUBLE AND INVESTIGATION OF TEA BUSH-BASED NANOMATERIALS WITH SILVER ATOMS AT CRYOGENIC TEMPERATURES

Abstract

In the study, it was aimed to reduce environmental pollution caused by e-waste. In this direction, it is foreseen to produce organic conductive nano materials by using new technological processes and to use them in circuit designs. For the first time, a porous graphene oxide (GO) structure produced from waste tea bush using the cold substrate method was loaded with silver (Ag) nanoclusters of equal size (12 -15 nm). The reason why the Ag clusters are of equal size is that the coating formation on the cooled surfaces occurs by the soliton growth mechanism. Optical and electrical measurements showed that the Ag/GO binary structures produced by the new method have localized plasmon resonance (LSPR) properties. Waste tea bush, which is abundant in our region (Rize), was used in the preparation of graphene oxide samples. In this direction, firstly, the tea bush was cut into small pieces (10-15 cm) and transformed into a carbonized structure by pyrolysis in a nitrogen gas environment at 600-800 °C. Then, Modified Hummers method was applied to the obtained carbonized structure and graphene oxide (GO) was synthesized. SEM images showed that the carbonized control tea bush sample consisted of porous structure, while the GO structure exhibited a layered crystal structure. In the next step of the study, using the cold substrate method, the porous GO structure was cooled with liquid nitrogen at 200 K in vacuum (10-6 Torr) and loaded with nano-sized silver (Ag) ions. Optical measurements showed that the absorption peak originating from Ag ions occurred in the wavelength range of 435-450 nm. BET measurements were used to determine the surface area of the examined samples. Examined samples were classified as untreated control pure tea bush, carbonized tea bush, tea bush based GO and Ag/GO. The results obtained from the BET measurements of the samples were calculated as 46 m^2/gr, 153 m^2/gr, 210 m^2/gr and 195 m^2/gr, respectively. The electrical properties of the binary structures were investigated by electrochemical impedance spectroscopy technique. During the measurement, the binary Ag/GO structure was illuminated at different wavelengths (room illumination, 254 nm, 360 nm and 450 nm). Lower resistivity and higher conductivity values were seen in the Ag/GO sample illuminated at 450 nm wavelength.

Keywords: LSPR, Graphene Oxide, Cold Substrate

GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin hızla gelişimi, enerji ihtiyacının her geçen gün artmasına paralel olarak enerji kaynaklarının ve hammadde rezervlerinin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarının ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanılmasını önemli kılmıştır. Bu bağlamda elektronik aygıtların üretiminde yarıiletken özelliklere sahip fonksiyonel malzemelerin üretiminde organik yapıların kullanılması önem taşımaktadır. Bu yapılar içerisinde grafen ve türevleri ön plana çıkmaktadır. Zengin karbon ve oksijen içerikli bu organik yapıların karakteristik özellikleri, uygulanan üretim yöntemlerine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Ağırlıklı olarak kimyasal yöntemler içeren bu uygulamalarda organik malzemeler, asitli ortamlarda işlem görmekte olup bu işlemler nedeniyle, malzemelerde çeşitli yapısal kusurlar meydana gelmektedir.

Grafenin türevlerinden biri olan grafen oksit (GO), üstün elektriksel ve mekanik özelliklere sahiptir. GO ve indirgenmiş türevleri, iki boyutlu, kristal yapılı ve yüksek yüzey alanına (~2600 m^2g^{-1}) sahiptir. Ayrıca bu yapılar geniş yüzey alanına sahip olduklarından polimer matris içerisine homojen olarak dağılımının gerçekleşmesini sağlar. Sahip oldukları üstün elektriksel ve mekanik özellikler sayesinde GO'ların fiziksel ve biyolojik sensörler, enerji depolama sistemleri ve esnek elektroniklerin yapımında kullanımının uygun olduğu görülmektedir. Günümüzde GO yapıları Hummers yöntemi, Brodie yöntemi veya Staudenmaier yöntemi olmak üzere üç temel yöntem kullanılarak üretilmektedir. Üretim sürecinin ilk aşamasında grafit, bir oksidasyon aşamasından geçirilir ve oluşan kristal katmanlar arasında oksijen temelli fonksiyonel grupların oluşumu sağlanır. Daha sonra eksfoliasyon yöntemi yardımıyla bu grafit tabakaları birbirinden ayrıştırılır ve grafen oksit (GO) meydana getirilir (Dreyer vd., 2010).

Yapılan bir çalışmada TiO_2/GO ikili yapısı asit ortamında gümüş (Ag) iyonlarıyla katkılandırılmış ve elektriksel iletkenlik değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Ag katkılı yapının elektriksel iletkenlik değerlerinin saf örneğe kıyasla 7,5 kat daha yüksek değerlere sahip olduğunu göstermiştir (Ibrayev vd., 2019). Asit ortamında katkılandırılan Ag iyonlarının büyük boyutlarda kümeleşmesi, TiO_2/GO ikili yapılarında etkin

SPR olayının gerçekleşmediğini göstermektedir. Stankovich vd. (2007), çalışmasında, suyun içerisinde pul pul dökülmüş grafen oksit tabakalarını hidrazin ile indirgeyerek yüksek yüzey alanına sahip ince grafen bazlı tabakaların oluşumunu sağlamıştır. İndirgenmiş grafen oksitin elektriksel iletkenliği spesifik ölçümlerle doğrulanmıştır. Bu çalışmadan, indirgenmiş grafen oksit yapıların kompozitlerde iletken dolgu malzemesi olarak kullanılabileceği ve bu yapılardan enerji depolama gibi çeşitli alanlarda faydalanılabileceği sonucuna varılmıştır. Yang vd. (2009), çalışmasında, silikon nitrür- silikon altlıkları üzerinde birkaç nanometre kalınlığına sahip grafen oksit filmleri, dokuz farklı ısıl işleme tabi tutarak grafen oksitin indirgenme derecesi gözlenmiştir. Karakteristik analizleri yapılmıştır. Tablo 1'de uygulanan teknolojik süreçlere bağlı olarak grafen oksit yapısında meydana gelen özelliklerin tespiti çalışmaları verilmiştir.

Tablo 1. Farklı teknolojik işlemlere tabi tutulmuş Grafen oksit yapısının özellikleri.

Farklı Ortamlarda Yapılan Teknolojik İşlemler	C:O	Elektriksel iletkenlik (Cm/m)	Referans
Grafit	1:0	2500±20	(Stankovich ve ark., 2007)
Grafit Oksit (Kontrol)	2.7:1	0.021±0.002	(Stankovich ve ark., 2007)
Hidrazin ortamında tavlanmış GO	10.3:1 12.5:1	2420±200 9960	(Stankovich ve ark., 2007; Fernández-Merino ve ark., 2010)
Askorbik asit ile muamele edilmiş GO	12.5:1	7700	(Fernández-Merinove ark., 2010)
Yüksek vakum ortamında 200,500 ve 1000 °C sıcaklıklarında Ar-H_2 gazı ortamında tavlanmış GO	Sırası ile 9:1, 13:1 ve 14:1	~1000	(Yang ve ark.,2009)
200, 500 ve 1000 °C sıcaklıklarda Ar-H_2 gazı ile hava ortamında tavlanmış GO	4:1, 7.3:1 ve 12.4:1	~1000	(Yang ve ark.,2009)
GO yapıların elektrokimyasal yöntemle onarılması	23.9:1	8500	(Dreyer ve ark., 2010)

Altuntaş vd. (2019), çalışmasında, atık saç kütlesi ilk kez aktif karbona dönüştürülmüş ve XRD, SEM–EDS, Raman, FT-IR ile özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aktif karbon yapısında gözenek boyutlarının uygulanan teknolojik işlemlere göre ayarlanabilir olduğunu göstermiştir. Ayrıca Raman spektroskopisi sonuçları incelenmiş ve I_D/I_G oranının sıcaklığa bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Altuntaş vd. (2016), çalışmasında, grafen, grafen-Pt, grafen-Ni ve grafen-Cu nanoparçacık yapıları kimyasal yöntemle hazırlamış ve karakterize edilmiştir. Elde edilen sonuçlar metal kompozit yapıların yüksek yüzey alanına sahip olmaları nedeniyle elektrokimyasal uygulamalarda geniş aralıklarda elektrokimyasal glikoz biyosensör dönüştürücüler olarak daha hassas işlemler yaptığı gözlenmiştir.

Hanifah (2014), çalışmasında, Modifiye Hummers metodu kullanılarak grafitten grafen oksit sentezi gerçekleştirilmiştir. FT-IR analizi incelenmiş ve grafen oksit yapısında oksijen içeren farklı fonksiyonel gruplara rastlanmıştır. Yazıcı vd. (2016), çalışmasında modifiye Hummers metodu kullanılarak grafitten grafen oksit sentezi gerçekleştirilmiştir. Yapılan XRD analizi neticesinde grafen oksit yapısında görülmesi beklenen $2\theta = 10{,}55°$ piki elde edilmiştir. Enerji Dağılım Spektroskopisi (EDX) analizi incelendiğinde numunenin yapısında %23,60 oranında oksijen ve %48,35 oranında karbon içermesi oksidasyonun gerçekleştiğini ve fonksiyonel grupların oluştuğunu göstermiştir. Raman spektroskopisinde I_D/I_G oranı 1,12 olarak hesaplanmıştır. Farooq vd. (2022), çalışmasında, grafen oksit sentezlenmiş ve FT-IR, XRD, SEM, EDX ve TEM yöntemleriyle incelenerek grafen oksit yapısının oluşumu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ağır metaller olan Pb(II) ve Cr(VI) iyonlarının grafen oksit tarafından soğurulması gerçeklemiştir. Sonuçlar GO-COOH'ın en yüksek soğurma katsayı değerleri Pb(II) ve Cr(VI) iyonlarına ait sırasıyla 588,23 ve 370,37 mg/g yüzey

alanlarına sahip oldukları durumda gerçekleştiğini göstermiştir. Hsieh vd. (2011), çalışmasında, 1 M Li_2SO_4 ve Na_2SO_4 sulu elektrolitlerde grafen oksit bazlı kapasitörler üretmiş ve elektrolit tipinin grafen oksit tabanlı kapasitörlerin elektrokimyasal performansını nasıl etkilediğini incelemiştir. Karteri vd. (2014), çalışmasında, grafen oksit bazlı ince film alan etkili (MOSFET) yapılı transistör üretilmiş ve incelenmiştir. Çalışma sonucunda grafen oksit bazlı ince film transistörlerin p-tipi elektriksel iletkenliğe sahip yarıiletken davranışı sergilediği gözlenmiştir. Khamaj (2017), çalışmasında, grafen oksit transistörlerin elektriksel özelliklerine ısıl işlemin etkisi incelenmiştir. İncelemelerde numuneler; Ar, N_2, O_2 gibi gazların bulunmadığı atmosferik ortam koşullarında 85 °C'lik sıcaklıkta 20 dk'lık ısıl işlemlere tabi tutulmuş ve transistörlerde iletkenlik özellikleri incelenmiştir. Termal işlemler sonucu iletkenlikte olan değişimlerin GO yapısının rGO yapısına dönüşümünden kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Eda vd. (2013), çalışmasında, grafen oksit (GO) ince filmlerin elektriksel anizotropi ve yalıtkanlık özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda grafen oksit ince filmlerin H_2 plazmasına maruz bırakılması durumunda yalıtkan yüzeyinde yarıiletken özellikli bir yapı ile temasa girerek heterogeçit oluşturduğu gözlenmiştir. Bu tür hetero-yapıların alan etkili transistörlerin (FET) yapımında kullanılmasının uygun olduğu gösterilmiştir. Sohail vd. (2017), çalışmasında, farklı yöntemlerle grafen oksit yapıları üretilmiş ve elde edilen grafen oksit yapılarının karakteristik özelliklerinin üretim yöntemine bağlı olarak farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Jin vd. (2009), çalışmasında, indirgeme işlemi olmadan üretilen bir grafen oksit bazlı alan etkili transistörlerin I–V özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada grafen oksit bazlı transistörler p tipi Si altlıklar üzerinde üretilmiştir. I-V incelemelerinden transistörlerin iletkenlik özelliklerinin sıcaklığa bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Hong vd. (2019), çalışmasında, farklı oranlarda (0,1, 0,2 ve 0,3 gram) grafen oksit (GO) ile yüklenmiş metal organik kafes (MOF) yapılarının özellikleri incelenmiştir. Bu incelemeler iki farklı yapıda Ni-Co-MOF ve Ni-Co-MOF/GO gerçekleştirilmiştir. Kontrol örneği olarak tanımlanan Ni-Co-MOF yapısına kıyasla Ni-Co-MOF/GO yapısının daha yüksek kapasitör özelliği içerdiği görülmüştür. Cittadini vd. (2014), çalışmasında, grafen oksit (GO) yapıları kimyasal yöntemlerle altın (Au) parçacıklarla katkılandırılmış ve lokalize plazmon rezonans (LSPR) olayının gerçekleşmesi sağlanmıştır. İncelemeler asit ortamında katkılandırılmış Au nanoparçacıkların daha yüksek kümelenme olasılığına sahip olduğunu göstermiştir. Böylece asit ortamında Au içerikli GO yapılarında lokalize yüzey plazmon rezonans özelliğinin sahip olmasının nedeni altın kümelerinde etkin yarıçap değerinin yükselmesiyle açıklamıştır. Nayak vd. (2016), çalışmasında, gümüş nanoparçacıklarla (AgNP) katkılandırılmış grafen oksit (GO) yapıların bir optik sensör olarak kullanılması incelenmiştir. Gümüş nanoparçacıkların oksitleşmesinin önlenmesi için numuneler hava ortamından arındırılmış ve kapsüller halinde kullanılmıştır. İncelemeler, deneysel sonuçların teorik sonuçlarla uyuştuğunu göstermiştir. Ayrıca GO-AgNP tabanlı sensörlerin biyo-molekül tespiti için kullanılmasına yeni bir bakış açısı getirebileceği kanısına varılmıştır.

Son yıllarda Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesinin farklı birimlerinde çay çalısı temelinde organik ve gözenekli yapılarla ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Bu çalışmalardan bir tanesi TÜBİTAK 118G026 No'lu ''Çay Bitkisi Gen Havuzunun Oluşturulması ve Ticari Çay Çeşit Adaylarının Belirlenmesi'' konulu proje çalışmasıdır. Bir diğer çalışmada ise Rize Belediyesi tarafından yürütülen ''Çay Çöpünden Mangal Kömürü ve Enerji Üretim Tesisi Karbon Karakterizasyonu'' adlı projenin gerçekleşmesi için çay çalısına ait tüm karakteristik özellikler, Karadeniz Teknik Üniversitesinde yapılan ölçümler sonucunda incelenmiştir. Ayrıca katı biyo-yakıt üretimi için yapılan ''Alternatif katı biyo-yakıtların atık çay çalısından üretimi'' konulu çalışma Türk Patent Enstitüsünden onay alarak tescillenmiştir (Nevruzoğlu, 2014).

Yukarıda yapılan çalışmalar incelendiğinde organik yapılara farklı özelliklerin kazandırılması için ağırlıklı olarak farklı asit ortamlarında muamele yapılması ve farklı gaz ortamlarında ısısal olarak tavlama işlemlerinin gerçekleştiği görülmektedir. Bu teknolojik uygulamalarda organik yapılarda yapısal tahribatların meydana geldiği bilinmektedir. Bundan dolayı özellikle GO yapılarında istenen karakteristik özelliklerin elde edilmesinin zor bir süreç olduğu anlaşılmaktadır.

Günümüzde metalik ve yarıiletken malzemelerin kaplanmasında yenilikçi bir yöntem olarak soğuk altlık yöntemi kullanılmaktadır. Bu yeni yöntemde kaplama işlemleri kriyojenik sıcaklıklarda soğutulmuş (300-100 K) altlıklar yüzeyinde gerçekleştirilmektedir. Soğutulmuş bir altlık yüzeyinde film oluşumu soliton büyüme mekanizması ile meydana gelmektedir. Bu bağlamda Nevruzoğlu vd. (2020), tarafından yapılan bir çalışmada, 200 K altlık sıcaklığında bir cam altlık yüzeyine Ag nanoparçacıkları (AgNP) kaplanmış ve yüzey plazmon rezonans (SPR) olayının tane boyutuna bağlı olarak 435-540 nm dalga boyunda gerçekleştiği görülmüştür. Soğuk altlık yöntemini kullanarak SPR olayını inceleyen benzer çalışmalar, kaynaklarda verilmiştir (Tomakin, 2008; Nevruzoğlu vd., 2020). Bu yöntemin yenilikçi yönü, altlık yüzeyinde soliton dalgalarının oluşumu ile nano boyutlu kümelere hareketlik kazandırılmasıdır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çalışmanın ilk aşamasında atık çay çalısı 800 °C sıcaklıkta Azot gazı (N_2) ortamında tavlanarak karbonize yapıya dönüştürülmüştür. Daha sonra Altuntaş vd. (2016)'ın çalışması referans alınarak, incelenen çay çalısı temelli GO örneklerinin modifiye Hummers yöntemi ile sentezlenmesi yapıldı. Sentez için uygulanan işlem adımları aşağıda verilmiştir:

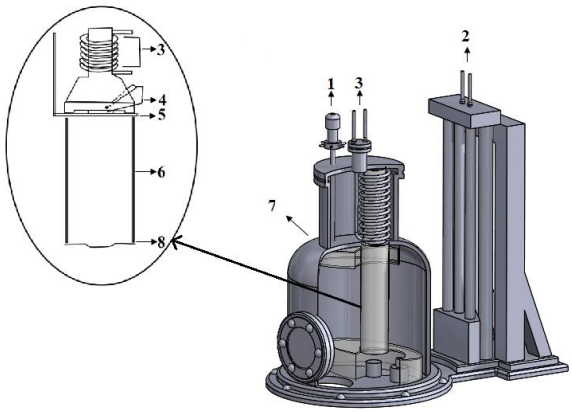
a) 23 ml %98lik H_2S0_4 üzerine 1 gram grafit tozu eklenecek ve oda sıcaklığında 24 saat karıştırılır.

b) Daha sonra 100 mg $NaNO_3$ karışım üzerine eklenir ve 30 dakika daha karıştırılmaya devam edilir. c)Karışım buz banyosunda 0 °C'ye kadar soğutulduktan sonra, yine buz banyosunda 3 gram $KMnO_4$ kontrollü bir şekilde karışımın üzerine eklenir (Pembe toz bulutu oluşmamasına dikkat edilmelidir).

d)Ardından 46 ml ultra saf su 25 dk boyunca yavaş yavaş karışıma eklenir ve son olarak da 140ml ultra saf su ve 10 ml %30'luk H_2O_2 karışıma eklenerek oluşan grafen oksit yapıları santrifüj işlemi ile çözelti ortamından alınır (25 dk, 9000 rpm).

e) Santrifüj işleminden alınan grafen oksit yapıları, 60° C etüv ortamında 12 saat boyunca kurumaya bırakılır.

Bu çalışmada kullanılan soğuk altlık yönteminin şematik modeli Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Vakum odası ve buharlaştırma aparatının şematik çizimi (1.Pencere ayar kolu, 2.Vakum çember yükseklik ayar kolu, 3.Sıvı azot girişi, 4. Termoçift, 5.Ayarlanabilir pencere, 6. Kuartz reaktör, 7.Vakum çemberi, 8.Buharlaştırıcı kaynak).

Bu aparat iki ana parçadan oluşmaktadır:

Soğutucu kısım, bu kısımda yüzeyi kaplanacak örneklerin kaplamadan önce oda sıcaklığının altındaki sıcaklıklara soğutulması için içinde sıvı azot dolaşabilen bakır boru bulunmaktadır. Reaktör, bu kısımda buharlaştırılan malzemenin doymuş buharı bulunmaktadır. Ayrıca bu aparatta altlığa açılan ayarlanabilir (açılıp kapanabilir) pencere ve malzemeyi buharlaştırmak için kullanılan ısıtıcı (kaynak) yer almaktadır.

Sıvı azotla soğutulmuş altlıkların doymuş buharla teması reaktörde tasarlanan açılıp kapanabilir pencere yardımıyla sağlanmaktadır. Sıvı azot ile soğutulan altlıklar reaktördeki doymuş buhar ile temas ettiğinde altlık yüzeyine doymuş buhar ortamında oluşan farklı boyutlarda kümeler taşınmaktadır. Bu kümeler altlık sıcaklığına bağlı olarak kritik öncesi, kritik ve kritik ötesi boyutlar olarak sınıflandırılır. Kritik boyutlu kümeler; doymuş gaz ortamında bulunan atomların basıncı doymuş buhar basıncından biraz yüksektir ve bu nedenle bu atomlar serbestçe hareket edebilir. Buhar ortamında oluşan kümeler bu atomların yapışmasıyla büyümektedir. Bu süreçte gaz ortamında oluşan kümeler genellikle eşit boyutludur. Kritik öncesi boyutlu kümeler, ortamda bulunan atomların hepsi çok yüksek basınçları nedeniyle buhar ortamında oluşan kümelere yapışmış durumdadır ve ortamda serbest atom yoktur. Ortamdaki kümeler birbiri ile çarpışarak büyümektedir. Kritik ötesi boyutlu kümeler ise kritik ve kritik öncesi boyutlu kümlerin gerçekleşmediği durumlarda geçerlidir. Küme büyümesi küçük kümelerin atomlarının buharlaşarak büyük kümelere yapışmasıyla gerçekleşir. Bu yönteminin en büyük avantajı ve diğer yöntemlerden farkı; doymuş buhardan gelerek altlık yüzeyine taşınan ve konumlanan kümelerin altık atomlarıyla çarpışması esnasında soliton dalgası oluşturmasıdır. Doğrusal olmayan özelliğe sahip soliton dalgaları kütle taşıma özelliği nedeniyle altlık

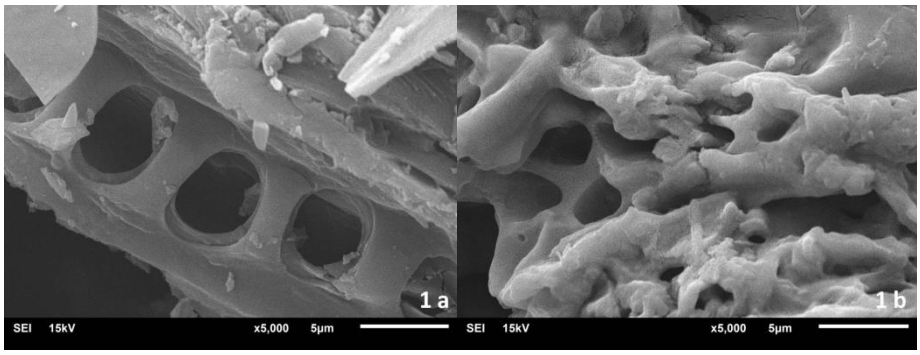
yüzeyinde parçacıkların enerji kaybına uğramadan hareket etmesini sağlamaktadır. Bu modelde altlığın kristal yapıya sahip olması, tek yönde Burger vektörünün oluşmasına ve böylece soliton dalgası etkisiyle parçacıkların taşınımının aynı yönde gerçekleşmesine neden olur. Bu durum homojen bir kaplama sağlamaktadır. Soliton dalgasının oluşumu ile soliton büyüme mekanizmasını gerçekleştiren kümelere kritik boyutlu kümeler denir.Altlık yüzeyinde kritik boyutlu kümelerin soliton dalgasını oluşturması için aşağıda verilen eşitsizliğin sağlanması gerekmektedir.

$$\frac{a(T_r) - b(T_f)}{b(T_f)} > \left(\frac{2}{\pi}\right)^{3/2} \sqrt{\frac{f}{\lambda} a(T_r)} \quad (1)$$

Burada; T_r altlık yüzeyindeki kümenin sıcaklığını, T_f altlığın sıcaklığını, f altlıkla küme (doymuş buhardan gelen tüm kümeler) arasındaki etkileşme kuvvetini, λ altlık atomları arasındaki etkileşme kuvvetini göstermektedir. a ve b değerleri ise malzemenin doğal yapısına bağlı olarak değişen katsayılardır. Altlık yüzeyinde soliton dalgası oluşturamayan kritik öncesi ve kritik ötesi kümeler ise tekrar doymuş buhar ortamına dönüş yaparlar. Böylece altlık yüzeyi eşit boyutlu nano-ölçekli kümelerle kaplanarak metal ve yarıiletken katmanlar oluşturulmuş olur.

Bu çalışmada atık çay çalısı kullanılarak grafen oksit (GO) yapıları üretildi. Daha sonra bu gözenekli yapılara soğuk altlık yöntemi kullanılarak Ag iyonları ile kaplandı ve lokalize yüzeysel plazmon rezonans (LSPR) özelliği kazandırıldı. Bu uygulama sayesinde elde edilen Ag/GO yapılarında elektriksel iletkenlik değerlerinde artışların sağlanması beklenildi.

Çalışmada elde edilen karbonize ve GO yapılarının SEM görüntüleri incelendi ve aşağıda Şekil 2'de verildi. Şekil 2a'da kontrol örnek olarak tanımladığımız karbonize edilmiş çay çalısını ve Şekil 2b'de ise bu karbonize yapı temelinde üretilmiş GO yapısının SEM görüntüleri sergilenmektedir. Şekil 2a'dan görüldüğü üzere kontrol çay çalısı örneği ağırlıklı olarak mezo boyutlu gözeneklerden oluşurken Şekil 2b'de gösterilen GO yapısı ise farklı boyutlara sahip katmanlı bir yapı sergilemektedir.



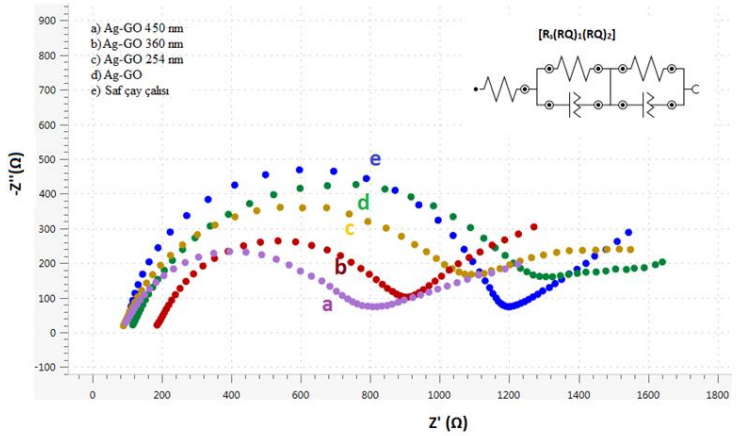
Şekil 2. a) Karbonize edilmiş çay çalısı. b) Grafen Oksit (GO) yapısı

Tablo 2'de yüzey alanı tespiti için uygulanan BET analiz sonuçları verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere Ag iyonları ile yüklenmiş GO yapılarının yüzey alanı yüklenmemiş GO yapılarında daha küçük değerlerde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Ag iyonlarının gözeneklere yerleşmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca elde edilen bu sonuç gözenekli yapıya Ag iyonlarının yüklendiğinin bir kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. BET analiz sonuçlar

Örnekler	**Yüzey Alanı (m^2/gr)**
Kontrol saf çay çalısı	46
Karbonize çay çalısı	153
Çay çalısı temelli GO	210
Çay çalısı temelli Ag/GO	195

Şekil 3'de elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS) yöntemiyle farklı örneklerden elde edilmiş empedans değerleri verilmiştir. Ayrıca ölçüm esnasında uygulanan elektriksel devrede şekilde yansıtılmaktadır. Örneklerimiz inceleme sürecinde farklı dalga boylarında (254, 360, 450 nm) aydınlatma altında incelenmiştir. Bu uygulamada amaç aydınlatma altında Ag iyonlarından kaynaklı SPR olayının gerçekleşmesini sağlamak ve elektriksel iletkenliğe katkıda bulunulması olmuştur. Şekilden görüldüğü üzere en düşük empedans ve en yüksek iletkenlik değeri 450 nm dalga boyunda aydınlatılmış örnekte gerçekleşmiştir. Bu olumlu sürecin gerçekleşmesinin nedeni Ag iyonlarının 450 nm dalga boyunda SPR olayının gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Elde edilen sonuçlardan SPR özelliklerine sahip nano boyutlu metalik nano parçacıkların (Ag, Cu, Au, Al) GO yapısına yüklendirilmesi ile farklı dalga boylarında kontrollü elektriksel iletkenlik değerlerinin kazandırılabileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 3. Örneklerin EIS Spektrumu.

Tablo 3'de çeşitli yapılı GO örneklerine ait elde edilen empedans değerleri verilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere en düşük elektriksel direnç değeri 450 nm dalga boyunda aydınlatılmış örnekte gerçekleşmektedir. Buda bu dalga boyunda SPR olayının gerçekleştiğini göstermektedir.

Tablo 3. Direnç değerleri

Sıra	Örnekler	Ω(ohm)
1	Kontrol	1920
2	Ag+GO UV siz	1390
3	Ag+GO 254 nm	915
4	Ag+GO 360 nm	585
5	Ag+GO 450 nm	450

SONUÇ

Yapılan bu çalışmada ilk kez çay çalısından üretilmiş plazmonik özellikli GO yapıları üretilmiştir. Ayrıca plazmonik özelliğin kazandırılmasında soğuk altlık yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen Ag/GO ikili yapıların elektriksel özellikleri elektrokimyasal impedans spektroskopisi tekniği ile incelendi. Ölçüm esnasında ikili Ag/GO yapısı farklı dalga boylarında (oda aydınlatması, 254 nm, 360 nm ve 450 nm) aydınlatıldı. 450 nm dalga boyunda aydınlatılan Ag/GO örneğinde daha düşük direnç ve daha yüksek iletkenlik değerleri görüldü. Bu olumlu sürecin gerçekleşmesi SPR olayının meydana gelmesinden kaynaklı olduğu anlaşılmıştır.

KAYNAKÇA

Dreyer, D. R., Park, S., Bielawski, C. W., & Ruoff, R. S. (2010). The chemistry of graphene oxide. *Chemical society reviews*, *39*(1), 228-240.

Ibrayev, N., Zhumabekov, A., Ghyngazov, S., & Lysenko, E. (2019). Synthesis and study of the properties of nanocomposite materials TiO2-GO and TiO2-rGO. *Materials Research Express*, 6(12), 125036

Stankovich, S., Dikin, D. A., Piner, R. D., Kohlhaas, K. A., Kleinhammes, A., Jia, Y., ... & Ruoff, R. S. (2007). Synthesis of graphene-based nanosheets via chemical reduction of exfoliated graphite oxide. *carbon*, *45*(7), 1558-1565.

Fernández-Merino, M. J., Guardia, L., Paredes, J. I., Villar-Rodil, S., Solís-Fernández, P., Martínez-Alonso, A., & Tascón, J. M. D. (2010). Vitamin C is an ideal substitute for hydrazine in the reduction of graphene oxide suspensions. *The Journal of Physical Chemistry C*, *114*(14), 6426-6432.

Si, Y., & Samulski, E. T. (2008). Synthesis of water soluble graphene. *Nano letters*, *8*(6), 1679-1682.

Yang, D., Velamakanni, A., Bozoklu, G., Park, S., Stoller, M., Piner, R. D., ... & Ruoff, R. S. (2009). Chemical analysis of graphene oxide films after heat and chemical treatments by X-ray photoelectron and Micro-Raman spectroscopy. *Carbon*, *47*(1), 145-152.

Bal Altuntaş, D., Nevruzoğlu, V., Dokumacı, M., & Cam, Ş. (2020). Synthesis and characterization of activated carbon produced from waste human hair mass using chemical activation. *Carbon Letters*, *30*(3), 307-313.

Altuntas, D. B., Tepeli, Y., & Anik, U. (2016). Graphene-metallic nanocomposites as modifiers in electrochemical glucose biosensor transducers. *2D Materials*, *3*(3), 034001.

Hanifah, M. (2014). Synthesis of Graphene Oxide Nanosheets via Modified Hummers' Method and Its Physicochemical Properties.

Yazıcı, M., Tiyek, İ., Ersoy, M. S., Alma, M. H., Dönmez, U., Yıldırım, B., ... & Yıldız, K. (2016). Modifiye Hummers Yöntemiyle Grafen Oksit (GO) Sentezi ve Karakterizasyonu. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 4(2), 41-48.

Farooq, S., Aziz, H., Ali, S., Murtaza, G., Rizwan, M., Saleem, M. H., ... & Murtaza, B. (2022). Synthesis of Functionalized Carboxylated Graphene Oxide for the Remediation of Pb and Cr Contaminated Water. *International journal of environmental research and public health*, *19*(17), 10610.

Hsieh, C. T., Hsu, S. M., Lin, J. Y., & Teng, H. (2011). Electrochemical capacitors based on graphene oxide sheets using different aqueous electrolytes. *Journal of Physical Chemistry C*, *115*(25), 12367-12374.

Karteri, İ., Karataş, Ş., & Yakuphanoğlu, F. (2014). Electrical characterization of graphene oxide and organic dielectric layers based on thin film transistor. *Applied Surface Science*, *318*, 74-78.

Khamaj, J. A. (2017). Effect of heat treatment in electrical transport characteristics of graphene-oxide transistor. *Applied Materials Today*, *6*, 62-65.

Eda, G., Nathan, A., Woebkenberg, P., Colleaux, F., Ghaffarzadeh, K., Anthopoulos, T. D., & Chhowalla, M. (2013). Graphene oxide gate dielectric for graphene-based monolithic field effect transistors. *Applied Physics Letters*, *102*(13), 133108.

Sohail, M., Saleem, M., Ullah, S., Saeed, N., Afridi, A., Khan, M., & Arif, M. (2017). Modified and improved Hummer's synthesis of graphene oxide for capacitors applications. *Modern Electronic Materials*, *3*(3), 110-116.

Hong, J., Park, S. J., & Kim, S. (2019). Synthesis and electrochemical characterization of nanostructured Ni-Co-MOF/graphene oxide composites as capacitor electrodes. *Electrochimica Acta*, *311*, 62-71.

Cittadini, M., Bersani, M., Perrozzi, F., Ottaviano, L., Wlodarski, W., & Martucci, A. (2014). Graphene oxide coupled with gold nanoparticles for localized surface plasmon resonance based gas sensor. *Carbon*, *69*, 452-459.

Nayak, J. K., Parhi, P., & Jha, R. (2016). Experimental and theoretical studies on localized surface plasmon resonance based fiber optic sensor using graphene oxide coated silver nanoparticles. *Journal of Physics D: Applied Physics*, *49*(28), 285101.

Vagif Nevruzoğlu (2014), patent no: TR 2012/12389B

Nevruzoğlu, V., Bal Altuntaş, D., & Tomakin, M. (2020). Cold substrate method to prepare plasmonic Ag nanoparticle: deposition, characterization, application in solar cell. *Applied Physics A, 126*(4), 1-9.

Tomakin, M. (2008). CdS ince film örneklerinin soğuk altlık üzerinde üretilmesi, yapısal, elektriksel ve optik özelliklerinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Fizik Anabilim Dalı).

Nevruzoğlu Vagif, Manır Melih, Öztürk Gizem (2020). Investigation of the electrical properties of Ag/n-Si schottky diode obtained by two different methods. *Journal of Ceramıc Processıng Research*, 21(2), 256-262 10.36410/jcpr.2020.21.2.256

Scaiano, J. C., Stamplecoskie, K. G., Hallett-Tapley, G. L., 2012. "Photochemical norrish type I reaction as a tool for metal nanoparticle synthesis: importance of proton coupled electron transfer", Chem. Commun., 48, 4798-4808.

Maier, S. A. (2007). *Plasmonics: fundamentals and applications* (Vol. 1, p. 245). New York: springer.

BÖLGESEL KALKINMA SÜRECİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ: TRC2 BÖLGESİ ÖRNEĞİ

İhsan KURAN

Dr., Harran Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, ORCID: 0000-0001-7775-6226

İlknur Yeşim DİNÇEL KIRATOĞLU

Arş. Gör., Harran Üniversitesi, İİBF İktisat Bölümü, ORCID: 0000-0001-6367-7949

ÖZET

Birincil enerji kaynaklarını oluşturan fosil yakıtların tükeniyor oluşu, fosil enerji kaynaklarının kullanımı ile ekolojik dengenin bozulması ve enerji üretiminde yeterince doğal kaynağa sahip olmayan ülkelerin diğer ülkelere bağımlı hale gelmesi temiz enerji kaynaklarına olan talebi arttırmıştır. Bu durum ülkeleri fosil yakıtlara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretmeye teşvik etmiştir. Böylece hem enerji bağımlılığı azaltılarak cari açığın daralması hem de çevreye verilen zararın en aza indirilmesi amaçlanmıştır. TRC2 Bölgesinde yenilenebilir enerji potansiyelinin yüksek olmasına karşın, bu potansiyelin yeterince kullanılmadığı görülmektedir. Türkiye'de güneşlenme süresinin en yüksek olduğu iller arasında bulunan Şanlıurfa ve Diyarbakır'ın yüksek güneş enerjisi potansiyeline rağmen güneş enerjisinden elde edilen enerji üretiminin düşük seviyelerde oluşu, TRC2 Bölgesinde tarım faaliyetlerinin yoğun olmasına rağmen biyokütle enerjisine yönelik üretim santralinin bulunmaması hem iller hem bölge düzeyinde yerel kalkınma açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu çalışmada TRC2 Bölgesinde güneş, rüzgar, hidrolik, jeotermal ve biyokütle enerjileri temel alınarak yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve mevcut durumu incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: TRC2 Bölgesi, Şanlıurfa, Diyarbakır, Yenilenebilir Enerji, Bölgesel Kalkınma

Jel Sınıflandırması: Q41, Q42, Q56.

RENEWABLE ENERGY IN THE REGIONAL DEVELOPMENT PROCESS: THE CASE OF THE TRC2 REGION

ABSTRACT

The depletion of fossil fuels constituting the primary energy sources, the deterioration of ecological balance by the use of fossil energy sources, and the dependence of countries that do not have enough natural resources in energy production on other countries have increased the demand for clean energy sources. This situation encouraged countries to produce energy with renewable energy sources as an alternative to fossil fuels. Thus, it is aimed to reduce energy dependency, narrow the current account deficit, and minimize the damage to the environment. Although the renewable energy potential is high in the TRC2 Region, it is seen that this potential is not used sufficiently. Despite the high solar energy potential of Şanlıurfa and Diyarbakır, which are among the provinces with the highest sunshine duration in Turkey, the energy production from solar energy is low, although agricultural activities are intense in the TRC2 Region, there is no production plant for biomass energy. has negative consequences for development. In this study, the potential and current status of renewable energy resources in the TRC2 Region were examined based on solar, wind, hydraulic, geothermal, and biomass energies.

Keywords: TRC2 Region, Şanlıurfa, Diyarbakır, Renewable Energy, Regional Development

Jel Classification: Q41, Q42, Q56.

ENERGY EFFICIENCY: EDUCATIONAL WORKSHOP FOR BASIC EDUCATION IN SOUTHEASTERN BAHIA

Giselle Francine Brito MUNIZ

Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, IFBA, Electrical Engineering, Brazil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0029-2130

Danyella Santos SILVEIRA

Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, IFBA, Environmental Engineering, Brazil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0431-5627

Filipe Carvalho de ANDRADE

Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, IFBA, Electrical Engineering, Brazil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7007-1865

Edson Costa OLIVEIRA

Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, IFBA, Electrical Engineering, Brazil.
ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0003-2463-4203

Estefani Maria Barreto MONTENEGRO

Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, IFBA, Electrical Engineering, Brazil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1572-8435

Joseane Oliveira da SILVA

Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia, IFBA, Environmental Engineering, Brazil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5927-4095

ABSTRACT

Energy efficiency is the relationship between the amount of energy consumed by a given piece of electrical and electronic equipment and the energy actually required to perform the work related to its effective operation. The current research shows the implementation and discussion of educational activities on energy efficiency linked to everyday life performed by students of Electrical Engineering and Environmental Engineering from the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia for elementary and high school students from public schools in the municipalities of Planalto and Guajeru, cities located in the southwest region of Bahia, Brazil. The actions took place during the "Environment Week" events proposed by the administrative sectors of each municipality, together with the project developed by the undergraduates. The methods of effectiveness of the educational activities in the cited context, consisted in the theoretical explanation of the concepts referring to the thematic axis, allied to explanations and handling of mini solar plates and basic electronic circuits. Considering the relevance of the subject and the age range of the target audience, the methodologies chosen were qualitative for a better understanding of energy functioning, providing students with a more conscious and responsible use of energy, as well as encouraging the local community to take similar attitudes. Finally, it can be noted that the relevance and necessity of implementing energy education in children's education, given its role in the progress of an energy-conscious mentality.

Keywords: Energy Efficiency, Electrical Energy, Responsible Consumption, Basic Education, Extension Project.

I. INTRODUCTION

Since its invention until the current scenario, electric energy has become one of the most indispensable and fundamental inputs for the individual's wellbeing, thus being essential for socioeconomic development. However, in the beginning, the human perception about the infinity of natural resources available in nature generated a lack of interest in their conscious use, thus generating a shortage.

Over the last decade, the Brazilian energy demand has increased significantly, and coupled with national and international economic issues. The impacts of such changes reflect directly in the supply scenario of the distributors. In this sense, the Energy Research Company (EPE, 2021) with the National Electric System Operator (ONS) released last year a study forecasting that for the years 2022 to 2026, the load is expected to grow by an average of 3.4% per year. This average corresponds to 80,818 average MW at the end of the period of analysis, which means an advance of more than 10% of the energy load currently required.

With this, arises a concern regarding the reduction of consumption and conscious use of energy, generating more energy efficiency in order to mitigate the environmental impacts. In this way, according to J. W. M. Kaehler (1982), technological advances have offered more efficient equipment and the concept of energy efficiency has become part of people's daily lives. The idea of energy efficiency is strictly linked to the energy service provided and refers to the energy chain as a whole, from extraction (e.g., oil extraction) or transformation (e.g., hydroelectric generation) to end use (e.g., air conditioner).

Also in the year of 2012, the Brazilian Ministry of Mines and Energy (MME, 2012) along with EPE, published a study and practice actions for greater energy efficiency in the country during the next ten years, cycle completed in 2021. The published studies state that the residential, industrial and transportation sectors, analyzed for energy efficiency intrinsically considered in the projection of their respective energy consumption, represent 90% of Brazil's final energy consumption. This statement makes the relevance of the need for conscious consumption of electricity notorious.

Thus, undergraduate students of Electrical Engineering who are part of the Tutorial Education Program (PET) Engineering, a program that aims to develop the tripod research-teaching-extension, and which is linked to the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia - Vitória da Conquista Campus realized the need for early awareness of children and adolescents to awaken responsible habits regarding the use of electricity.

Therefore, in partnership with the administrative sectors responsible for the "Environment Week" events in the municipalities of Planalto and Guajeru, located in the southeastern part of Bahia, the students planned the execution of the teaching-learning process on the theme "Energy Efficiency linked to everyday life" for students from Elementary School I and II of the municipal public schools of these cities.

Early Childhood Education as the initial stage of basic education is extremely important for the development of skills that enable the understanding and internalization of the human world by the child, in this sense it is essential to work operational activities, because it is from the interaction with the environment, determined by an intentional and directed act of the teacher that the child learns (Vygotsky, 1998).

Knowing the importance of choosing the right methodology to carry out the proposal with the students, it becomes vital that the activity is not exclusively theoretical, but gets its practical application in order to bring the learner-educator closer. According to Vygotsky :

" In this model, the subject - in this case, the child - is recognized as a thinking being, capable of linking his action to the representation of the world that constitutes his culture, and the school is a space and time where this process is experienced, in which the teaching-learning process directly involves the interaction between subjects." (Vygotsky,1981)

Considering, therefore, the pedagogical activities as the interaction between subjects, captivating creativity, and instigating the curiosity of the target audience about subjects such as energy sources, consumption, basic electric circuit, among others. In this way, the objective of the activities does not have a single goal, but also aims to reach local and family awareness through children's influence.

II. MATERIALS AND METHODS

The research developed was based on a qualitative approach, making it viable for the agent to have a critical and reflective view of the given subject, through its practical and analysis. Pedagogical activities were carried out with the central theme “Energy related to daily life” by the members of *PET Engenharias*, linked to the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia - Vitória da Conquista campus. The main audience of the actions were the students of Elementary School I and II of the municipal schools of the cities of Planalto and Guajeru, located in the state of Bahia.

The activity took place during the events “Environment Week in Planalto”, from May 31st to June 1st, 2022, and “Environment Week in Guajeru”, from June 9th to 10th in the same year, promoted by the municipalities of each municipality.

The methods for the implementation of the proposals were diversified according to the age of the public, since a unique presentation would result in doubt and ineffectiveness in learning in both events. With the students in their respective classrooms, an oral and visual presentation was initially performed, through a didactic material prepared by the ministers, on the concept of Energy Efficiency and its main difference in energy savings. Therefore, examples of their applications and issues linked to the thematic axis of the efficient use of energy resources were explained, in order to generate a better interaction educator - apprentice, aiming at a higher level of learning of the exposed theory.

Subsequently, the ministering team divided the classes into 02 or 03 groups, so that all participants could have effective cooperation in carrying out practical activities.During the workshop, students were able to handle mini solar panels, in addition to trying to solve an electronic circuit representing two residential switches, all accomplished so that they could have a practical interaction without any danger coming from electricity.

The main objective of the action in question was to raise awareness among children and adolescents to stimulate responsible habits with regard to electricity consumption. To identify whether this objective was contemplated, a series of oral inquiries were carried out during the activities to establish an effective comprehension and model the activity more attractively, using examples from the daily life of the participants.

The applied questions were:

- What are the forms of energy generation?
- Is saving energy the same thing as energy efficiency?
- How to practice conscious use of energy?
- Do you know ANEEL? What about COELBA?
- Have you ever heard of the Energy Efficiency Seal?
- What is the best-known energy efficiency alternative?

The last question was used to introduce the theme of the use of electric cars powered by solar energy, a theme that greatly incited the curiosity of the students, leading them to ask questions about the functioning and effectiveness of solar panels.

In a dynamic method, with the use of videos, images and even physical energy bills, which were asked for the students to take to school, it was possible to create the activity “Uncomplicating the Energy Account”, explaining how to function the division of prices and leading to them an understanding of the energy expenditure of each person in their home.

It was possible to exemplify with the incandescent lamps installed in the classroom, introducing concepts of luminosity and making a comparison with the LED lamp and its functionalities. Finally, a timeline of the "Evolution of Lamps" was explained, where it was possible to prove that society is passive to changes at all times, seeking to act increasingly in an ecological and efficient method, aiming at a greater profit and greater product durability.

III. FINDINGS and DISCUSSION

During the inquiry indicated in the methodology it was possible to notice a certain resistance from the students present to participate actively in the activity, but in the course of it, this resistance decreased and more students answered the questions.

The first question, "What are the forms of energy generation?" was the one that generated the highest student participation.Solar,wind and hydroelectric generation were the most frequent answers from the students

present, after the end of the activity all the participants were able to identify these and other types of energy generation such as fossil fuels and nuclear energy.

When questioned about the difference between efficiency and economy, the students were always linking their speeches to economic examples, getting lost, sometimes, about how an efficient action worked. However, they demonstrated knowledge about the energy efficiency labels, and the great majority of them said that they had the label on the appliances they bought for their homes.

The 7th/8th grade classes excelled in presenting information about conscious energy consumption, for example "Turn off the light when leaving places."; "Take faster showers."; "Close the window to keep the cold inside the room with the fan or air conditioner on". These were some examples given by students.

However, despite the fact that the students were ecologically aware, many said that they did not put it into practice because of "laziness" or "forgetfulness", so the lack of application of habits in everyday life made a big difference in the final result.

IV. CONCLUSION and RECOMMENDATIONS

The work in the field served to explain that environmental education is extremely important for the construction of the individual.With this, it was possible, with the realization of the integrated events the "Environment Week" raise awareness and contribute to the formation of children and teenagers from the municipal schools of Planalto and Guajeru.

In view of the mentioned elements above , the *PET Engenharias* developed this work by noting the importance of ecological awareness and energy related activities. Therefore, it is visible that students acquire basic knowledge of the theme so that they could have the necessary tools to apply the knowledge, acquired through the workshops, actively in their daily lives.

REFERENCES

ENERGY RESEARCH COMPANY. Energy load is expected to grow on average 3.4% per year in the period 2022 to 2026. Available in:< https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/carga-de-energia-deve-crescer-em-media-3-4-por-ano-no-periodo-de-2022-a-2026>. Access in : June 16, 2022

J. W. M. Kaehler.Un outil d'Aide à la Décision et de Gestion des Actions pour la Maîtrise de la Demande d'Énergie - de la Conception au Développement, Tese de Doutorado, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Paris, 1993.Access in : June 16, 2022

VYGOTSKY, L. S. The social formation of the mind. São Paulo: Martins Fontes, 1991.Access in: June 17, 2022

VIGOTSKI, L.S.. The Social Formation of the Mind: The Development of Higher Psychological Processes. Trad. José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.Access in : June 17, 2022

OECD ÜLKELERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİNE YÖNELİK ULUSAL STRATEJİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Prof. Dr. Halil TUNALI

İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7065-4080

Öğr. Gör. Onur ŞİMŞEK

Kastamonu Üniversitesi, Cide MYO, Muhasebe ve Vergi Bölümü, Kastamonu, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2411-8655

Özet

Yoksulluğu sona erdirmek, dünyayı korumak ve insanların refah içinde yaşamasını sağlamak üzere Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında kabul edilen sürdürülebilir kalkınma hedefleri, toplumların temel hedef ve politikalarını yapısal olarak değiştirmektedir. Küresel hedefler olarak da tanımlanan süreçte 17 farklı hedefin her birinde meydana gelen eylemler diğer hedefleri de etkilemekte, bu nedenle kalkınma hedeflerine ulaşma eğiliminin göstergeleri ve veri setleri OECD, AB gibi uluslararası kuruluşlara göre farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmanın amacı ekonomik yapıları bakımından heterojen bir dağılım sergileyerek kümelenen OECD ülkelerinin temel kalkınma hedeflerine yönelik ulusal stratejilerini analiz ederek, karşılaştırmalı olarak ülke bazında öncelik verilmesi gereken hedefleri belirlemek ve politika önerileri sunmaktır. Çalışma kapsamında her bir ülkenin güncel ulusal resmi kalkınma stratejisi raporları BM Sürdürülebilir Kalkınma İş birliği çerçevesinde incelenmiştir. Kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'deki reel değişim, doğum sonrası beklenen ortalama yaşam süresi, yenilenebilir enerji yatırımları gibi göstergeler yardımıyla; yoksulluk, iklim değişikliği, çevre, eşitsizlik ve adaletsizlikle mücadele temel hedeflerine ulaşma yolunda önemli gelişme gösteren OECD ülkelerinin uyguladığı ulusal politikalar, diğer üye ülkelerin yapısal problemlerinin en aza indirilmesine yönelik politika önerilerinin temelini oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Kalkınma Politikaları, OECD Ülkeleri

ANALYSIS OF NATIONAL STRATEGIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND POLICY RECOMMENDATIONS IN OECD COUNTRIES

Abstract

The United Nations approved sustainable development objectives in 2015 to eradicate poverty, safeguard the environment, ensure that people enjoy wealth, and fundamentally alter societal ideals and practices. The 17 different goals in the process, which are often referred to as global goals, have an impact on other goals as well. In order to identify the objectives that should be prioritized on a country basis and to present policy recommendations, this study will analyze the national strategies of the OECD countries, which are clustered with a heterogeneous distribution in terms of their economic structures, for the basic development goals. The study's scope included an examination of each nation's most recent official national development strategy reports within the context of the UN Sustainable Development Cooperation. The national policies implemented by OECD countries, which have made significant progress towards achieving the fundamental goals of combating poverty, climate change, the environment, inequality, and injustice, serve as the basis for policy recommendations for minimizing the structural issues of other member countries. These indicators include GDP per capita, real change in GDP per capita, life expectancy after birth, and renewable energy investments.

Keywords: Sustainable Development, Development Policies, OECD Countries

1. GİRİŞ

1972 yılında Stockholm'de insan ve çevre konulu Birleşmiş Milletler düzeyinde yapılan ilk konferanstan elli yıl sonra günümüz kalkınma sorunlarını anlamak, ve alınan önlemleri incelemek; sürdürülebilir kalkınma yolundaki zorluklara yanıt verebilmek için önemlidir (Sachs vd., 2022). Dünya liderleri 2015 yılında Birleşmiş Milletler çatısı altında Binyıl Kalkınma Hedefleri'nin devamı niteliğinde olan Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini kabul etmiştir. 2030 yılına kadar insanlık tarihinde kimseyi geride bırakmayacak bir gelecek yaratmayı hedefleyen ve ilk küresel eylem çağrısı olma özelliği taşıyan sürdürülebilir kalkınma hedefleri insanlığın ve gezegenin tüm yönlerini kapsayan 17 amaç çerçevesinde 169 hedeften oluşmaktadır (UNDP, 2022). Küresel hedefler olarak tanımlanan adaletsizliğe ve eşitsizliğe karşı mücadele, aşırı yoksulluğun ortadan kaldırılması ve iklim değişikliğini düzeltme; tüm ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik ortak çabalarıyla gerçekleşecektir. COVID19 Pandemisi nedeniyle kalkınma hedeflerine yönelik endekslerde düşüşler yaşansa bile hükümetlerin ve işbirliği gruplarının öncelikli gündem maddesini oluşturmaktadır.

Uluslararası işbirliğinin merkezinde yer alan, daha iyi yaşamlar için daha iyi politikalar oluşturmak amacıyla hareket eden Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) 38 üye ülkesiyle coğrafi olarak Güney Afrika'dan Asya Pasifik'e kadar tüm dünyayı kapsamaktadır (OECD, 2022a). Gezegeni korumak, yoksulluğu sona erdirmek, eşitsizliklerle mücadele etmek gibi amaçları gerçekleştirmek için sürdürülebilir ve kapsayıcı ekonomilerin inşa edilmesi ve bu kapsamda yenilikçi politikalar ve standartlar oluşturulması OECD'nin temel öncelikleri arasındadır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

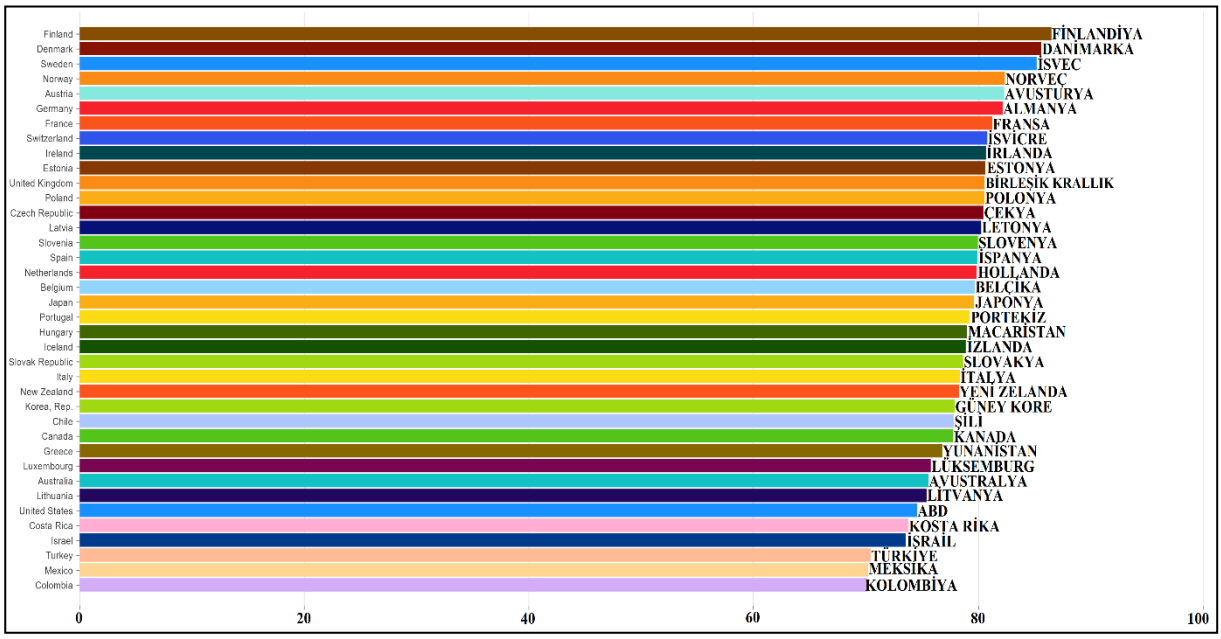
Bu çalışmanın amacı ekonomik yapıları bakımından heterojen bir dağılım sergileyerek kümelenen OECD ülkelerinin temel kalkınma hedeflerine yönelik ulusal stratejilerini analiz ederek, karşılaştırmalı olarak ülke bazında öncelik verilmesi gereken hedefleri belirlemek ve politika önerileri sunmaktır. Çalışma kapsamında her bir ülkenin güncel ulusal resmi kalkınma stratejisi raporları BM Sürdürülebilir Kalkınma İş birliği çerçevesinde incelenmiştir.

2.1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve OECD

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine ulaşabilmek için sürdürülebilir ve şeffaf piyasa ekonomilerinin oluşturulması, açık pazarların desteklenmesi, insan haklarının korunması, küresel tedarik zincirlerinde meydana gelebilecek aksamalara karşı önlemler alınması, esnek işgücü piyasalarının yaratılması, sürdürülebilir bir çevre sağlayan dirençli bir tarım sektörünün oluşturulması, yaşam boyu öğrenmeye yönelik çalışmaların yapılması gibi alt hedefler OECD açısından önemlidir. Bu açından küresel sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik katkılar ve Gündem 2030 hedeflerine uygun bir kalkınma yaklaşımını geliştirmeye yönelik çalışmalar OECD tarafından sürekli olarak deklare edilmektedir (OECD:2021a). Nitekim Haziran 2022'deki OECD Bakanlar toplantısında ekonomilerin sürdürülebilir bir gelecekle daha uyumlu hale getirilmesine yönelik politikaların öncelikli gündem maddesi olduğu, yıkıcı çevre krizlerine dair acil eylem planlarının hayata geçirilmesi gerekliliği yeniden vurgulanmış ve 2050 yılına kadar sıfır emisyonun sağlanmasına yardımcı olacak iklim eylem planına OECD tarafından liderlik yapılması kararlaştırılmıştır (OECD: 2022b).

Küresel Kalkınma Endeksi 2022 yılı verilerine göre OECD ülkeleri sıralaması Grafik 1'deki gibidir. 17 küresel amaca ulaşmaya yönelik toplam ilerlemeyi ölçen puan sisteminde 100 puan tüm sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşıldığını göstermektedir. Oecd üyesi tüm ülkeler 70 puanın üzerindedir ve hedeflere yüksek bağlılık göstermektedir. Finlandiya, Danimarka, İsveç ve Norveç endeks değerine göre hem OECD hem de Dünya sıralamasında ilk dört ülkeyi oluşturmaktadır. Sıralamanın altında ve üstündeki ülkeler arasında hedeflere ulaşma yönünden belirgin farklılıklar olduğu sonucuna grafikten ulaşılabilir.

Grafik 1. 2022 Küresel Kalkınma Endeksine göre OECD sıralaması

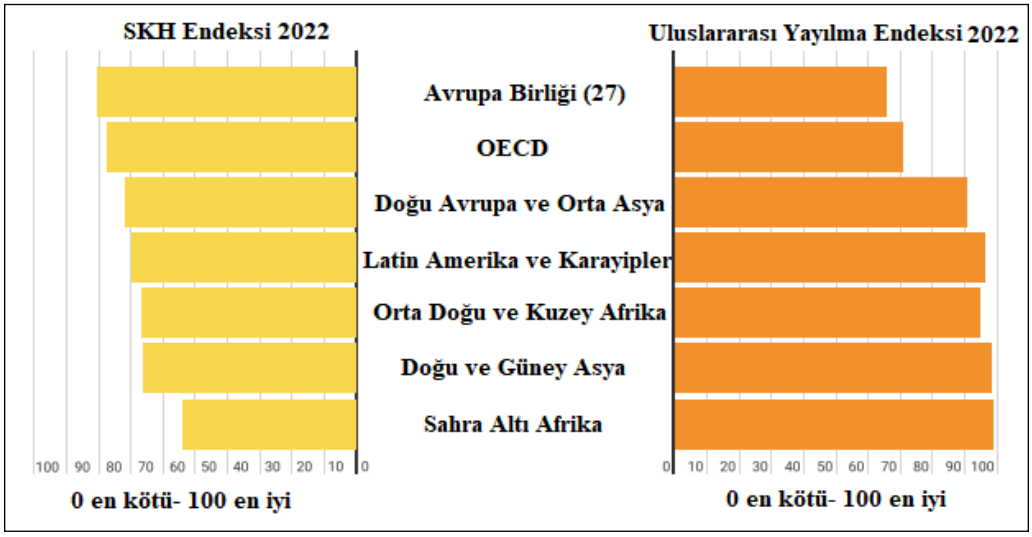


Kaynak: Sustainable Development Report, https://dashboards.sdgindex.org/explorer

OECD ülkelerinin endeks değerleri küresel kalkınma hedeflerine giden yolda fikir sahibi olunması açısından önemli olsa da yeterli değildir. Küresel Kalkınma Endeksi ile birlikte Uluslararası Yayılma Endeksi[1]'nin de incelenmesi gerekmektedir. Grafik 2'de sürdürülebilir kalkınma endeksi ve uluslararası yayılma endeksi verileri ışığında OECD, AB ve coğrafi açıdan sınıflandırılmış diğer bölgeler yer almaktadır. 2022 SKH endeksine göre Avrupa Birliği; küresel kalkınma amaçlarına yönelik önlemlerle en yüksek puana sahiptir ve bu ülkelerin büyük çoğunluğu OECD üyesi ülkelerdir. Finlandiya, Danimarka ve İsveç SKH Endeksi'nin zirvesinde yer alan ilk üç ülke olup, 2022 Uluslararası Yayılma Endeksindeki OECD üyesi ilk üç ülke ise sırasıyla Kolombiya, Türkiye ve Meksika'dır. Birçok OECD üyesinin de dahil olduğu zengin ülkelerin sürdürülemez tüketim alışkanlıkları olumsuz uluslararası yayılmalar üretmektedir. Uluslararası yayılma etkileri, bir ülkenin eylemlerinin başka bir ülkede piyasa fiyatlarına yansımayan ve nihai aşamada tüketiciler ve üreticiler tarafından içselleştirilmeyen fayda veya maliyetler getirdiğinde ortaya çıkmaktadır (SDSN, 2022). Bu nedenle ilgili ülkeler birkaç SKH'ye ulaşmada zorluklar yaşamaktadır. Zengin ülkelerin sürdürülemez ticaret ve tedarik zincirleri ağı olumsuz sosyoekonomik ve çevresel yayılma etkilerine neden olmaktadır (Sachs vd., 2022:9). AB üyesi devletler ve birçok OECD ülkesi SKH endeksi ve Dünya Mutluluk Raporu'nda üst sıralarda yer alırken uluslararası yayılma etkileri listesinde en alt sıralarda yer almaktadır.

[1] Yayılma Etkisi: dünyanın herhangi bir yerinde meydana gelen olayın diğer ülkeler üzerinde yaratabileceği etkidir. Her ülkenin faaliyetlerinin diğer ülkelerin SKH'lere ulaşma becerileri üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri olabilir. Yayılma endeksi bu tür yayılımları ticaret, ekonomi ve güvenlik ile somut hale gelen çevresel ve sosyal etkiler boyutunda değerlendirmektedir. Yüksek bir puan ilgili ülkenin daha olumlu ve daha az olumsuz yayılma etkisine neden olduğunu göstermektedir. Ayrıntılı Bilgi İçin: Spillover Rankings The spillover performance of all 193 UN Member States, https://dashboards.sdgindex.org/rankings/spillovers.

Grafik 2. 2022 SKH ve 2022 Ulusararası Yayılma Endeksi



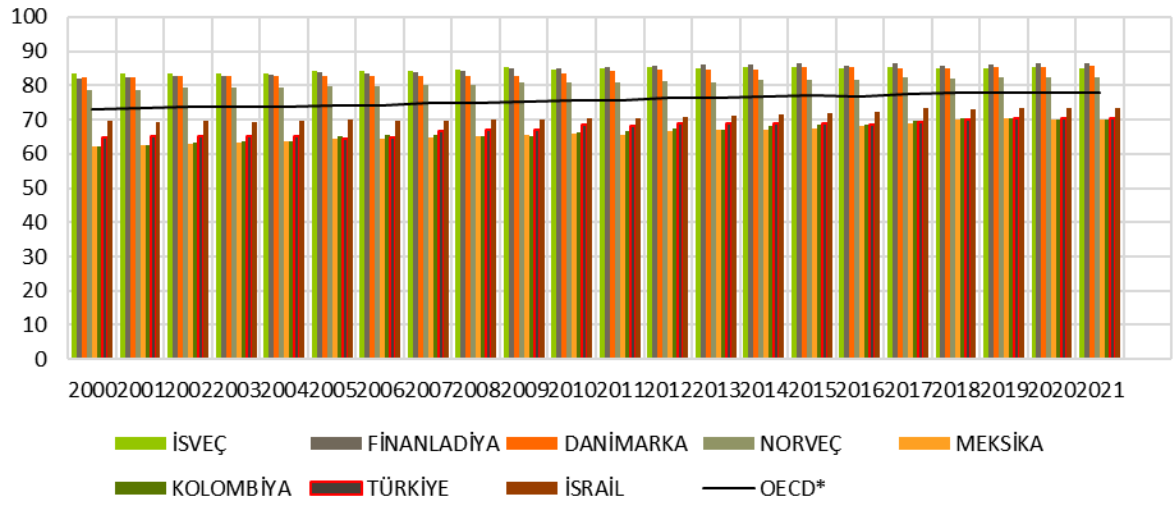
Kaynak: Sachs, J., Lafortune, G., Kroll, C., Fuller, G., Woelm, F. (2022). From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond. Sustainable Development Report 2022. Cambridge: Cambridge University Press, p. 30.

2021 ve 2022 yıllarına ait sürdürülebilir Avrupa ve Dünya Kalkınma Raporlarına göre; OECD ülkeleri hedeflere ulaşma yolunda diğer ülke gruplarından daha öndedir fakat hiçbir OECD ülkesi 17 SKH'nin tümünü gerçekleştirme aşamasında değildir. Sosyoekonomik yapı, temel hizmetlere erişim ve temel altyapının varlığı gibi nedenlerle; yoksulluğa son (SKH1), sağlıklı ve kaliteli yaşam (SKH3), temiz su ve sanitasyon (SKH6) ve erişilebilir ve temiz enerji (SKH7) alanlarında iyi performans gösterilmektedir. Aşırı yoksulluk ve temel hizmetlere erişim gibi konular garanti altına alınmış olsa da bazı OECD ülkelerinde gelir dağılımı adaletsizliğinin artmasına paralel olarak, toplumun farklı gruplarında sağlık ve eğitime ulaşmada sorunlar devam etmektedir. Yine birçok OECD ülkesinde cinsiyetler arası gelir eşitsizliğini giderebilmek adına toplumsal cinsiyet eşitliğinin (SKH5) sağlanmasına yönelik daha fazla çaba gösterilmesi gerekmektedir. Barış, adalet ve güçlü kurumlar (SKH16) hedefi ise büyük ekonomilerdeki yüksek cinayet oranları ve adalete erişimle ilgili devam eden sorunlar nedeniyle ılımlı bir performans göstermektedir. Tarihsel açıdan sera gazı emisyonu ve küresel ısınmadan büyük ölçüde sorumlu olan OECD ülkelerinin iklim krizinin hafifletilmesi (SKH13) ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına (SKH 14, SKH15) yönelik eylemlerini hızlandırması gerekmektedir. Ayrıca dünyanın geri kalan ülkelerine göre daha üretken tarım sektörüne sahip örgüt ülkeleri yetersiz beslenme problemini çözmüş fakat sürdürülemez tarım sistemleri, yüksek ve artan obezite, gıda sistemlerinin sürdürülemez olması nedeniyle "açlığa son" (SKH2) hedefinde düşük performans göstermektedir (Lafortune vd., 2021; Sachs vd., 2022).

2.2. Seçili OECD Ülkelerinin SKH Performans Analizi

Sürdürülebilir kalkınma hedefleri endeksine göre OECD ülkeleri kendi içinde heterojen bir dağılım sergilemektedir. Üst sıralardaki üye ülkeler ile alt sıralardaki ülkeler arasında SKH'ler açısından belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Grafik 3 ilgili ülkelerin 2000-2021 yılları arasındaki SKH Endekslerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Son yirmi yılda ilk ve son dört ülke kendi içinde yer değiştirmiş olsa bile genel çerçevede yapısal bir değişim gözlenmemiştir. OECD ortalaması ise 2021 yılına kadar olan süreçte pozitif eğilimlidir ve son dört OECD ülkesi (İsrail, Türkiye, Meksika, Kolombiya) bu ortalamanın oldukça altındadır.

Grafik 3. OECD SKH Genel Puan Sırlaması: En Yüksek-En Düşük Puana Sahip Sekiz Ülke (2000-2021)



Kaynak: Sustainable Development Report 2022: SDG Index verilerine dayanarak yazarlar tarafından oluşturulmuştur, Veri Bağlantısı: https://dashboards.sdgindex.org/ (18.11.2022)

*OECD değerlendirmesi en yüksek ve en düşük puana sahip toplam 8 ülkenin genel ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Grafikten de anlaşılacağı üzere OECD üyeleri arasında sürdürülebilir kalkına hedeflerin ulaşma yolunda belirgin farklılıklar mevcuttur. İlgili farklılıkların nedenleri ancak ekdeksteki mevcut konumları, SKH'lere ulaşma dereceleri ve ulusal hükümetlerin uygulama çabalarının incelenmesi neticesinde belirlenebilir. Tablo; BM 2022 Sürdürülebilir Çözümler Ağı Politika Koordinasyon Anketi, Sürdürülebilir Kalkına Endeksi, ulusal ve uluslararası resmi plan, politika ve SKH raporları gibi 20 farklı ulusal ve uluslararası kurumun veri tabanı, anket uygulamaları ve raporları kullanılarak oluşturulmuştur. Tabloda; SKH raporlarında yer alan verilerin yorumlanmasının yanı sıra farklı kurum ve disiplinlerdeki hedeflere yönelik çalışmalar bir araya getirilmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Endeksi'ne göre OECD ülkeleri hedeflere yüksek bağlılık göstermektedir. Bu kapsamda çalışma örneklem alanı oluşturulurken hedeflere ulaşmaya yaklaşmış en yüksek puanlı ülkeler ve hedeflere ulaşmada yapısal zorluklar yaşayan en düşük puanlı ülkeler seçilerek; hedeflere ulaşmadaki farklılık dereceleri ve nedenleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu yönüyle yapılan bir inceleme sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada göreceli olarak geri kalmış ve zorluklar yaşayan ülkelere yönelik politika formülasyonu oluşturulması açısından önemlidir.

Tablo 1. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri Çerçevesinde Seçili OECD Ülkelerinin Performansı ve Politika Uygulama Çabaları

2022 SKH ENDESKİ SIRALAMASI (OECD-DÜNYA)	2022 SKH Performansı	Ulusal Hükümetin SKH'leri Uygulamaya Yönelik Çabaları
FİNLANDİYA **OECD:1** **DÜNYA:1**	Finlandiya, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 1. Sıradadır. 86,5 endeks puanı ile bölge ortalamasının (77,2) üzerindedir. Uluslararası Yayılma İndeksi 73,6 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre daha olumlu yayılım etkisi göstermekte; küresel hedeflere OECD ortalamasının üstünde olumlu katkı sağlamaktadır. **Finlandiya'nın 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** 1,4,7 **Zorluklar Devam Ediyor:** 5, 6, 8, 9, 10, 11, 16 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 2, 3, 12, 14, 15, 17 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 13 **Finlandiya'nın 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:**1, 4, 7, 8 **Orta Derecede Artan:**2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17 **Durağan:** 12 **Azalan:** 13	**GUİ:** 2016 ve 2020 **ÜDA:** Evet **S/E P:** Evet **Bütçe:** Evet **USKHİ:** 48 Gösterge **BLB:** Evet **COVID:** Evet fakat SKH'lerden bahsedilmemektedir. • Finlandiya parlamentosu 2016 yılında 2030 Gündemini ayrıntılı şekilde tartışmış ve 2016 yılından itibaren hükümetten yıllık ilerleme raporlarını alarak tavsiyelerde bulunmuştur. Bu kapsamda **"Gelecek Komitesi"** kurulmuş ve ilgili komite parlamentodaki 2030 Gündeminden sorumlu tutulmuştur. • Sürdürülebilir kalkınma hedefleri 2018'den beri devlet bütçesine dahil edilmiş ve özellikle nötr karbon, kaynak kullanımında bilinçli tüketimi destekleyen önlemlere odaklanılmıştır. • Bakanlıklar, araştırma kurumları ve diğer paydaşlar ile birlikte **"Finlandiya Ulusal Ağı"** kurulmuş ve bu ağ sayesinde 50 ulusal sürdürülebilir kalkınma göstergesi dahil olmak üzere sürdürülebilirlik takip inceleme mekanizması tanımlanmıştır. • Sivil toplum ve diğer paydaşları sürdürülebilir kalkınma çalışmalarına dahil ederek SKH eylemindeki kilit mekanizma olan **"Ulusal Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu"** kurulmuştur. • Sürdürülebilir Kalkınmaya katılımı ve somut eylemleri artırmak için çevrimiçi bir araç olan **"commitment205.fi"** kurulmuştur.

DANİMARKA **OECD:2** **DÜNYA:2**	Danimarka, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 2. Sıradadır. 85,6 endeks puanı ile bölge ortalamasının (77,2) üzerindedir. Uluslararası Yayılma İndeksi 66,2 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre olumsuz yayılım etkisine neden olmaktadır. **Danimarka'nın 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** 1, 7, 10 **Zorluklar Devam Ediyor:** 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 15, 16, 17 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 14 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 2, 12, 13 **Danimarka'nın 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:**1, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 17 **Orta Derecede Artan:** 2, 3, 4, 8, 11, 13, 16 **Durağan:** 12,14 **Azalan:** -----	**GUİ:** 2017 ve 2021 **ÜDA:** Evet **S/E P:** Evet **Bütçe:** Evet **USKHİ:** 197 Gösterge **BLB:** Evet **COVID:** Evet, kurtarma planının temel taşı olarak tanımlanmakta. • 2017 yılında Hükümet; tüm yeni mevzuatların SKH'lerle uyumlu olması ve tüm sektörlerde uygulanması için ulusal bir plan sunmuştur. • Parlamento Finlandiya'da olduğu gibi hükümet, STK, iş dünyası, yerel ve bölgesel yönetimler ve akademiyi içine alan Gönüllü Ulusal İnceleme ağı kurmuş ve bu kesimleri SKH girdisi sağlamaya davet etmiştir. • **"92 Grubu ve Global Focus"** olarak bilinen SKH'ler adına savunuculuk yapan iki ulusal STK ağı bulunmaktadır. Bu ağ hükümet ile sürekli diyalog halinde bulunmakta ve raporlar yazmaktadır. • Hükümet eliyle güçlendirilmiş STK'lar SKH'lere ulaşma yolunda en önemli ortaklardır. • COVID19 dönemi için **"İyileşme ve Direnç Planı"** oluşturulmuştur. Planın temelinde yatırımları desteklemek ve ekonominin canlanma ihtiyacını karşılamak yatmaktadır. İlgili alanlara yatırılan fonlar kısa vadede ekonomiyi canlandırmaya yardımcı olurken orta ve uzun vadede yeşil dönüşümü hızlandırma amacına yöneliktir. • Çocuklukta eşit fırsatlar, daha iyi koşullar yaratmak için **"Önce Çocuklar"** girişimi kurulmuştur.
İSVEÇ **OECD:3** **DÜNYA:3**	İsveç, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 3. Sıradadır. 85,2 endeks puanı ile bölge ortalamasının (77,2) üzerindedir. Uluslararası Yayılma İndeksi 65,7 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre olumsuz yayılım etkisine neden olmaktadır. **İsveç'in 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** 1, 5, 7 **Zorluklar Devam Ediyor:** 4, 6, 8, 9, 10, 11, 16, 17 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 3 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 2, 12, 13, 14, 15 **İsveç'in 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:**1, 5, 6, 7, 8, 16, 17, **Orta Derecede Artan:** 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 15 **Durağan:** 13, 14 **Azalan:** -----	**GUİ:** 2017 ve 2021 **ÜDA:** Evet **S/E P:** Evet **Bütçe:** Evet **USKHİ:** 45 Gösterge **BLB:** Evet **COVID:** Evet fakat kurtarma planının temel taşı olarak tanımlanmamaktadır. • İsveç Gündem 2030'un uygulanmasına yönelik iddialı hedefler koymuş ve uluslararası işbirliğine açık olan dinamik kalkınma ve refah temeli oluşturmuştur. • Gündem 2030'un sorumluluklarını yerine getirebilmek için ulusal düzeyde sürdürülebilirlik uygulamalarından **Kamu Yönetimi Bakanı**, uluslararası düzeyde ise **Uluslararası Kalkınma İşbirliği ve İklim Bakanı** sorumludur. Bu yönüyle İsveç hükümetinde sürdürülebilirlik sorumluluklarının iki yönlü olduğu anlaşılmaktadır. • Hükümet kendisine tavsiyelerde bulunmak ve Gündem 2030 uygulamalarını teşvik etmek amacıyla "**Gündem 2030 Delegasyonu"** adında bağımsız bir komite atamıştır. İlgili komite STK'lar, bilim insanları, özel sektör temsilcilerinden oluşmaktadır. • SKH'ler üzerine odaklanan STK'lar söz konusu olup, bunlardan biri ulusal uygulamaların uluslararası yönlerine odaklanan **Concord İsveç**'tir. • Aralık 2018'de 82 İsveç kuruluşu İsveç'in SKH konusundaki hedeflerini güçlendirmek için bir ağ kurmuş ve **Ortak Niyet Mektubu** imzalamışlardır. • SKH'lere yönelik yıllık **İş Forumu** düzenlenmektedir.

NORVEÇ **OECD:4** **DÜNYA:4**	Norveç, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 4. Sıradadır. 82,3 endeks puanı ile bölge ortalamasının (77,2) üzerindedir. Uluslararası Yayılma İndeksi 61,7 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre olumsuz yayılım etkisine neden olmaktadır. **Norveç'in 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** 1, 5, 7, 10, 17 **Zorluklar Devam Ediyor:** 3, 4, 9, 11, 16 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 6, 8, 14 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 2, 12, 13, 15 **Norveç'in 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:**1, 5, 7, 10, 11, 16, 17 **Orta Derecede Artan:** 3, 4, 6, 8, 9, 13, 14, 15 **Durağan:** 2, 12 **Azalan:** -----	**GUİ :** 2016 ve 2021 **ÜDA:** Evet **S/E P:** Evet **Bütçe:** Evet **BLB:** Evet **USKHİ:** Belirlenmemiştir, ancak resmi SKH göstergelerini raporlamak için çevrimiçi bir platform geliştirilmiştir. **COVID:** Evet, fakat kurtarma planında SKH'lerden bahsedilmemektedir. • Norveç SKH'lerle ilgili zorlukları belirlemek ve raporlamaları bütçeye entegre edebilmek için önemli adımlar atmıştır. • Kasım 2015'de Storting (Norveç Parlamentosu) SKH'ler için gerekli olan ulusal bütçeyi onaylamıştır. Ulusal düzeydeki bütçeyle bağlantılı planlar geliştirilmiş ve 17 SKH'nin sorumluluğu diğer bakanlıklarla istişare edilmesi adına görevlendirilmiş **koordinasyon bakanlığına** verilmiştir. Her bakanlık bütçe tekliflerinde SKH'lerin durumu hakkında rapor vermek zorundadır. **Yerli Halklar Meclisi** (Sami Parlamentosu) ilgili bakanlıklar ve istişare mekanizmalarıyla SKH sürecine dahil olacaktır. • Norveç Milli Eğitim Bakanlığı SKH'lerin okullarda müfredatın zorunlu bir parçası olması konusunda çalışmalar yürütmektedir. • **Every Woman Every Child** ve **Küresel Eğitim Ortaklığı** çabalarına yatırım yapılmaktadır. • **Biyoçeşitlilik Eylem Planı**'nı kabul edilmiş ve verimli ve iklim dostu bir enerji arzını güvence altına almaya ilişkin yeni çalışmalar yapılmıştır. • **Hayatta Kalma ve Gelişme Küresel Kalkınma İttifakı, İklim ve Temiz Hava Koalisyonu (CCAC), Sürdürülebilir Turizm için Küresel Ortaklık, IHO Hidrografi Kapasite Geliştirme Programı, Nansen Grişimi** vb. kurumlarla ortaklıklar yapılmış ve taahhütler verilmiştir.

İSRAİL **OECD:35** **DÜNYA:49**	İsrail, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 49. Sıradadır. 73,5 endeks puanı ile bölge ortalamasının (77,2) altındadır. Uluslararası Yayılma İndeksi 62,2 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre olumsuz yayılım etkisine neden olmaktadır. **İsrail'in 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** ---- **Zorluklar Devam Ediyor:** 3, 9, 11 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 1, 4, 5, 7, 8, 10, 16 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 2, 6, 12, 13, 14, 15, 17 **İsrail'in 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:**1, 6, 9 **Orta Derecede Artan:** 2, 3, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 17 **Durağan:** 4, 5, 12, 14, 15 **Azalan:** -----	**GUİ:** 2019 **ÜDA:** Hayır **S/E P:** Evet **Bütçe:** Hayır, SKH'lerden bahsedilmiyor **BLB:** Evet **USKHİ:** Belirlenmemiştir, fakat resmi SKH göstergelerini raporlamak için çevrimiçi bir platform geliştirilmiştir. **COVID:** Anket uygulaması (Şubat 2022) esnasında bir plan mevcut değildir. • İsrail'de sürdürülebilir kalkınma bir lüks ya da slogan değil, şimdiki ve gelecek nesillerin refahını iyileştirmek için hayati bir önem taşımaktadır. • Hükümet destekli **İsrail İnovasyon Otoritesi** programları ile iletişim, tıbbi sistemler, tarım, biyoteknoloji, suyun tuzdan arındırılması, atık su arıtımı gibi alanlardaki çözümler sürdürülebilir kalkınmayı sağlamaya çalışmaktadır. Çalışmalar arasında; **GCI Büyük Zorluklar Programı**, **Engelliler için Yardımcı Teknolojiler Programı**, **Diverse Startups Programı** bulunmaktadır. • OECD Raporlarına göre ülkenin ekonomik büyümesi güçlüdür ve yaşam standardı yükselirken gelir dağılımı adaletsizliği azalmaktadır. • Hükümet işgücü becerilerini artırmak, girişimciliği teşvik etmek ve düşük gelirli gruplar arasında **küçük ve orta ölçekli işletmeler** yaratmak için yatırımlar yapmaktadır. • Kurumsal düzenlemeler geç de olsa başlamış, ekonomik ve sosyal politikaları formüle etmekten sorumlu **Ulusal Ekonomik Konsey**, Gündem 2030 stratejilerini Strateji Başkanları Forumunda sunmuştur. • **İklim ve Temiz Hava Koalisyonu (CCAC), Kadın ve Çocuk Sağlığı Küresel Stratejisi, Akdeniz'e kara kaynaklı kirlilik yüklerinin azaltılması** vb. alanlarda ortaklıklar yapılmış ve taahhütler verilmiştir.

TÜRKİYE **OECD:36** **DÜNYA:71**	Türkiye, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 71. Sıradadır. Bölge ortalaması 77,2 olmasına rağmen ülke puanı 70,4'tür. Uluslararası Yayılma İndeksi 94,5 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre olumlu yayılım gücüne sahiptir. **Türkiye'nin 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** ----- **Zorluklar Devam Ediyor:** 1, 7 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 2, 4, 6, 11, 17 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 3, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 **Türkiye'nin 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:** 1, 9, 12, 17 **Orta Derecede Artan:** 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11 **Durağan:** 5, 8, 13, 14, 15, 16 **Azalan:** -----	**GUİ:** 2016 ve 2019 **ÜDA:** Hayır **S/E P:** Evet **Bütçe:** Hayır **USKHİ:** 131 Gösterge **BLB:** Evet **COVID:** Evet fakat ana tema değil. • 1992 Yılında Rio Çevre ve Kalkınma Konferansından sonra **7. Kalkınma Planından başlayarak tüm Kalkınma Planlarında sürdürülebilirlik kavramına yer verilmiştir.** 10. ve 11. Kalkınma Planlarında Sürdürülebilirlik ve SKH'lerin diğer politikalarla uyumuna yer verilmiş, özellikle 11. Kalkınma Planı SKH çerçevesinde şekillenmiştir. • Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- **Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı** olarak değiştirilmiştir. • Yıllık Planlar ve Stratejik Planlar Hazırlanmıştır: **Toplumsal Cinsiyet Eşitliği Eylem Planı, Ulusal İstihdam Stratejisi Belgesi, Ulusal Genç İstihdam Strateji Belgesi, Verimlilik Stratejisi ve Eylem Planı, İklim Değişikliği Strateji Belgesi** • 2021 yılında Hazine ve Maliye Bakanlığı öncülüğünde BDDK, TCMB ve Ticari bankaları kapsayan **Mali Sürdürülebilirlik Çalışma Grubu** Kurulmuştur. • 2021 yılında **Yeşil Düzen Eylem Planı** yayınlanmıştır. • 2016 Yılında Gönüllü Ulusal İzlemeyi (VNR) sunan ilk ülkelerdendir. • SKH 1, 3, 6, 7, 9 ve 11'de önemli ilerlemeler sağlanmış fakat daha fazla çaba gerekmektedir. • Bakanlıklara sorumluluklar verilmiş 83 göstergeden oluşan **Sürdürülebilir Kalkınma Gösterge Seti** yayımlanmıştır. • Kalkınma Bakanlığı tarafından **Sürdürülebilir Kalkınma Koordinasyon Komisyonu** kurulmuştur. • **Kıyı Devletleri için IHO Hidrografi Kapasite Geliştirme Programı ve Deniz ve Kara Kaynaklı Kirlilik Yüklerini Azaltmaya Yönelik Deniz Çöpü Eylem Planlarında** ortaklıklar ve taahhütleri bulunmaktadır.

MEKSİKA **OECD:37** **DÜNYA:74**	Meksika, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 74. Sıradadır. Bölge ortalaması 77,2 olmasına rağmen ülke puanı 70,2'dir. Uluslararası Yayılma İndeksi 93,9 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre olumlu yayılım gücüne sahiptir. **Meksika'nın 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** ------ **Zorluklar Devam Ediyor:** 5 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 1, 4, 7, 11, 12, 13, 17 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 2, 3, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16 **Meksika'nın 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:**5, 12 **Orta Derecede Artan:** 1, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 14 **Durağan:** 2, 8, 9, 17 **Azalan:** 15, 16	**GUİ:** 2016, 2018, 2021 **ÜDA:** Hayır **S/E P:** Evet **Bütçe:** Evet **USKHİ:** 54Gösterge **BLB:** Evet **COVID:** Evet, Kurtarma planının temeli olarak belirtilmiştir. • 2007-2012 Ulusal Kalkınma Planı ve devamındaki planlar rekabetçi bir ekonomi, fırsat eşitliği, çevresel sürdürülebilirlik, güvenlik, demokrasi ve sorumlu uluslararası ilişkiler elde etmek için öncelikle insani sürdürülebilir kalkınma kavramlarına dayanmaktadır. • 2030 Gündemindeki ilerlemelere ilişkin **Ulusal Gönüllü Raporları** düzenli olarak hazırlanmaktadır ve çalışmalara STK, özel sektör, Akademi vb. kesimlerden katılımlar teşvik edilmektedir. • Sürdürülebilir kalkınma; hükümet planlarında, sektörel programlarda, bütçeleme sürecinde ve önemli projelerde ana akım haline getirilmeye çalışılmakta örneğin bu yönde **SKH bağlantılı bir devlet tahvili ihracı** gibi yenilikçi girişimler başlatılmıştır. • 32 Eyalet ve çeşitli belediyeler SKH'lerin izlenmesi ve uygulanması için alt birimler oluşturulmuştur ve bu alandaki araçlar desteklenmeye çalışılmaktadır. • Yasama Şubesi 2030 Gündemi'nin uygulanmasını takip edebilmek için siyasi liderlerin taahhüdü ile **Cumhuriyet Senatosunda Özel Komisyon**, Temsilciler Meclisinde ise **Çalışma Grubu** kurulmuştur. • SKH'lere yönelik eğitim, analiz ve izlemeyi teşvik eden **Sürdürülebilir Kalkınma için Çözümler Ağı'nın Meksika Şubesi** kurulmuştur. • 2018 Planlama kanunu ve sonrası sürdürülebilir kalkınmanın üç boyutunun yanında eşitlik, kapsayıcılık ve ayrımcılık yapmama ilkelerine uyumlu olarak düzenlenmiştir. • Meksika Uluslararası Kalkınma İşbirliği Ajansı tarafından **Sürdürülebilirlik için İttifak (AxS) ve Konsey İş Koordinatörlüğü (CCE)** arasında kalıcı diyaloglar ve iletişim kanalları oluşturulmuş, bu kapsamda **beş çalışma komitesi** kurulmuştur. • **İklim ve Temiz Hava Koalisyonu, Karayip Bölgesinde Balıkçılığın Korunması, Hidrografi Kapasite Geliştirme Programı, Mexico City Yeşil Planı, Nansen Girişimi, Ulusal Kalkınma Planları** çerçevesinde taahhüt ve girişimleri bulunmaktadır.

KOLOMBİYA **OECD:38** **DÜNYA:75**	Kolombiya, Dünya SKH Endeksine göre 163 ülke arasında 75. Sıradadır. Bölge ortalaması 77,2 olmasına rağmen ülke puanı 70,1'dir. Uluslararası Yayılma İndeksi 96,2 olup ortalaması 70,7 olan OECD ülkelerine göre olumlu yayılım gücüne sahiptir. **Kolombiya'nın 17 SKH (SDG) Seviyesi aşağıdaki gibidir:** **Başarılı SKH:** ------ **Zorluklar Devam Ediyor:** 7, 12 **Önemli Zorluklar Devam Ediyor:** 1, 2, 4, 5, 11, 13, 17 **Büyük Zorluklar Devam ediyor:** 3, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 16 **Kolombiya'nın 17 SKH (SDG) Eğilimleri aşağıdaki gibidir:** **Olumlu Yönde Sürdürülen:** 12,13 **Orta Derecede Artan:** 3, 4, 6, 7, 8, 9, 17 **Durağan:** 2, 5, 11, 14, 15, 16 **Azalan:** 1, 10	**GUİ:** 2016, 2018,2021 **ÜDA:** Evet **S/E P:** Evet **Bütçe:** Evet fakat özel bir bütçe kalemi oluşturulmamıştır. **USKHİ:** 161 Gösterge **BLB:** Evet **COVID:** Plan var ancak SKH'lerden bahsedilmemektedir. • 2018 Yılında **"Kolombiya'da Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin Uygulanmasına Yönelik Strateji"** oluşturulmuş ve kamu politikası oluşumu çerçevesinde sunulmuştur. • Gündem 2030'a giden süreç için **"CONPES 3918"** olarak adlandırılan dört eylem planı hazırlanmıştır. Bu eylem planları sırasıyla; izleme-raporlama, bilgi edinme, bölgesel strateji, katılım stratejisi ve özel sektör finansmanıdır. • **İklim ve Temiz Hava Koalisyonu, Balıkçılık Sektörünün Sürdürülebilir Gelişimi, Sürdürülebilir Kalkınma Verileri için Küresel Ortaklık, Denizcilik Eğitiminin Teşviki ve Güçlendirilmesi, Hidrografi Kapasite Geliştirme Programı, SPINCAM III Projesi** gibi eylem ağlarında taahhüt ve girişimleri bulunmaktadır. • Kolombiya Ulusal İdari Departmanı SKH ölçümleri için **sosyal medya** verilerini kullanmaya başlayarak bu alanda öncü ülkelerden biri olmuştur. • İsveç hükümetinin yardımıyla Kolombiya Hükümeti SKH ile ilgili gelişmeleri yakalamak ve iletmek için sanal bir platform geliştirmiştir. • 2016 Yılında Gönüllü Ulusal İzlemeyi (VNR) sunan ilk ülkelerdendir. • Uluslararası Stratejik Düşünce Merkezi'ne göre ülkedeki şirketlerin %75'i sürdürülebilirlik raporlarında SKH'lere yer vermektedir.

Kısaltmalar:

SKH (SDG): *Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri*

SKH1: *Yoksulluğa Son-* ***SKH2:*** *Açlığa Son-* ***SKH3:*** *Sağlık ve Kaliteli Yaşam –* ***SKH4:*** *Nitelikli Eğitim-* ***SKH5:*** *Toplumsal Cinsiyet Eşitliği-* ***SKH6:*** *Temiz Su ve Sanitasyon-* ***SKH7:*** *Erişilebilir ve Temiz Enerji-* ***SKH8****: İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme-* ***SKH9:*** *Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı-* ***SKH10:*** *Eşitsizliklerin Azaltılması-* ***SKH11:*** *Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar-* ***SKH12:*** *Sorumlu Üretim ve Tüketim-* ***SKH13****: İklim Eylemi-* ***SKH14:*** *Sudaki Yaşam-* ***SKH15****: Karasal Yaşam-* ***SKH16****: Barış, Adalet ve Güçlü Kurumlar-* ***SKH17:*** *Amaçlar için Ortaklıklar*

GUİ (Gönüllü Ulusal İnceleme): Ülkelerin 2030 Gündemi'nin uygulanmasında kaydedilen ulusal ilerlemeyi değerlendirdiği ve sunduğu bir süreçtir.
ÜDA (Üst Düzey Açıklama): Hükümetin SKH'lerin uygulanmasını onaylayan resmi bir bildiri yayınlaması durumunu ifade etmektedir.
S/E P (SKH stratejisi/ Eylem Planı): SKH'lerin sektörel eylem planlarına veya kapsayıcı bir stratejiye dahil edilip edilmediğini belirtir.
Bütçe (Ulusal Bütçede SKH'lerin Yeri): Merkezi Bütçe'de SKH'lere yer verilip verilmediği incelenmektedir.
USKHİ (Ulusal SKH İzleme): SKH'lerin uygulanmasını izlemek için ulusal düzeyde göstergelerin belirlenme durumunu ifade etmektedir.
BLB (Belirlenmiş Lider Birim): Hükümet tarafından Bakanlıklar arasında SKH'lerin koordinasyonu ve uygulanması için birim kurulup kurulmadığını ifade etmektedir.
COVID (Ulusal COVID19 planında SKH'ler): COVID19 kurtarma planında SKH'lere yer verilmesi durumunu ifade etmektedir.

Kaynak: SDG Index: https://dashboards.sdgindex.org/profiles, Sürdürülebilir Kalkınma için Bilimsel Yaklaşımlar ve Çözümler Ağı Türkiye: http://unsdsn.boun.edu.tr/, Sustainable Development Solutions Network**:** https://www.unsdsn.org/,

Policy Efforts and Commitments for the SDGs: https://dashboards.sdgindex.org/chapters/part-3-policy-efforts-and-commitments-for-the-sdgs#3-3-governments-sdg-commitments-versus-sdg-index-gaps,
T.C. 11. Kalkınma Planı: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf,
Öktem, K. (2009). "Kalkınmada Yenilikçi Topluma Finlandiya Örneği", Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 4(1), 133-159, Strateji ve Bütçe Başkanlığı Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, 2019: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf,
European Environment Agency, Finland Country Profile- SDGs and the Environment: https://www.eea.europa.eu/themes/sustainability-transitions/sustainable-development-goals-and-the/country-profiles/finland-country-profile-sdgs-and,
SDG Watch Europe, Countries Profille: https://sdgwatcheurope.org/,
SDG Knowledge Platform, Member States: https://sustainabledevelopment.un.org/memberstates,
Initial Steps Towards the Implementation of the 2030 Agenda, Voluntary National Review Presented at the Hıgh-Level Political Forum On Sustainable Development (Hlpf) Un, New York, July 2016: https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/10692NORWAY%20HLPF%20REPORT%20-%20full%20version.pdf,
TSBP, (2022). Gösterge, 2022: https://www.tspb.org.tr/wp-content/uploads/2022/02/Gosterge_KIS_2022.pdf#page=50,
WBCSD, World Busines Council for Sustainable Development: https://sdghub.com/

3. SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Yaşadığımız yüzyılda sürdürülebilir ve esnek toplumlara ulaşmak tüm insanlığın ortak sınavıdır. Kalkınma giderek daha zor, karmaşık, iç içe geçmiş ve öngörülemez bir hale gelmiştir. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri bu belirsizlik ve karmaşık ortamda karşılıklı bağımlılıktan yararlanarak gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakmak adına bir fırsat sunmaktadır. OECD 2030'a giden süreçte politika yapıcıları ve liderlere yardımcı olacak altı eylem planının üzerinde durmaktadır (OECD:2021b);

- SKH sonuçlarına ulaşılmasının teşvik edilmesi
- SKH için önemli olan organizasyonel dönüşüm süreçlerine yatırım yapılması
- Her ülkenin SKH uyum stratejilerini kendi koşullarına göre uyarlaması
- SKH'leri yaygınlaştırmaya yönelik ülkelerin desteklenmesi
- SKH'lerdeki gelişmeleri ve ilerlemeyi ortaklaşa izlemek için bu alanda veri elde edilmesine yönelik yatırımların yapılması
- Belirli SKH'ler çerçevesinde diğer ülkelerle ortaklıkların kurulması

Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik ayrıntılı bir çerçevede strateji oluşturmasında güçlükler yaşanabilmektedir. Eğitim ve toplumsal cinsiyet eşitsizliği, sağlık-refah ve demografi, enerjinin karbondan arındırılması ve sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir gıda-toprak-su ve okyanuslar, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar ve sürdürülebilir kalkınma için dijital devrim alanlarında meydana gelecek altı toplumsal dönüşümün tüm kalkınma hedeflerine ulaşılmasında en etkili yöntemdir (Sachs vd., 2020; Schmidt and Traub, 2020). Bu amaçla politik çabalar gösterilir ve taahhütler verilirken ilgili dönüşümler göz ardı edilmemelidir.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine yaklaşan, endeks değerleri olarak üst sıralarda bulunan ülkelerin acil eylem planları kapsamında uyguladıkları politikaların etkili olduğu ve özellikle hedeflerin toplumun her kesimi tarafından benimsenmesine yönelik çalışmalarla sürecin hızlandırıldığı anlaşılmaktadır. Düşük puanlı ve hedeflerden kısmen uzak olan ülkelerde ise en önemli problem politikaların toplum tarafından benimsenmemesi ve/veya hedefler hakkında yeterli bilgilendirme ağlarının oluşturulmamasıdır. Şüphesiz OECD ülkelerinin her birinin SKH'lere yönelik ulusal program ve çalışma grupları bulunmaktadır. Hedeflere yönelik ciddi başarılar edinmiş ülkelerde ilgili oluşumların eylem planları çerçevesinde aktif şekilde faaliyet yürüttükleri, gelişmeye açık fazlaca hedefi bulunan ülkelerde ise bu faaliyetlerin sınırlı kurumlarca gönüllülük çalışmaları çerçevesinde yapıldığı, projelerin hazırlanma aşamasında olduğu, hükümetlerin ise diğer yapısal problemlere daha fazla yönelim gösterdiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik çalışmalardan her biri diğer amaçların gelişimine katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle her bir hedef için yapısal projeler ve eylem planları oluşturulmadan belirli göstergelerde iyileştirmeler sağlanabilir. Yine de OECD ülkelerinin tamamı sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yüksek bağlılık gösteren ülke grubu içerisinde yer almakta ve sırasıyla Finlandiya, Danimarka, İsveç, Norveç, Avusturya, Almanya, Fransa, İsviçre, İrlanda, Birleşik Krallık, Polonya, İrlanda, Çekya, Letonya ve Slovenya'dan oluşan onbeş ülke sürdürülebilir kalkınma hedeflerine çok yüksek bağlılık göstermektedir. Ülkeler OECD'nin kurumsal kapasitesinden yararlanarak sürdürülebilirliğe yönelik eylem planlarını diğer oluşumlara göre daha kolay hayata geçirebilir ve uluslararası yayılma endeksi yüksek olan ülkelerin üyeliğinden dolayı bölgesel yayılma ektisiyle başarılı olabilirler. Nitekim yüksek gelirli ülkeler ve OECD ülkeleri sosyoekonomik durumları ve temel altyapı erişiminin güçlü olması nedeniyle sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmaya diğer ülkelerden daha yakındır.

KAYNAKÇA

European Environment Agency, (2022). Finland Country Profile- SDGs and the Environment, (Çevrimiçi) https://www.eea.europa.eu/themes/sustainability-transitions/sustainable-development-goals-and-the/country-profiles/finland-country-profile-sdgs-and, 16.11.2022.

Initial Steps Towards the Implementation of the 2030 Agenda, (2016). Voluntary National Review Presented at the Hıgh-Level Political Forum On Sustainable Development (Hlpf) Un, New York, July 2016, (Çevrimiçi) https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/10692NORWAY%20HLPF%20REPORT%20-%20full%20version.pdf, 03.12.2022.

Lafortune, G., Cortés Puch, M., Mosnier, A., Fuller, G., Diaz, M., Riccaboni, A., Kloke-Lesch, A., Zachariadis, T., Carli, E., and Oger, A. (2021). Europe Sustainable Development Report 2021: Transforming the European Union to achieve the Sustainable Development Goals. SDSN, SDSN Europe and IEEP.

OECD, (2021a). Turst in Global Cooperation: The Vision fort he OECD fort he Next Decade, Meeting of the OECD Council at Ministerial Level, 5-6 October 2021, Paris, (Çevimiçi) https://www.oecd.org/mcm/MCM_2021_Part_2_%5BC-MIN_2021_16-FINAL.en%5D.pdf, 20.11.2022.

OECD, (2021b). Achieving SDG Results in Development Co-operation: Summary for Policy Makers, OECD Publishing, Nov 2021, Paris, (Çevimiçi) https://doi.org/10.1787/5b2b0ee8-en, 25.11.2022.

OECD, (2022a). Our Galobal Rich, (Çevimiçi) https://www.oecd.org/about/members-and-partners/, 23.11.2022.

OECD, (2022b). Strategic Orientations of the Secretary-General, Meeting of the OECD Council at Ministerial Level, 9-10 June 2022, Paris, (Çevimiçi) https://www.oecd.org/mcm/2022-OECD-SG-Strategic-Orientations-EN.pdf, 21.11.2022.

Öktem, K. (2009). "Kalkınmada Yenilikçi Topluma Finlandiya Örneği", Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 4(1), 133-159.

Policy Efforts and Commitments for the SDGs, (2022). (Çevrimiçi) https://dashboards.sdgindex.org/chapters/part-3-policy-efforts-and-commitments-for-the-sdgs#3-3-governments-sdg-commitments-versus-sdg-index-gaps, 28.11.2022.

Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., and Woelm, F. (2020). Sustainable Development Report 2020: The Sustainable Development Goals and COVID-19. Cambridge University Press, (Çevrimiçi) https://www.sdgindex.org/, 8.11.2022.

Sachs, J., Lafortune, G., Kroll, C., Fuller, G., Woelm, F. (2022). From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond. Sustainable Development Report 2022. Cambridge: Cambridge University Press, (Çevrimiçi) DOI 10.1017/9781009210058, 25.11.2022.

Schmidt-Traub, G. (2020). The SDGs can guide our recovery, October 22, (Çevrimiçi) https://www.sustainablegoals.org.uk/the-sdgscan-guide-our-recovery/, 11.11.2022.

SDG Index, (2022). Sustainable Development Report 2022, (Çevrimiçi) https://dashboards.sdgindex.org/, 18.11.2022.

SDG Knowledge Platform, (2022). Member States, (Çevrimiçi) https://sustainabledevelopment.un.org/memberstates, 02.12.2022.

SDG Watch Europe, (2022). Countries Profille, (Çevrimiçi) https://sdgwatcheurope.org/, 01.12.2022.

SDSN, (2022). What are the Spillover Effects, (Çevrimiçi) https://www.unsdsn.org/spillover-effects, 14.11.2022.

Sustainable Development Solutions Network, (2022). Database, (Çevrimiçi) https://www.unsdsn.org/, 16.11.2022.

Sürdürülebilir Kalkınma için Bilimsel Yaklaşımlar ve Çözümler Ağı, (2021). UNSDSN, (Çevrimiçi) http://unsdsn.boun.edu.tr/, 20.11.2022.

T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019), Onbirinci Kalkınma Planı: 2019-2023, T. C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı Yayını, Ankara, (Çevrimiçi) http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf, 18.11.2022.

T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019), Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, (Çevrimiçi) http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf, 18.11.2022.

TSBP, (2022). Gösterge 2022, (Çevrimiçi) https://www.tspb.org.tr/wp-content/uploads/2022/02/Gosterge_KIS_2022.pdf#page=50, 02.12.2022.

UNDP, (2022). Sustainable Development Goals: The SDGS in Action, (Çevrimiçi) https://www.undp.org/sustainable-development-goals, 01.12.2022.

WBCSD, (2022). World Busines Council for Sustainable Development, (Çevrimiçi) https://sdghub.com/, 05.12.2022.

KÜRESEL ENERJİ KRİZİ ÇEVRE VE İKLİM POLİTİKALARININ ACİLİYETİNİ ÖTELİYOR MU?

Sırrı UYANIK

KTO Karatay Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Enerji Yönetimi Bölümü, Konya, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9455-2986

Muhammet Yavuz SUCU

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6752-9820

Özet

Küreselleşme yolunda her şeyin rayında gittiği 2000li yıllar boyunca, üretimin merkezileştirilmesi ve tedarik zinciri planlamasının küresel ölçekte kurgulanması ile, ticarette olduğu gibi iklim değişikliği ile mücadelede de dünya farklı bir güzergahta yol almaktaydı. Enerji güvenliğinin gündeme eskisi kadar sık gelmediği, ulusal ve uluslararası enerji ve kaynak fiyatlamasının bir tehdit olmadığı bu zamanlarda, Avrupa Birliği başta olmak üzere gelişmiş ülkeler, tüm dünya ülkelerini iklim değişikliği ile mücadele konusunda ortak aksiyon almak üzere ikna etmek odaklı faaliyetlere hızla devam ediyordu. Ancak Covid-19 pandemisinin küresel ticaret ve tedarik zincirlerine vurduğu darbe, sebep olduğu kesinti ve sonrasında Rusya-Ukrayna Savaşı, başta fosil yakıtlar olmak üzere, enerji kaynak fiyatlarının neredeyse bir patlama ölçeğinde artışıyla, bu yakıtlara en çok ihtiyaç duyan gelişmiş ülkeler devasa enerji ihtiyaçlarını karşılamakta ciddi zorluklar yaşamaya başladı. Sadece ekonomik anlamda değil, aynı zamanda tedarik sürekliliği de tehlikeye girdiğinden, Almanya, İngiltere, Hollanda gibi gelişmiş olan ülkelerde dahi sınai imalat ve elektrik üretimi kesintisi ihtimali yarım yüzyıl sonra bir tehdit olarak yaşanmaya başladı. Gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaçlarına kayıtsız kalarak iklim değişikliği ile mücadeleyi önceleyen bu ülkeler, karşılaştıkları son enerji güvenliği riskleri sebebiyle, tüm dünyada finansal ve hukuki yöntemler kullanarak engellemeye çalıştıkları başta kömür olmak üzere diğer fosil yakıtları kendi ülkelerinde tekrar hayata döndürmekten geri durmadılar. Sadece Almanya'da 2022 yılı içinde daha önce kapatılmış veya yıl sonunda kapatılması planlanan 5 GW'ın üzerinde kapasiteye sahip kömür santrallerinin tekrar devreye alınması kararı verildi. Dahası, 2022 yılında devreden çıkartılması hedeflenen nükleer santrallerin hizmet süreleri de uzatıldı. Bu çalışmada Avrupa Birliği başta olmak üzere, Covid ve Rusya-Ukrayna Savaşı sonrası dünyadaki elektrik üretim sektöründeki eğilimler, bu eğilimlerin geçmiş iklim politikalarıyla uyumu ve gelecekteki sera gazı emisyonlarına etkileri incelenmekte, ulaşılan veriler ışığında elektrik üretim sektörünün gelecekte iklim değişikliği ile mücadeledeki durumu hakkında bir projeksiyon sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: enerji krizi, iklim politikası, enerji güvenliği, emisyonlar

DOES THE GLOBAL ENERGY CRISIS PUSH BACK THE URGENCY OF THE ENVIRONMENT and CLIMATE POLICIES?

Abstract

The world was moving on a different path in the fight against climate change during the 2000s, when everything went smoothly on the way of globalization, as well as in trade, with the centralization of the production and the supply chain planning on a global scale. In those times, when energy security had not came up as frequently and when national and international energy and source pricing was not a threat, developing countries, especially European Union, kept pace to enforce all countries of the world to take joint action in the fight against climate change. Nevertheless, the blow of Covid-19 pandemic on the global trade and supply chains, the subsequent interruption in the economies and after that Russia-Ukraine war, with the increase of the energy source prices almost on an explosion scale, the developing countries, which need these fuels most, began to experience serious difficulties in meeting its huge energy needs. Not just economically but since the supply continuity is also in danger, industrial production and the possibility of power generation interruption

began to appear as a threat even in the developing countries as Germany, UK and Holland, half a century later. Due to the last energy security risks they encountered, these countries, which enforced through the fight against the climate change by staying alien to the needs of the developing countries, did not hesitate to bring fossil fuels, especially coal, to life in their own countries, which they previously tried to prevent by using financial and legal methods all over the world. Only in Germany, it is decided to reactivate the coal plants with a capacity of over 5 GW, which were planned to be closed at the end of the year or has been previously closed before 2022. Moreover, the service life of the nuclear power plants are being extended, which were targetted for decommissioning within 2022. In this study, the tendencies of electricity generation industry after Covid and Russia-Ukraine war, the consistence of these tendencies with the previous climate policies and the effects to the future greenhouse gas emissons are interpreted and the situation of the electricity generation sector in the fight against climate change in the future in the light of the available data projected as well.

Keywords: energy crisis, climate policy, energy security, emissions

VALORIZATION OF FOOD WASTE TOWARDS GREEN ENVIRONMENT

Simple Sharma

Department of Food Science and Technology, I. K. Gujral Punjab Technical University, Jalandhar - Kapurthala Highway, Punjab 144603, India, ORCID ID: 0000-0002-0865-432X

Abstract

Food waste is composed of materials meant for human consumption that is consequently discharged, degraded, or contaminated. The main issue with food waste is that it is currently increasing at a high rate. The different sectors involved in the collection of waste are food supply chains, agriculture, and industrial sectors, final consumers, and retailers. Food waste is employed in industries for the production of biofuels or biopolymers. Food waste is regarded as important for the production of various valuable byproducts. They also provide bioactive compounds that are beneficial for health. The present work discusses the various noteworthy characteristics, applications, compositions, and wide range of products derived from various food waste, including bioplastics, enzymes, organic acids, biocomposites, biofuels, food additives, coatings, and biofertilizers. Food waste generated during processing and production in many industries needed to undergo treatment in order to be turned into valuable commodities. To prevent food waste, a number of options may be provided. Industries use a variety of techniques to eliminate food waste, including composting, landfill usage, and segregation and recycling. Considerable research needs to be carried out on food waste with a view to methods or approaches to avoid food waste. Food waste is a trending area of thrust among researchers and food scientists to have new, innovative, and advancing products that open new revenues to the market.

Keywords: *Food, Waste, Valorization, Industrial approaches, Green environment, By-products*

WATER QUALITY MONITORING SYSTEM

Bhargavchandar

UG Student , R.M.D. Engineering College, Kavaraipettai, Tamil Nadu

T, Dinesh S

UG Student , R.M.D. Engineering College, Kavaraipettai, Tamil Nadu

Gnanaprakash

UG Student , R.M.D. Engineering College, Kavaraipettai, Tamil Nadu

Dr.C.Bennila Thangammal

Professor, R.M.D. Engineering College, Kavaraipettai, Tamil Nadu

ABSTRACT

Nowadays Internet of Things (IoT) and Remote Sensing (RS) techniques are used in different area of research for monitoring, collecting and analysis data from remote locations. Due to the vast increase in global industrial output, rural to urban drift and the over-utilization of land and sea resources, the quality of water available to people has deteriorated greatly. The high use of fertilizers in farms and also other chemicals in sectors such as mining and construction have contributed immensely to the overall reduction of water quality globally. Water is an essential need for human survival and therefore there must be mechanisms put in place to vigorously test the quality of water that made available for drinking in town and city articulated supplies and as well as the rivers, creeks and shoreline that surround our towns and cities. The availability of good quality water is paramount in preventing outbreaks of water-borne diseases as well as improving the quality of life. Fiji Islands are located in the vast Pacific Ocean which requires a frequent data collecting network for the water quality monitoring and IoT and RS can improve the existing measurement. This project presents a smart water quality monitoring system for Fiji, using IoT and remote sensing technology.

The Smart Water Quality Monitoring System will measure the following water parameters for analysis; Potential Hydrogen (pH), Oxidation and Reduction Potential (ORP), Conductivity and Temperature using a RS technology. While monitoring these parameters, it is perceived that one should receive a stable set of results. Therefore a continuous series of anomalous measurements would indicate the potential introduction of a water pollutant and the user will be notified of this activity with the aid of IoT technology. False positives, such as anomalous readings over a short period of time, will be recorded but not treated as an alert. Hence, with the successful implementation of this monitoring approach, a water pollution early warning system can be achieved.

NİTELİKLERİ İLE BİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK SU: BİR ÜRETEÇ

WATER AS AN ENERGY SOURCE WITH ITS QUALITIES: A GENEATOR

Seçil ŞATIR

FSMV University, Faculty of Architecture and Design

Yıldırım B. KESTANE

Mechanical Engineer

ÖZET

Bildiri suyun temel özellikleri üzerinden konuya giriş yapmaktadır. İnsan yaşamları üzerine eşi bulunmaz bir varlık olan su, içeriğinin temel nitelikleri incelendiğinde, akla gelmez ve şaşırtıcı derecede farklı bir kimliğe aktarılabilmektedir. Burada suyun gücü, hızı, büyük barajlardan elektrik elde etmek için, yüksekten düşerken açığa çıkan kinetik enerjisinin eletrik enerjisine dönüşmekteki özgün niteliği vb. özellikleri tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, birinci bölüm, suyun temel özelliklerinin ve dönüşüm araştırmalarının literatür taramasına ayrılmış olacaktır. İkinci bölümde, suyun temel niteliklerinin dev bir boyuttan, mini bir boyuta aktarılarak elde edilmiş ve mini bir boyutta, 2-2.5 cm çaptaki bir boru içinde ortaya çıkan hızdan elde edilen kinetik enerjinin elektrik enerjisine dönüşümünün sonucu olarak kazanılmış bir patent dile getirilecektir. „Bir Üreteç“ başlıklı patent süreci ise, başlı başına bir uğraş ve sancılı bir çaba olmaktadır. Bildirinin amacı suyu daha yakından tanımak ve tanıtmak, sudan elde edilen elektrik enerjisinin nasıl bir örnek teşkil ettiğini gözler önüne sermektir. Bildiri, literatür taraması öncelikli olsa da deneysel bir çalışmayı sunacağı nedenle özgündür.

Anahtar kelimeler: Su, nitelikleri, sudan elektrik üretimi, „Bir Üreteç“

SUMMARY

The paper introduces the subject through the basic properties of water. Water, which is an incomparable asset on human lives, can be transferred to an unimaginable and surprisingly different identity when the basic characteristics of its content are examined. Here, the power of water, its speed, its unique quality in transforming the kinetic energy released when falling from a height into electrical energy in order to obtain electricity from large dams, etc. features are defined. In this context, the first chapter will be devoted to the literature review of the basic properties of water and its transformation studies. In the second part, a patent obtained by transferring the basic properties of water from a giant size to a mini size and obtained as a result of the conversion of the kinetic energy obtained from the velocity obtained in a pipe with a diameter of 2-2.5 cm in a mini size, into electrical energy will be expressed. The patent process titled „A Generator“ is a struggle and a painful effort in itself. The aim of the paper is to get to know and introduce water more closely, and to reveal how the electrical energy obtained from water sets an example. Although literature review is a priority, the paper is original because it will present an experimental study.

Keywords: Water, its qualities, electricity generation from water, „A Generator“

GİRİŞ

Bu bildiri, suyu ele aldığında çok bilinen, yaşamın vazgeçilmezi olan, yokluğunda ya da azaldığında insan ve tüm canlılar için hayatın durduğu noktasına gelinmiş olacağı ile yüzleşileceği gerçeği bilinmektedir. Herkesin çok iyi bildiği, uzmanların, bilim insanlarının hakkında metinler yazdığı ve sürekli uyarı ile dengeli kullanımının önerildiği su bu bildiride temel nitelikleri literatür taraması ile inceleniyor olsa da farklı bir bakış açısını ele alacaktır.

Çok çeşitli özelliklere sahip olan ‘su’, NASA (National Aeronautics and Space Administration) başta olmak üzere tüm evrende varlığı aranan ve eğer bulunursa, Dünya’ ya alternatif yaşanabilir bir gezegene ulaşılmış

olacağına inanılan bir dönem yaşanmaktadır. Araştırmalar paralelinde Dünya'nın nasıl oluştuğuna dair de bulgulara ulaşılmak amaç edinilmektedir. Su varlığı ile yaşam varlığı eş değerdedir.

Nitelikler temelinde ısı, renk, koku, bulanıklık vb. fiziksel, analizler sonucu florür, klorür, nitrat vb. sonuçlara göre kimyasal, içeriği incelendiğinde, mikro organizma barındırmasına göre de bakteriyolojik özellikleri olan 'su' çevrenin hava koşullarına göre içerik değiştirme yapısına sahiptir. Yağmur sularının toprağa, yeraltı su birikintilerine karışması, topraktan aldığı, örneğin, sodyum sülfat, sodyum klorür, kalsiyum sülfat, magnezyum sülfat vb. madensel tuzlar ile içeriğinde, değişim, dönüşüm meydana gelebilecektir. Hatta, yağmur sularının kireç taşlarını aşındırması, karbondioksit (CO2) in de rolünün bulunduğu durum ile, aslında mermerin, kireç taşlarının normal suda çözünmediği halde, karbondioksitli suda çözünmesi sonucu kalsiyum bikarbonat meydana gelir. İçinde çözünen madensel tuzların bazıları suyu sertleştirirler.

1. SUYUN NİTELİKLERİ VE GÜCÜ

Canlıların yaşamlarının sürdürülmesini sağlayan en önemli iki unsurdan birincisi oksijen ise ikincisi de 'su' dur. Yaşa, kiloya, boy uzunluğuna, fiziksel aktivitelere bağlı olarak insan vücudunun %50-70 oranını su oluşturmaktadır. Vücuttaki suyun 2/3 olan çok önemli kısmı hücrelerde yer almakta, geri kalan 1/3 oranındaki su ise dokular, damarlar, sindirim sistemi gibi sürekli işler durumdaki organlarda bulunmaktadır. Suyun vücuttaki önemini, Eken (2022:2)'nin araştırmasında aşağıdaki bilgiler ayrıntılı olarak ortaya koymaktadır:

--Su, beyin, omurilik ve diğer organların dış etkenlerden korunmasını sağlamaktadır. --Su, vücut ısısının dengede tutulmasını sağlamaktadır. -- Günlük yeterli su tüketimi, metabolizmayı hızlandırmaktadır. -- Kan hacmi ve basıncı, su ile dengelenmektedir. --Kanın vücuttaki akışkanlığını su sağlamaktadır. --Su, oksijen ve besin ögelerini hücrelere taşıyarak, hücrelerin fonksiyonlarını sağlıklı şekilde gerçekleştirebilmeleri için gerekli olan katı maddelerin çözünmesini sağlamaktadır.	--Ağız, burun ve göz dokularını nemlendirmektedir. --Akciğerdeki hava, vücuttaki su yardımıyla nemlendirilmekte, bu durum solunuma yardımcı olmaktadır. --Besinlerin sindirilmesinde ve enerjiye dönüştürülmesinde su önemli bir yere sahiptir. --Su, atık ve toksik maddelerin vücuttan atılmasına yardımcı olmaktadır. --Kasların dengesi ve eklemlerin kayganlığı su ile sağlanmaktadır. --Vücutta oluşan ödemlerin atılmasında su önemli bir rol oynamaktadır.

Suyun vücuttaki önemi yadsınamaz. Daha da vurucu öneme sahip olan bilgi, en küçük canlı organizmadan en büyük canlı varlığa kadar, bütün canlıların biyolojik yaşamlarının ve hareketlerinin gerçekleşmesini sağlayan sudur. Dünyanın %70 şinin su olduğu bilinmektedir. "Dünyadaki mevcut suyun hacmi 141 milyar m3 tur. Bu miktar dünya yüzeyini 3 km. kalınlığında bir tabaka halinde sarabilecek büyüklüktedir. Bu suyun % 98'i okyanuslarda ve iç denizlerde bulunmakta, fakat tuzlu olduğu için, içme suyu olarak kullanıma, sulamaya ve endüstriyel kullanıma uygun değildir. Dünyadaki suların ancak % 2.5'i tatlı sudur. Bunun da % 87'si buzullarda, toprakta, atmosferde, yeraltı sularında bulunur ve kullanılamaz durumdadır"(Çekud, 2014).

Dünyada bulunan su miktarı ve dönüşümleri ile ilgili bazı rakamlar:

"•-Eğer yeryüzündeki tüm su kütlesi bir küreye doldurulsa (okyanuslar, buzullar, göller, akarsular, yer altı suyu ve atmosferdeki su buharı), oluşacak su topunun yarıçapı yaklaşık 1385 km, hacmi 1386 milyon km3 olurdu. 1 km3 su, 264 milyar galona denk geliyor.

•-Suyun 12.900 km3'ü, herhangi bir anda, atmosferde buhar halde bulunmakta. Eğer bu su buharının tamamı bir seferde yağış olarak düşse, bu yeryüzünün sadece, 2.54 cm'sini kaplardı.

•-Her gün, 1.170 km3 su buharlaşma ve terleme (transpirasyon) yoluyla atmosfere karışıyor.

•-Dünyada bulunan tatlı su, göl ve akarsulardan daha çok yeraltında birikiyor. 8.400.000 km3 tatlı su yeryüzü yüzeyinin 1.6 km'si boyunca birikirken, bu miktar buzullarda 29.200.000 km3'e ulaşıyor (çoğunlukla kutuplar ve Grönland'da).

•-Yeryüzünde bulunan tatlı suyun % 68'i buzullarda, % 30'u ise yeraltında bulunuyor. En çok akarsular içme suyu olarak kullanılıyor, fakat toplam suyun yalnızca yüzde birinin 1/10.000'ini oluşturuyorlar (1.250 km3)" (https://www.usgs.gov/), (Albut,2013: 3).

Resim 1: Yeryüzünde su döngüsü, Orijinal kaynak: USGS (https://www.usgs.gov/), (Albut,2013: 3)

Dünyanın tatlı su kaynaklarının beslenmesi, yıllık yağış durumlarına bağlı olarak her yıl aynı oranda gelişiyor olduğu doğrulanmış olsa da, özellikle nüfus yoğun ülkelerin nüfuslarının iki, üç misli artış göstermesi, var olan suyun her geçen yıllarda yetersizliğini ortaya koymaktadır.

1.1. Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Suyun sıvı özelliğinin yanı sıra fiziksel özellikleri kapsamında, deniz seviyesinde '0' santigrat derecede donması, buna karşılık, donmuş ve buz olmuş su halinin, yine '0' santigrat derecenin üzerine çıkıldığında ise erimeye başladığı bilinen bir bilgidir. Ancak, kaynaklardaki bilgilerde sıfırın altında 48 derece üzerinden donma noktasının ifade ediliyor olması, deniz seviyesi dışında ve son dönemlerdeki açıklamalar doğrultusundadır. Diğer bir fiziksel özellik, suyun kaynama derecesidir. Bilimsel bilgiler suyun deniz seviyesinde 100 santigrat derecede kaynadığını açıklamaktadır. "Everest Dağı'nda 70 derecede kaynama noktasına ulaşır; yine deniz seviyesindeki +4 santigrat dereceden sonra buharlaşma etkisinin ortaya çıkar; 100 santigrat dereceye ulaştığı vakit yüzey moleküllerinin birbirinden koptuğu nedenle kaynama yanı sıra buharlaşmaya başlar" (https://www.hurriyet.com.tr/).

Suyun önemli özelliklerinden birisi de donma esnasında genişlemesidir. "Bunun nedeni, moleküllerin kendilerini sıvı halde olduğundan daha fazla iç alana sahip açık bir altıgen düzenlemede yeniden yönlendirmeleridir. Suyun çok ilginç bir özelliği de süblimleşme yeteneğine sahip olmasıdır. Bu, erimeden katıdan gaza geçebileceği anlamına gelir. Buzdan suya erime, 1 atmosfer, normal atmosfer basıncında 0°C' da gerçekleşir. Ancak, basıncı 0,006 atmosferin altına düşürürseniz, buzu doğrudan gaz haline getirebilirsiniz" (https://cwsimons.com/).

Suyun, estetik açıdan, her bir tanesinin bir diğerine benzemeyen, birbirlerinden farklı ve harika geometrik yapılara sahip görsel özellikli hali kar taneleridir. "Kar bir parçacık ile başlar. Su buharı parçacığa yapışır ve parçacık ıslanır. Daha çok su buharı parçacığa yapışır ve altıgen kristaller gelişir.

Harika bir kar kristali doğmuş olur" (Cassino, Nelson, 2022: 4).

Resim: Kar tanesi, yeterli bir boyuta ulaşan tek bir buz kristalidir. Başka kar taneleriyle birleşebilir ve daha sonra Dünya atmosferine kar olarak yağar. Kar tanelerinin boyutu, şekli ve yoğunluğu oluştuğu sıcaklıkla ilişkilidir. Bir tek kar tanesi içinde yüzlerce ve hatta binlerce kar kristali bulunabilir. Kar, 0 °C'nin altındaki sıcaklıklarda daha küçük, 0 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda ise daha büyük boyutta yere ulaşır. Karın rengi, kristallerinin güneş ışığını tamamen yansıtmasından dolayı beyazdır. Kar kristalleri üzerinde ilk araştırmaları yapan Amerikalı Wilson Bentley, elli yıl boyunca kar kristalinin 6 bin fotoğrafını çekmiştir.	 Doğal bir kar tanesinin makro fotoğrafı. 4 veya 5 milimetre çapında olan bu kar kristali, nispeten büyüktür. Aralık 2014, Moskova.	

Resimler 2 ve 3: Kar kristalleri. (https://tr.wikipedia.org/wiki/Kar tanesi)

Katı, sıvı, gaz halleri olabilen, buharlaşarak havaya karışan, yanıcı değil, tam tersi ateşi söndürücü özelliği olan, kokusuz, tatsız, renksiz su kimyasal bir bileşiktir. "Sıklıkla renksiz olarak tanımlanmasına rağmen kızıl dalga boylarında ışığı hafifçe emmesi nedeniyle mavi bir renge sahiptir. Kimyasal formülü (H2O) 2 hidrojen ve 1 oksijen atomundan meydana gelir. H+ iyonu içeren bir madde ile (ör. asit) ve OH-iyonu içeren maddenin (ör: baz) verdiği nötralleşme tepkimesi ile oluşur. Molekül kütlesi 18,02 g mol−1. Çözünürlük olarak, metanol, etanol, izopropanol, aseton ve gliserol ile karışabilir. Fakat, haloalkanlar, alifatik ve aromatik hidrokarbonlar,ve eterlerde az çözünür. Standart sıcaklık ve basınç verileri 25 °C, 100 kPa değerindedir" (https://tr.wikipedia.org/wiki/Su).

> "Referanslar suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri, moleküllerinin kendileri veya çevreleriyle olan etkileşimleri sayesinde ölçebildiğimiz suyun tüm tezahürleridir. Su, bir oksijen atomunun (O) iki hidrojen atomu (H) ile birleşmesiyle oluşan kimyasal bir madde veya moleküldür. Bu üç atom, kovalent bağların[1], çok güçlü ve kararlı tipteki bağların oluşumu ile bir arada tutulur. Su molekülü 'H' formülüne sahiptir; veya H-O-H olarak yazılabilir. Renksiz ve tatsız bir sıvı madde olmasından sorumlu olan, bu molekül bağları ve etkileşimleridir. İyonlaşma özelliği de olan su bircok maddeyle reaksiyona girerek çok çeşitli kimyasal bileşikler oluşturur. Elektrolizle, oksijeni iki hidrojenden ayırarak, su ayrıştırılabilir. Bu süreç, bir elektrik akımı sudan geçtiğinde gerçekleşir. Katı halindeki su bile bazı kimyasal reaksiyonların parçası olabilir. Su amfoteriktir, yani çözeltinin pH'ına bağlı olarak asit veya baz olarak davranabilir. Bu kimyasal özellik, pH düzenleyici rolünü destekler" (Morrison, 2021: 3/19), (https://warbletoncouncil.org).

Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan su, fiziksel özellikleri ile farklı hallerini sergiler; kimyasal nitelikleri ile örneğin, çözeltinin pH' sına bağlı olarak asit ya da baz gibi davranış gösterip amfoterik kimliğini de ortaya koyabilir bir varlıktır; varlıktır, çünkü, canlı varlıkların temel taşıdır. Suyu hidrojen ve oksijene ayırmak için elektrik kullanma işlemi olan elektroliz yenilenebilir bir yöntemdir. Bu yöntemle karbon içermeyen hidrojen üretimi sağlanmış olur. Gelecekte, otomobillerin enerjisinin bir alternatifi de sudan elde edilmiş olacaktır.

1.2.Suyun Endüstriyel Karakteristikleri

Sanayide su, soğutma, taşıma, yıkama ve çözücü olarak kullanılır. Başlıca endüstriyel su kullanım alanları: Gıda endüstrisi, Termik ve atomik enerji üretimi, kimya ve petrol tesisleri, demir ve demir dışı metalürji, kağıt endüstrisi, makine imalatı, kimyasallar üretimi vb. üretim alanları suyu bol kullanır. Özellikle kağıt endüstrisinde, kağıt hamuru üretimindenin her üç aşamasında da su çok kullanılmaktadır. ABD' de St. Marys, Georgia da, Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS) araştırmalarına göre, Alan M. Cressler düzenlemesi kapsamında, "su, kağıt üretiminin 3 aşamasının tümü ile ilişkilidir - kağıt hamuru yapımı, kağıt hamuru işleme

[1] Kovalent bağ, iki atom arasında, bir veya daha fazla elektronun paylaşılmasıyla karakterize edilen kimyasal bağın bir tanımıdır. Genellikle bağ, ortaya çıkan molekülü bir arada tutan ortak çekim gücü olarak tanımlanabilir.

ve karton üretimi ve bunlarla ilişkili pişirme, ağartma ve yıkama faaliyetleri. Bu endüstri, üretilen her ton kağıt hamuru için 17.000 galon su kullanır" (https://blog.oureducation.in/).

Endüstri de sudan elektrik elde etmek, çok bilinen ve yaygın olan hidroelektrik santrallerine eş değerde, ancak su buharı ile elektrik üretimi de kullanım bulmaktadır. Elektrik üretmek için motoru hareket ettirmek üzere buharın soğutulduğu soğutma kulelerinde yine su kullanımı devreye girer.

Diğer taraftan suyun endüstride başlıca kullanıldığı alanlar konusunda bazı sorulara cevap veren kaynak sorular ve cevapları aşağıdaki gibidir:

S-Endüstride çözücü olarak neden su kullanılır?

C-Su evrensel bir çözücü olduğu için herhangi bir çözelti ile kolayca karışabildiği için çözücü olarak kullanılır. Çözeltinin yoğunluğunu ve bileşimini arttırır.

S-Termik ve atom santralinde su nasıl kullanılır?

C-Su aşağıdaki 3 şekilde kullanılır-

i)Elektrik Üretimi-Su buhar yapmak için kaynatılır ve bu buhar elektrik üretmek için türbinden geçtikten sonra soğutulur. Ayrıca reaktör çekirdeğini ve kullanılmış yakıt çubuklarını soğutmak için su kullanır. Bu tesis birim başına daha fazla su çeker ve tüketir.

ii)Yakıt Çıkarma-Uranyum bu tesiste yaygın olarak kullanılan bir yakıttır ve madencilik, öğütme, zenginleştirme gibi işlemleri önemli miktarda su gerektirir.

iii)Atık Depolama-Su bazlı depolama havuzları, kullanılmış uranyum yakıt demetlerini nükleer reaktörlerde kullanıldıktan sonra soğutmak için kullanılır.

Amritsar Pencap açıklaması ile (https://blog.oureducation.in/).

Suyun bol kullanıldığı çok önemli alanlardan birisi de gıda endüstrisidir. Su, gıda işleme endüstrisi için çok önemlidir; çünkü tüm gıdaların içeriğinde su vardır; gıda işlenirken temizleme aşamasında yardımcı durumunda, ısıtma, soğutma, durulama, çözme, ayırma, örtme, seyreltme, gerektiğinde buhar üretimi, vb. işlevler için su vazgeçilmezdir. Su ayrıca gıda maddesinin kendisi için de yoğun kullanılır. Bu durumda, suyun "kalitesi (örneğin safsızlıklar), gıdanın doku, raf stabilitesi, görünüm, aroma ve tat gibi özelliklerini etkileyebilir. Suyun saflığı performansını etkileyecektir. Örneğin, sertlik (sudaki mineraller), buharlaşmalı bir soğutucuda ekipman yüzeylerinde birikebilir veya suyun gıda bileşenlerini çözme ve dağıtma kabiliyetini azaltabilir. Gıda endüstrisindeki temizlik faaliyetleri, suyun taşıyıcı, dağıtıcı, çözücü ve seyreltici olarak kullanılmasını içerir" (Bowser, T., (2017), (https://extension.okstate.edu/). Aynı kaynak, insanların, ellerini yıkarken, "sabunların köpürmesini ve durulama etkinliğini azaltan "sert su" (sertliği >120 ppm olan su)" kullanımı deneyimine bağlı olarak, suyun sertliğini oluşturan minerallerin gıda endüstrisindeki etkin özelliğini çağrıştırmaktadır.

Suyun endüstride kullanımının çok özellikli bir boyutu da 'su jeti ile kesme' işlemidir. "Bir su jeti kesme sistemi potansiyel enerjinin hazırlanması ve potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi olarak iki fiziksel prensibe dayanır. Bir basınç yükseltici vasıtasıyla su, yaklaşık olarak 4000 bar'lık bir basınca kadar sıkıştırılır. Bu yüksek basınç altında ses hızının üç katından daha fazla hıza sahip olan su, özel olarak imal edilmiş olan ve ucunda küçük bir delikli safir olan nozuldan geçirilir. İş parçasına çarptığında çok ince, hassas kesme yapan ve saç teli kalınlığında olan bir su jeti ortaya çıkar" (Akkurt, 2004: 129).

1.2. Suyun Hidrolik Nitelikleri ve Hidroelektrik Santraller

Su yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Yunan dilinde, kök olarak su ve boru kelimelerinden türemiş olan hidrolik kavramı sıvıların mekanik özelliklerini bir bakıma akışkanlar mekaniğini inceleyen bir mühendislik dalıdır. Hidrolik kavramı, suyun sıvı gücünün çeşitli şekillerde disipline edilmesi ile işe yarar halde kullanılmasını konu edinir. Su yerçekimi gücü ile toplandığı havzalarda potansiyel bir enerjiye sahiptir. Suya, bu havzalarda geliştirilecek donanımlar aracılığı ile yukarıdan aşağıya doğru dikine bir hareket kazandırıldığında, bir hareket enerjisi tanımı ile kinetik enerji (mekanik enerji) elde edilmiş olur. "Suyun üst

seviyelerden alt seviyelere düşmesi sonucu açığa çıkan enerji" ile "türbinlerin dönmesini sağlayan" hidroelektrik santraller, "diğer üretim tipleri ile kıyaslandığında en düşük işletme maliyetine, en uzun işletme ömrüne ve en yüksek verime haizdirler" (Gökdemir, Kömürcü, Evcimen, 2012: 18-19). "Hidroelektrik santraller ile elektrik üretimi, dünyada toplam elektrik üretimine yaklaşık %23 oranında katkıda bulunmaktadır. Hidroelektrik santralleri ile enerji üretimi için uygun coğrafi koşulların sağlanması gerekmektedir. Kurulması planlanan veya inşaatı süren birçok hidroelektrik santralleriyle Türkiye, Avrupa'da Norveç'ten sonra en fazla yıllık hidroelektrik enerji üretim potansiyeline sahip ikinci ülke sıfatını taşımaktadır" (Berkün, Aras. Koç. 2008: 41).

Akpınar, Kömürcü, Kankal, Filiz (2009: 249-254)'in araştırmalarında genel bilgi olarak saptadıkları hidroelektrik santrallerin esas prensibi: "Suyun potansiyel enerjisini önce mekanik, sonra elektrik enerjisine çevirmektir. Belli seviyedeki su, daha düşük seviyedeki türbinlere iletilir. Türbin çarklarına büyük bir hızla çarpan su, türbin milini döndürür ve dolayısıyla jeneratörü çalıştırır. Su, belli bir yükseklikten düşerken, enerjinin dönüşümü prensibine göre yerçekimi potansiyel enerjisi önce, bir cismi belirli bir hıza ivmelendirmek için gereken iş olan kinetik enerjiye (mekanik enerji), daha sonra da türbin çarkına bağlı jeneratör motorunun dönmesi vasıtasıyla potansiyel elektrik enerjisine dönüşür."

"Newton 'un ikinci hareket yasasına göre, hareketli bir sistemde kinetik enerji ile potansiyel enerji toplamı daima sabittir. Bu nedenle, rezervuardaki suyun cebri borunun giriş noktasındaki hızının sıfır olduğu kabul edilirse, türbin girişinde suyun kazandığı kinetik enerji, potansiyel enerji değişimine eşittir" (Özbay, Gencoğlu, 2009: 111). Yine, Özbay, Gencoğlu, (2009: 111-113)' nun araştırmalarında, "cebri boru modellenirken, elastik yapıda olmadığı, suyun sıkıştırılmadığı elastik olmayan su yükü modeli, hareketli suyun kinetik enerjisinin cebri borunun gerilmesiyle elastik enerjiye çevrildiği elastik su yükü modeli, denge bacasının eklendiği denge bacası modeli, yüksek ya da düşük hız dalgalanmalarını ayarlayarak kazanç sağlayan hız regülatörlü regülatör modeli" gibi çeşitleri saptanmıştır. Bütün bu türler 'doğrusal olmayan hidroelektrik santral modelleri olarak tanımlanmaktadır. Hidroelektrik santrallerin doğrusal modelleri en eski, yalın yapısal özelliğiyle suyun yüksekten akarken meydana getirdiği elektrik enerjisini üretiyor olması, "Bir Üreteç" adlı düşünce çağrışımının geliştirilip patent fikrinin ortaya koymasını sağlamıştır.

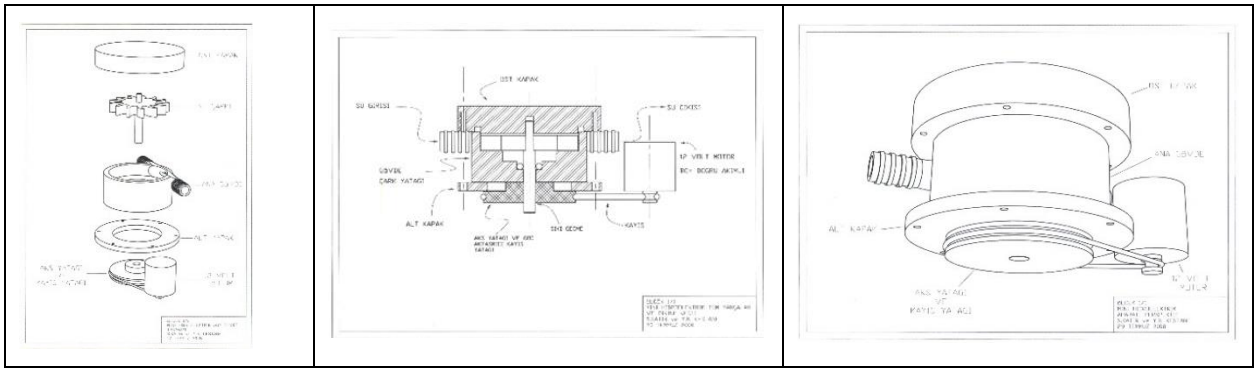
2.BİR ÜRETEÇ BAŞLIKLI PATENTİN SÜRECI

Konunun temelini suyun teşkil etmiş olması ile doğal bir enerji kaynağı olan suyun nitelikleri ayrıntı ile öğrenilmeye başlandı. Suyun potansiyel gücü, yüksekten düşme, akma gücü, basınç altındaki gücü, diğer fiziksel ya da kimyasal nitelikleri, hidrolik özellikleri vb. tüm kimliklerinin ayrıntılı araştırılması zorunlu oldu. Yaşamın kaynağı olmasının ötesinde ne kadar çok ve alışılmışın dışında özellikleri olduğu tanımlandı.

Tüm dünyada çok uzun yıllardan beri bilinen, hidrolik, bir bakıma akışkanların mekanik davranışını ifade eden kavram üzerinde durularak, hidrolik santrallerin incelenmesine yoğunlaşıldı. "Bir Üreteç" başlıklı çalışma, yaratıcılığın önemli bir türü olan fikir aktarması yolu ile yeniliktir. Dev boyuttan mini boyuta aktarılmış bir fikir kendi özgünlüğünü beraberinde getirmiştir.

"Bir Üreteç" başlıklı patentin başvuru tarihi: Ağustos 2008, alındığı Tarih: Şubat 2013, "Bir Üreteç", Avrupa ülkeleri, Rusya ve ABD patent bürolarının kaynaklarındaki patentler temelinde incelenmiştir. 27157.01 Numaralı ve Şubat 2013 Tarihli Türk Patent Enstitüsü tarafından verilmiş olan 'Patent', 'Avusturya Patent Ofisi' tarafından incelenmiştir. Yenilik oluşturan fikir, dev boyuttan mini boyuta aktarılırken, dev boyutta var olan salyangoz (Francis ve Pelton türbinleri gibi) türbin prensibi ile dönen çarkı anımsatmaktadır. Fakat "Bir Üreteç"in tekniği daha yalındır. Suyun geliş yönü ve çarkı döndürme özelliği ince ayarlarla ve ekonomik olarak elde edilmiştir. Dev boyutlu hidroelektrik santraller problemsiz ve temiz enerji kaynağı olarak çalışırlar. Standart bir hidroelektrik santral işleyişini temel almış olan "Bir Üreteç" doğrudan benzeyen başka bir buluş bilinmediği ve bulunmadığı için teknik sorun olduğu söylenemez. Bir Üreteç", temiz bir enerji olan su enerjisini, diğer adı ile hidrolik hız ve basınç enerjisini evlerde ve bazı genel ıslak mekanlarda, mini bir aparat ile elektrik enerjisine dönüştürmektedir. Evlerde su ile elektrik enerjisi üreten başka bir buluş bulunmamaktadır.

Patente temel teşkil eden çizimler:



Şekil 1, 2, 3 Patent çizimleri: Parçaların açınım halleri, montajlı durumu, ana gövde.

Buluş niteliğinde geliştirilmiş olan üreteç aracılığı ile önceden 1 saatte bir ton sudan 1 Amperlik elektrik gücü elde edebilecek iken, geliştirilen deneysel çalışma sonucu 1 saatte, bir ton akan su ile verim, 1.5 Amperlik bir elektrik gücüne yükseltilmiştir. Ana prensip ile, su boruları içinde 3 atünün üzerindeki su basıncı kullanılıp dönüştürülerek elektrik enerjisi elde edilmektedir. Bir buluşun yenilik olabilmesi için, onun mutlaka üretime hazır bir duruma getirilmesi gereklidir. Patenti alınmış "bir üreteç" başlıklı buluş, yenilik olarak daha ileri aşamada geliştirilmiş "Hydral" adı verilmiş ve tasarım ürünü yeniliği olarak değerlendirilmiştir.

Resim 4: "Bir Üretec"in Yıldırım B. Kestane tarafından ve kendi atölyesinin mini laboratuvarında gerçekleştirdiği deneylerden bir örnek.

Resim 5: "Bir Üreteç" buluşu üzerine gerçekleştirilmiş birkaç alternatif tasarımdan birisi olan "Hydral" adlı tasarım ürünü.

"Bir Üreteç"in teknik özellikleri:

1. Borudan su girişinin 4 mm çap ve 30 mm uzunlukta daraltılması ile hidroelektrik santrallerindeki cebri boru benzeri elde edilmiştir.

2. Dönen çark, hidroelektrik santrallerin salyangoz türbin çarkı benzeri işlev yapmaktadır.

3. Ana gövde çark yatağı olurken suyun sızdırmazlığını sağlar ve suyun basıncını ince ayarla dengeleyen bir boşluğa sahiptir. Üst ve alt kapaklar ana gövdeyi tamamlar.

4. Çark mili yatağı ve kayış yatağı görevini üslenmiş olan parça, çark milinin döndürdüğü parçadır. Çark milinin suyun enerjisini alarak ürettiği kinetik-mekanik enerjiyi motora (jeneratör görevindedir) aktarır.

5. Jeneratör görevindeki, 12 volt doğru akımlı bc motor, kayış yatağı ve kayışın dönmesi ile aktarılan kinetik-mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür.

Böyle bir tasarım, daha ekonomik üretimini sağlamakta ve dolayısı ile alış güçünü kolaylaştırmaktadır. Patenti alınmış "Bir Üreteç" buluşunun, defalarca deneme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

3.BULGULAR VE SONUÇ

Bildiri, "Bir Üreteç" adlı 'patent süreci' ne ilişkin özgün bölümüne doğru bir bağlantı kurulacağı bilinci ile, suyu kapsamlı araştırmıştır. Yaşanılan çağda, enerji kadar, daha da önemli kavram 'su'dur. Suyun fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, endüstriyel vb. niteliklerinin yanı sıra, ileri düzeyde sıkıştırılarak 4000 bar düzeyleri ile yüksek düzeyde kesici ve ileri düzeyde hassas kesme özelliği olduğu, elektroliz işlemleri ile hidrojenin ayrıştırılması ile temiz bir enerji olan hidrojen enerjisi ile otomobillerin çalıştırıldığı vb. bilgiler suyu daha iyi tanımayı sağlarken, "Bie Üreteç"e alt yapı oluşturmaktadır. Patent adı olan "Bir Üreteç" dev boyuttaki hidroelektrik santrallerin yapısal özelliğinin mini bir boyuta aktarılması ile elde edilmiş bir buluştur.

"Bir Üreteç"in temel özellikleri:

•Islak mekanlarda kullanılır; borudan gelen su, 4 mm çap ve 30 mm uzunlukta daraltılarak hidroelektrik santrallerdeki cebri boru elde edilir.

•Hidroelektrik santrallerdeki gibi salyangoz türbin benzeri bir çark işlev görür.

•Çark mili yatağı ve kayış yatağı çark milinin döndürdüğü parçadır. Çark milinin suyun enerjisini alarak ürettiği kinetik-mekanik enerjiyi motora (jeneratör görevindedir) aktarır.

•12 volt doğru akımlı bc motor, kayış yatağı ve kayışın dönmesi ile aktarılan kinetik-mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Elde edilecek elektrik enerjisi akümülatörde depo edilir.

Basit, yalın, mini bir aparat "yenilenebilir kaynakların sürekli kullanımını" en yüksek düzeye getirmekte mini bir adımdır.

KAYNAKLAR

Akkurt, A., (2004), Su Jeti İle Kesme Sistemleri ve Uygulama Alanlarının Değerlendirilmesi, Journal of Polytechnic, Vo: 7, No: 2, s. 129-139

Akpınar, A., Kömürcü, M., Kankal, M., Filiz, M.H., 2009, Çoruh Havzasındaki Küçük Hidroelektrik Santrallerin Durumu, YEKSEM 2009, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, EMO YAYIN NO: SK/2009/7, ISBN 978-9944-89-741-9, s. 249-254

Albut, G., (2013), Yeryüzünde ne kadar su var, Türkiye' nin Bilim Sitesi aracılığı ile, Coğrafya, Yer Bilimleri, s. 3

Berkün, M., Aras. E., Koç, T., (2008), Barajlarin ve Hidroelektrik Santrallerin Nehir Ekolojisi Üzerinde Oluşturduğu Etkiler, TMH- Türkiye Mühendislik Haberleri / Sayı: 452 - 2008/6, s. 41

Bowser, T., (2017), Water Use in the Food Industry, Id: FAPC-180 - industry-fapc-180.pdf , Home (https://extension.okstate.edu/) / Water Use in the Food Industry(water-use-in-the-food-industry.html)

Cassino, M., Nelson, J., (2022), Kar Hikayesi – Kış Mucizesinin Bilimi, Çev. Ali demirel, Resimleyen: Nora Aoyagi, Meteoroloji Yayını, Ankara, s. 4

Çekud, (2014), Su Nedir?, Suyun Önemi, Çevre Kuruluşları Dayanışma Derneği, Kategori, Çevre Ansiklopedisi,

Eken, S., (2022), Suyun Önemi ve Günlük Su Tüketimi, E-Bülten, Yaşam Danışmanlığı Merkezi, Çankaya-Ankara, s. 2

Gökdemir, M., Kömürcü, M.İ., Evcimen, T.U., (2012), Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış, TMMOB – İnşaat Mühendisleri Odası (IMO) Su Yapıları Kurulu, TMH-471 - 2012/1, s. 18-26

Morrison, R., (2021), Suyun Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Warbletoncouncil.org, TYT 2022 Güncelleme & 9. Sınıf, Kimya Adası,

Özbay, E., Gencoğlu, M.T., (2009), Hidroelektrik Santrallerin Modellenmesi, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (YEKSEM) Bildiriler Kitabı, EMO Yayın No: SK/2009/7, ISBN 978-9944-89-741-9, s. 111, 113

URL KAYNAKLARI

https://www.cekud.org.tr/tr/author/bycnmaster/ , https://www.cekud.org.tr/tr/su-nedir-suyun- onemi/ , #comments

https://tr.wikipedia.org/wiki/Su

https://tr.wikipedia.org/wiki/Kar_tanesi

https://tr.warbletoncouncil.org/propiedades-fisicas-quimicas-agua-9329

https://warbletoncouncil.org/science/1

https://www.hurriyet.com.tr/egitim/su-kac-derecede-donar-kaynar-ve-buharlasir-buz-kac-derecede-erimeye-baslar-

https://www.bilim.org/yeryuzunde-ne-kadar-su-var/#:~:text=D%C3%BCnya%27da%20ne%20kadar%20suyun,%96.5%27ini%20okyanuslar%20olu%C5%9Fturuyor.

https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/water-cycle

https://cwsimons.com/properties-of water/#:~:text=A%20number%20of%20functional%20properties,its%20ability%20to%20transport%20materials.

https://blog.oureducation.in/industrial-water-characteristics/

OKLAHOMA STATE UNIVERSITY(HTTPS://GO.QK§TAiTElEDJfe/Jf Ag (https://extension.okstate.edu/), (http://agriculture.okstate.edu), (https://agresearch.okstate.edu/)

ALTERNATIVE ENERGY; THE KEY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Tarsisius Gahadzikwa

Galgotias University

Abstract

Energy which produces extremely limited amounts of greenhouse gases and does not come from fossil fuels is referred to as alternative energy. It is alternate from the previous norm energy which was derived from fossil's and as such emitted greenhouse gases like carbon dioxide. Switching to alternative energy will assist in reaching sustainable development goals such as, directly, affordable and clean energy, responsible consumption and production by saving up on our fossils. Indirectly, usage of alternative energy will promote, climate action, by reducing the emissions of greenhouse gases and also good health and well-being will be realised in the same manner. The various variety of alternative energy provided close to unlimited opportunities to cater for the switch from traditional fossil fuels. Furthermore, the numerous weather patterns and different availability of energy resources in different parts of the world provide for at least one type of alternative energy source, as some parts of the world have sun energy and others wind energy likewise. Achieving the sustainable development goals would call for drastic measures such as supplementing or even substituting the traditional energy sources. Initially, the necessities required to harness energy from alternative sources was extremely expensive but now with the involvement of major players in the alternative energy industry and increased competition as well as an increase in the demand for an alternative energy source the costs are becoming more bearable. Thus, all the expected trials and challenges that will come up with sacking traditional energy source for alternative energy sources can be overcomes if we keep the sustainable development goals as our main target.

ENERGY FOR EVERYONE

Violeta Georgieva-Hristozova

Trakia University, Faculty of Education, Department of Preschool and Primary School Education, Stara Zagora, Bulgaria.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0157-2046

Abstract

The current theoretical paper is an analytical reflection with an expository essence and refers to energy as a global scientific and social problem in the present, resulting from the changes in societies worldwide. Nowadays, 150 years after the steam power era, there is so much energy available in the world so it is almost a crime to deprive any person of using it because of the high price. Many people probably have heard the famous phrase of the creator of the former union of socialistic councils of Russian state Vladimir Lenin that maybe he has regretted after saying socialism was electricity everywhere with council's power. It is ridiculous today to live as it is shown in the Charlie Chaplin's movie "The Kid", where the hero put the coin to be able to receive gas for lighten. The energy resources are not evenly distributed on the earth. That is why some countries are rich in energy and some are poor. That is the reason for founding the international energy market, that is a specific market, so called "price taker market", that means a few suppliers and many customers. The prices are run by the suppliers, but there is any economical reason for the citizens to get requested to pay international prices and to transform them into energy dealers. The citizens should receive as much energy as they need at lowest prices possible, because the resources belong to all. The green deal will be questionable until the technology will not allow producing cheaper energy than now. This comes straight to the Nuclear energy sources – limitless and cheapest energy for now. Moreover, once the nuclear fuel cycle will be fully rounded, that is why the author's clear statement is to make as many as more nuclear power plants.

Keywords: energy, energy resourses, green deal

EFFECTS OF SOCIO-ECONOMIC STATUS ON MUNICIPAL SOLID WASTE GENERATION AND COMPOSITION IN FUNTUA, KATSINA STATE

Lawal Idris Sada

Umaru musa yar`adua University katsina, Nigeria, Faculty of Natural and applied Science, Department of Geography

Mudassir Hassan

Umaru musa yar`adua University katsina, Nigeria, Faculty of Natural and applied Science, Department of Geography

Abstract

Socio-economic status of people plays a vital role in municipal solid waste generation and composition, a semi-structured questionnaire was used as a primary source of data. A residential source of waste was used as a major source of data. A stratified sampling method was used because the locations a categorized base on economic status of the respondent. The data on existing solid waste management were also collected from the department of water supply and environmental sanitation board in the town. The major findings show that socio-economic status of the respondents has direct influence on the types and amount of waste generated. Also, the generation rate per/person/day in the area was 0.42. The findings also, indicate that there is difference in the types of waste generated among three categories, were in low and medium income areas generated more of in-organic substance (48%) due to the economic situation of the country while in higher income area; organic waste with (84%) has the highest volume in weight. The study concluded that 2353.9kg was the total amount of waste generated in the town and that higher income area produces the highest amount of waste. Also, higher income area has high per/capita of waste generation rate of about 0.53kg/person/day while the low income areas has 0.33kg/person/day. Lastly, the result indicate that the major types (composition) of waste include, organic (food waste, vegetables, etc) in-organic waste, plastic waste, paper waste and other waste.

Key word: Municipal Solid waste, generation, composition, residential,

Introduction

Activities of man produces waste, the way these wastes are handle, stored, composed and dispose are the major issues which can posture hazard to the environment and public health. In urban areas especially in developing countries solid waste is one of the serious problems facing urban infrastructural development. In residential areas the waste types varies from higher to moderate and low income areas, in low income area organic waste has the highest component than in-organic waste, while in higher income areas papers and plastic are the major content of waste generated (Ogwueleke, 20013). This differences exist as a result of consumption pattern, cultural, and educational differences, in higher income areas, disposal material and package food are used in large quantity which result in the waste having higher calorific value, while in low income areas the use of fresh vegetables to packaged food is much higher. Mashi and Ladan (2010) reported that the composition of municipal solid waste in Katsina city include, packing papers, table water sachets, polythene, paper and textile material etc. Nabegu (2010) find out the composition of Municipal Solid Waste in metropolitan Kano as food left over, paper cardboard, plastics, glass, ash, dirt etc.

The municipal solid waste (MSW) generation has primarily increased with the increase in economic growth, population as well as with the increase in standard of living in developing and semi-developing countries (Burnley SJ 2007) These municipal solid waste generated is not well managed in most of these countries and the problems of collection, storage, and disposal of waste is the most important factors for good management (Al-khatib I.A et al 2010). The management of these types of waste is most often the responsibility of municipalities and other government authorities.

In urban areas especially in developing countries problem of municipal solid waste management are of serious tasks facing urban development. Oluranti and Omosalewa (2014) reviewed that urban areas in developing countries are growing at the very speedy rate compared to the cities in developed countries and such rapid

increase of population growth has implication on provision of urban infrastructures and municipal waste management is among the basic social services required in municipal communities.

The composition of municipal solid waste describes the types and constituents of waste found in a particular place and it differ from place to place. The differences exist between the source indicated that differences in terms of waste composition exist from residential to commercial, schools to industries Verma (2016). In residential areas the waste types varies from higher to moderate and low income areas, in low income area organic waste has the highest component than in-organic waste, while in higher income areas papers and plastic are the major content of waste generated (Ogwueleke, 20013). This differences exist as a result of consumption pattern, cultural, and educational differences, in higher income areas, disposal material and package food are used in large quantity which result in the waste having higher calorific value, while in low income areas the use of fresh vegetables to packaged food is much higher. Mashi and Ladan (2010) reported that the composition of municipal solid waste in Katsina city include, packing papers, table water sachets, polythene, paper and textile material etc. Nabegu (2010) find out the composition of Municipal Solid Waste in metropolitan Kano as food left over, paper cardboard, plastics, glass, ash, dirt etc.

Residential or household waste

This is the waste generated from the houses which comprises kitchen waste, old papers, and magazines, bottles, packaging items garden trimming sweeping gavages. An increase in income can change the consumption patterns of households which results in changed composition and quantities of households waste (Ogwueleke, 2013) and Ladan (2007) residential quarters generate the largest percentage of waste in Nigerian urban cities due to rapid urbanization and increasing population growth.

Municipal solid waste generation

This refers to solid waste from houses, streets, and public places, shops, offices, and hospitals. Ogwueleke (2013) street refuse is the major ingredient of municipal solid waste; it contains a mixture of refuse from many sources, because streets are as dumping grounds by all generators of waste. Streets are also often used for extensive dumping of construction and demolition debris attracting further dumping of solid waste. (Oluwafemi and Bowen 2014) municipal solid waste also called urban solid waste, is a waste type that includes predominantly household waste (domestic waste) sometimes the addition of commercial waste, construction and demolition debris, sanitation residue, and waste collected by municipal solid waste authorities magaji (2007).

According to Environmental protection agency (2013), Municipal solid waste consisting of everyday items used and then thrown away, such as product from packaging, grass, furniture, clothing, bottles, food scraps, newspapers, appliances, paint, and batteries" which comes from homes, schools and businesses.

Methodology

Study area

Funtua is the second largest urban city of Katsina state in terms of both population and land area, the town is located between latitude 11.32^0N, longitude 7.19^0E. The city has an average temperature of 32^0C and humidity of 44%. The town has a land area of $448km^2$ (173sqml) with population of 225571 (2006 census) and 502110 according to 2016 estimate. The area lies within the tropical continental regions which consist of both dry and wet season. The wet season lasted from May to Mid-October with a pick period between Augusts to September with annual rainfall of 180 inches' while dry season extended from ending October to April next year, Harmattan season usually started from December to march respectively.

SAMPLING PROCEDURE

The household was structured using specific locations, stratified sampling was used to select the household head which is based on income level and population density of the location for example, GRA is one of the areas selected with low population and higher income, Bagari has higher population with low income while

low cost area has medium population and medium income. A total of 11090 population was involve in the areas selected, one hundred and twelve (112) samples

DATA COLLECTION INSTRUMENT

To collect the primary data for this study, questionnaire administration, interviews and field observation were used, also research assistance were employed to help the researcher to collect data.

Questionnaires, Design and Administration

A mixed of self, drop and collected administration was used during the questionnaire survey. This was because of the nature of the respondent's heterogeneity in attending to the questionnaire. A set of semi-structured questionnaires were designed for the Household heads in the residential areas

Solid Waste composition and measurement

During the questionnaire survey the researcher will measure the weight of the waste at the respondent's facility, the researcher and research assistance should do the weighing themselves, also the weighing instrument should be in kilograms this is because waste are measured in kilogram. The waste sorted by the researcher were further segregated in to 7 various sub-fractions and analyze by their weight as well as the percentage composition as described by Pichtel (2005).

i. Organic waste- (sweeping garbage, leaves and food remains).
ii. Paper- (paper, Boxes and Cartons).
iii. In-organic waste- (polythene and plastics).
iv. Metals (tin, scraps, cans etc)
v. Electrical appliances.
vi. Glass and bottles
vii. Inert waste- (Block remains, sand, ashes, wood and saw dust)
viii. Other waste (shoes, textile materials etc.)

The percentage composition of each of the components was calculated by the formula

$$\text{Percentage composition of waste fraction} = \frac{\text{weight of separate waste}}{\text{The total amount of the waste}} \times 100$$

This formula was also use by Miezah et al (2015)

DATA ANALYSIS PROCEDURE

The data obtained were analyzed using content analysis approach while the Microsoft excel and SPSS programs were used to analyze data collected. The statistical techniques that were employed in the research are frequency and percentages. They were used to take decision on various research questions. The use of percentage is to determine the percentage or proportion of the respondents in each of the research questions for easy understanding and recommendation.

Result and discussion

Municipal Solid Waste Generation

Table.1 below shows the number of households and the number of residents which took part in the study; together with the amount of waste generated in each household. From the samples collected from 112 household's shows that 2353.9kg of waste was generated from the city, also population increase the amount of waste generated because areas with high population generate high amount of waste Bagari and Unguwar Dahiru are areas with high population and generate 37.1 and 40.6 percent. GRA is one of the higher income areas in the study and has low population generate 8.8 percent which indicate that population and income level of the respondent plays a vital role in waste generation. Ladan (2007) revealed that residential quarters generate the high amount of waste in Nigerian Urban cities, mainly due to rapid urbanization and increasing population growth. This was also similar to the study conducted by Nagabooshnam, (2011) stated that household generate the highest percentage of municipal solid waste in developing countries. The reason why residential source generate higher waste is because people move out every day to their working/market places, children will go to school and still comeback to the house and the waste generated is even higher at the home than outside. Urban solid waste generation is continuously increasing every day due to the increase in population, urbanization and increase in living standards of the people which enhanced the solid waste generation in developing countries. Management of solid waste is getting increased attention at national and local levels because of increase in volume generated Solano, Ranjithan, Barlaz, Brill (2002). This study indicates that urban solid waste need improvement. The high income areas generate higher amount (Table 4.4) shows that G.R.A has the least number of people in the areas, also high population area has higher amount of waste generation. Wastes from these sources are heterogeneous in nature (Valkenburg et al 2008) also, in low income areas the waste is more of food waste and inorganic waste.

Table 1. Municipal Solid Waste Generation

	Funtua(N=57)	
Source of waste	**Weight of Waste Generated in kg**	**%**
Bagari B	872.7	37.1
Low cost	125	5.3
Nasarawa	193	8.2
GRA|	208	8.8
Unguwar Dahiru	957.2	40.6
Total	**2353.9**	**100**

Source: Field survey 2021

Socio-economic effect on waste generation

The study also shows that the trend of high waste generation in some areas with economic activity is also experienced in high income areas of the city as it has been in some cities of the world like in Lahore and Morelia. The food waste had the largest values in all the income groups. Table 2 shows the percentage values of different waste fractions generated in different socioeconomic levels for the entire studied period. The study further explains that the low income area generates the least amount of municipal solid waste as when compared to the other income groups. In the city, high income area generates 28.3% of the entire waste generated while middle income generate 32.7% and low-income area is 39.0% and 25.8%, respectively. In high income areas, the percentage of organic waste remains once again at the highest with 36% followed by paper and cardboard with 9% and plastics with 8%. Slight variations are found among the other different fractions of waste like glass, textiles and others for all socio-economic levels for all seasons. Similarly in middle and low income areas, organic waste remains at the highest with 85 and 83% respectively.

Table2. Socio-economic effect on waste generation

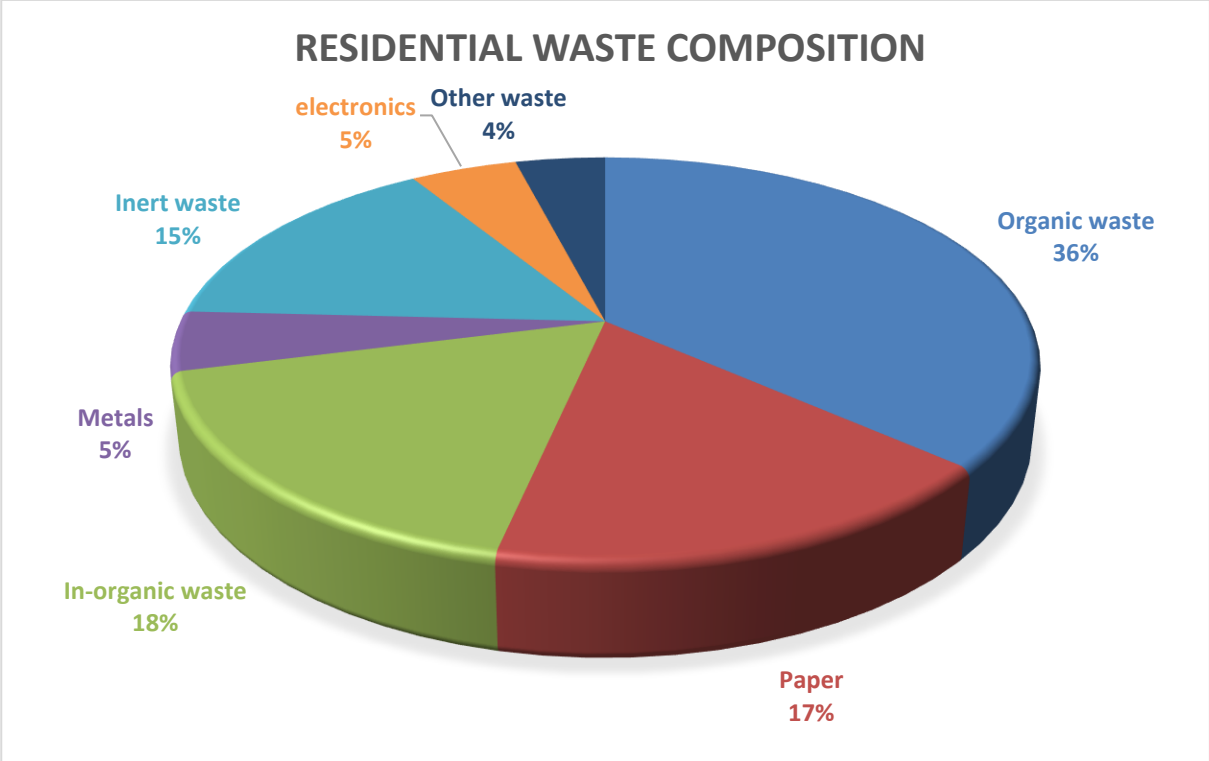
Income Level	Amount of waste generate in kg	percentage
High	**870.4**	**28.3**
Medium	**984.6**	**32.7**
Low	**1145**	**39.0**

Source field survey 2021

MUNICIPAL SOLID WASTE COMPOSITION

Types and Composition of Solid Waste in the Residential Source

The composition of households waste is directly affected by a variety of factors; socio-economic status of the respondents, total number of people in the facility, their cultural condition food habits etc. The figure below shows the quantities of the major constituent of solid waste. The result indicated that organic waste has 36% and 31% from Funtua and Malumfashi towns. The quantity of all the six major items (viz. paper, in-Organic waste, Metals, Glasses and Bottles, Inert waste, and other waste) recorded during the survey varied significantly from the other sources in the towns, Paper (15-16%), Inorganic waste (16-18%), Metals (5%), Glass and bottles (5-9%), Inert waste (8-15%), Other waste (4-8%). From the result the composition varies from higher to moderate and lower income areas. The result also shows that an increase income can change the consumption patterns of residents which result in the change of composition and quantities of household waste (Ogwueleke, 2013). He also reported that organic waste has the highest component than inorganic waste in low and moderate income areas, while in higher income areas paper and plastics are the major content of the waste (Ogwueleke, 2003).(Surthar and Singh 2015), revealed that in Dehradun city of India households generate 80% of food/kitchen waste.



EFFECT OF INCOME AND HOUSEHOLD SIZE ON WASTE GENERATION

The relationship between waste generation and household income as well as family size are shown in table 3 (below) the result shows that there is positive correlation coefficient between waste generation and higher income in the study area, miezah et.al (2015) and Gomez et.al (2008) revealed that there is a positive relationship between household income and family size on waste generation. There are some high income earners who reside in low class area, other factors like high family size and low income could have been the reason why no correlation was found between waste generation and high income (t stst 1.437828>p-value 0.188425) the same thing goes to family size, the higher the income earned the higher the waste generated and the lower the income the lower the volume of waste generated. Also, areas with high population generate more waste than low populated areas because larger family size buys many items depending on the income level of the household. Therefore, higher income areas generate more waste then areas with low income.

Table3. Regression analyses of income level of the house hold against population on waste generation

Relationship	Coefficients	Multiple R^2	t stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Df
Income	9.880723	6.87198	1.437828	0.188425	-5.96609	25.72754	1
Population	0.2221	0.057085	3.890605	0.004605	0.090462	0.353738	8

CONCLUSION

This work provides an opportunity to study socio economic status of Municipal solid waste generation and composition which shows that 2353.9kg of waste was generated from the city, also population increase the amount of waste generated because areas with high population generate high amount of waste also, Bagari and Unguwar Dahiru are areas with high population and generate 37.1 and 40.6 percent. GRA is one of the higher income areas in the study and has low population generate 8.8 percent which indicate that population and income level of the respondent plays a vital role in waste generation. The study also, shows that the trend of high waste generation in some areas with economic activity is also experienced in high income areas of the city as it has been in some cities of the world like in Lahore and Morelia. The food waste has the largest values in all the areas. In the city, high income area generates 28.3% of the entire waste generated while middle income generate 32.7% and low-income area is 39.0% and 25.8%, respectively. In high income areas, the percentage of organic waste remains once again at the highest with 36% followed by paper and cardboard with 9% and plastics with 8%. Lastly, the result shows that there is positive correlation coefficient between waste generation and higher income in the study area.

Reference

Al-Khatib IA, Monou M, Zahra ASFA, Shaheen HQ, Kassinos D (2010) Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district–Palestine. J Environ Manag 91(5):1131–1138

AjayakumarVarma, R. (2006). Status of Municipal Solid Waste Generation in Kerala and Their Characteristics, Paper, Suchitwa Mission, Local SelfGovernment Department, Government of Kerala, India

Asuquo. I. A, Kinuabeye. U. and Joy.E A (2012**).** Attitude of urban dwellers to waste disposal and management in Calabar, Nigeria. European journal of sustainable development.Vol. 1. N. 1.

Ayuba, H.K (2005) Environmental science: an introductory text. Apani publication Kaduna.

Babalola, A., Ishaku, H. T., Basu, I., &Majid, M. R. (2010).The practice and challenges of solid waste management in Damaturu, Yobe State Nigeria. 1, 384–388.

Batool SA, Chaudhry N, Majeed K (2008) Economic potential of recycling business in Lahore, Pakistan. Waste Manag 28(2):294–298

Buenrostro O, Bocco G, Bernache G (2001) Urban solid waste generation and disposal in Mexico: a case study. Waste Manag Res 19(2):169–176

Burnley SJ (2007) A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom. Waste Manag 27(10):1274–1285

Mashi, B.H, and Ladan, S.I (2010) Municipal Solid Waste Management in Nigeria: the Situation of Katsina Metropolis, Waste to Wealth: Focus on Environmental Chemistry. Paper presented at the 2nd CHEMSEARCH conference Organize by Chemical society of Nigeria (CSN) Kano Chapter, December 2010

Miezah K. Obiri-Danso K, Kádár Z, Fei-Baffoe B, Moses Y. M. (2015) Municipal solid waste characterization and quantification as a measure towards effective waste management in Ghana Waste Management 46 (2015) 15–27

Munnir M (2012) Assessment of Municipal solid waste management in Funtua L.G.A of katsina state a dessertation submitted to the department of geography.

Murugaian T. P. and Sulaiman H (2014) Generation and Composition of Municipal Solid Waste in Muscat, Sultanate of Oman APCBEE Procedia 10 96 – 102

Mansur. A (2015).An Analysis of Solid Waste Generation and Disposal in DutseSahelian Zone of Jigawa State, Nigeria.Department of Urban and Regional Planning, HussainiAdamu Federal Polytechnic, Kazaure, Jigawa State, Nigeria vol. 1 p. 82-89

Nabegu AB (2010). An analysis of municipal solid waste in Kano metropolis, Nigeria. Journal of Human Ecology, 31(2): 111-119.

Nagabooshnam, J.K, (2011). Solid waste generation and composition in Gaborone, Botswana, Potential for resource recovery, Master thesis, Energy and environmental engineering, Department of Management Engineering, Linkoping University, Sweden.

Ogwueleka T.C (2003) Analyses of Urban Solid Waste in Nsukka, Nigeria. Journal of Solid Waste Technology and Management vol. 3 No 2

Ogwueleka T.C (2009) Municipal Solid Waste Characterization and Management in Nigeria. Iran Journal of Environmental Health Science and Engineering Vol. 6 No 3

Ogwueleka T.C (2013) Survey of household waste composition and quantities in Abuja, Nigeria. Resource conservation and recycling, 77, 52-60

Oluwafemi, O., Bowen, D.M., 2014. Environmental and economic analysis of solid waste management alternatives for Lagos municipalities, Nigeria. J. Sustain. Develop. Africa 16 (1), 1520–1526

Pichtel, J. (2005). Waste Management practices-Municipal, Hazardous, and Industrial. Taylor and Francis Group.

Ranjithan SR, BarlazAM, Brill ED, Solano E (2002). Lifecycle based solid waste management. I: Model development Environ. Eng., 128(10):981-992

Suthar S. and Singh P (2015) Household solid waste generation and composition in different familysize and socio-economic groups: school of Environment & Natural Resources, Doon University, Dehradun 248001, India

World Bank (2003) Thainland Environmental Monitor 2003. A Joint Publication of the pollution Control Department, Royal Thailand Government.

THE EFFECT OF Ag NANOPARTICLE DOPED ZnO BUFFER LAYER COATING SPEED ON EFFICIENCY IN POLYMER SOLAR CELLS

Semih Yurtdaş

Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Department of Energy System Engineering, Karaman, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5556-2196

Cem Tozlu

İzmir Katip Çelebi University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Material Science and Engineering, İzmir, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4192-5512

ABSTRACT

Organic solar cells attract great attention due to their low cost, applicability to flexible surfaces, light weight, and suitability for solution processes. However, their biggest disadvantage at the point of commercialization is their low efficiency. There are many processes to increase the efficiency of these cells. Interface treatments and the use of plasmonic materials are a few of them.

When the literature is examined, it is seen that plasmonic materials such as Au and Ag are generally doped to active layers, PEDOT:PSS used as hole transport layer, and TiO_2 used as electron transport layer. Doping studies into ZnO, which used as an electron carrier layer, are very limited.

In this study, Ag nanoparticles (np's) were synthesized by polyol method and added to ZnO synthesized by sol-gel method. Then, it was coated on the ITO surfaces with the spin coating method at different coating speeds and its effect on the efficiency was investigated. In order to clearly see the Ag np effect, coatings were made with both ZnO and Ag/ZnO at the selected coating speeds. The structure of the produced device is ITO/Ag-ZnO/P3HT:PCBM/MoO_3/Ag.

In the experiments, 2500, 3000 and 3500 rpm were selected as the coating speed. Obtained efficiency values are 2.61, 2.71, and 2.68 for non-doped solar cells, respectively, and 2.83, 3.10, and 2.80 for doped solar cells, respectively. The current density values for undoped solar cells are 6.86, 6.93 and 6.76 mA/cm^2, respectively. For doped solar cells, obtained values are 7.03, 7.68 and 6.85 mA/cm^2, respectively. When the obtained results were examined, there was an increase in the efficiency values with Ag np doping at all coating speeds, but the maximum increase was realized at 3000 rpm. The reason for the increase in efficiency is the increase in the current density due to the plasmonic effects of Ag, as expected.

Keywords: Ag np, ZnO, Organic solar cell

1. INTRODUCTION

Rapid increase in global warming necessitates the transformation of global energy systems to renewable sources. In this manner, photovoltaic technologies are expected to provide the next-generation clean energy production technologies to replace the depleting sources of fossil fuels, aiming the mitigation of climate change by reducing the greenhouse gas emission. Conjugated polymers offer several advantages for photovoltaic systems via their low cost, light weight, flexibility, use in roll-to-roll production, and environmentally benign nature compared to their inorganic counterparts [1].

To make polymer solar cells (PSCs) viable for commercial applications, high efficiency and stability at open air conditions are very essential. Recently, np's have shown tremendous impact on photovoltaic research by providing breakthrough solutions for better harvesting of incident light [2].

The presence of plasmonic np's in the PSCs structure can affect their performance based on the following optical and electrical properties. Scattering properties of np's can enhance light absorption of active layer, where the thickness is limited by short diffusion length of excitons, by increasing the optical path [3].

Organic PSCs may also be enhanced by the integration of noble metal np's, which display strong localized surface plasmon resonance (LSPR) effect. Excitation of LSPR within the noble metallic np's arises due to induced collective oscillation of the conductive electrons by the electromagnetic radiation in the individual nanoparticle [4].

Doping np's into the transport layer or active layer to take advantage of the local plasma effect both can improve light absorption. These metal np's can generate amplified local fields, while they also act as recombination centers for excitons, therefore they are usually located in the functional layer near the active layer to avoid direct contact with excitons [5].

The size and morphology of plasmonic nanostructures can be adjusted to modify the scattering direction, where the size of the np's that are most appropriate for the forward scattering effect within the range of 30-60 nm. Photons are scattered backwards and forwards from 50 nm sized np's. On the other hand, more radiation is scattered backwards when the diameter of np's is increased to more than 50 nm. When the diameter decreases ($d<50$ nm), scattering is weak and behaves as near-field enhancers, thus inducing insufficient light absorption. In the same, large nanostructures (e.g. $d>100$ nm) are deemed unsafe as they allow the particle to absorb light unimpeded, which negatively affects conversion efficiency [6].

When the literature is examined, it is seen that plasmonic materials such as Au and Ag are generally doped to active layers, PEDOT (poly (3,4-ethylenedioxythiophene)):PSS (poly (styrenesulfonate)), and TiO_2. Doping studies into ZnO are very limited [7,8]. To the best of our knowledge, the effect of Ag doped ZnO coating speed on efficiency has not been examined. In this study, the effect of Ag doped ZnO coated at different speeds on efficiency was investigated.

2. RESEARCH AND METHODS

ZnO synthesized via sol-gel method according to Liang et al. suggested [9]. First of all, 2-methoxy ethanol is added onto $Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$ and mixed with temperature is applied. Mono ethanol amine (MEA). When the temperature reaches about 60 °C, mono ethanol amine is added. The molar ratios of MEA and $Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$ are kept as 1:1. After stirring for 2 hours at 60 °C, the reaction is terminated and left to age for 1 day. After aging, the solution becomes ready for coating.

Ag np's were produced with polyol method [10]. In a typical procedure, an appropriate amount of poly vinyl pyrrolidone PVP (0.17–1.7 g) was dissolved in 10 ml ethylene glycol and heated up to 160 °C in an oil bath, until it turned from colorless to light yellow. Then, 0.170 g of $AgNO_3$ in another 10 ml ethylene glycol was added dropwise into the above solution and the reaction allowed to proceed for 4 h at this temperature. A brown colloidal dispersion was formed which indicated the formation of Ag np's. The colloidal dispersion was cooled down to room temperature and mixed with a certain amount of acetone to allow for the generation of brown precipitate. The precipitate was collected after centrifugation (9000 rpm for 30 min) and washed with acetone for two times, followed by drying at 40 °C for 5 h in a vacuum oven. Ag np's were investigated by XRD. XRD patterns of Ag np's were given in Figure 1. These patterns show that patterns match well with Ag in cubic crystal structure with PDF card number 01-087-0720. The peaks seen in the diffraction pattern are formed at 38.2, 44.4, 64.6, 77.6 and 81.7 degrees, and the hkl Miller indices are 111, 200, 220, 311 and 222, respectively. Additionally, according to Scherrer equation, particle size of the Ag np's was determined approximately 50 nm. This value is a very suitable size for plasmonic effects.

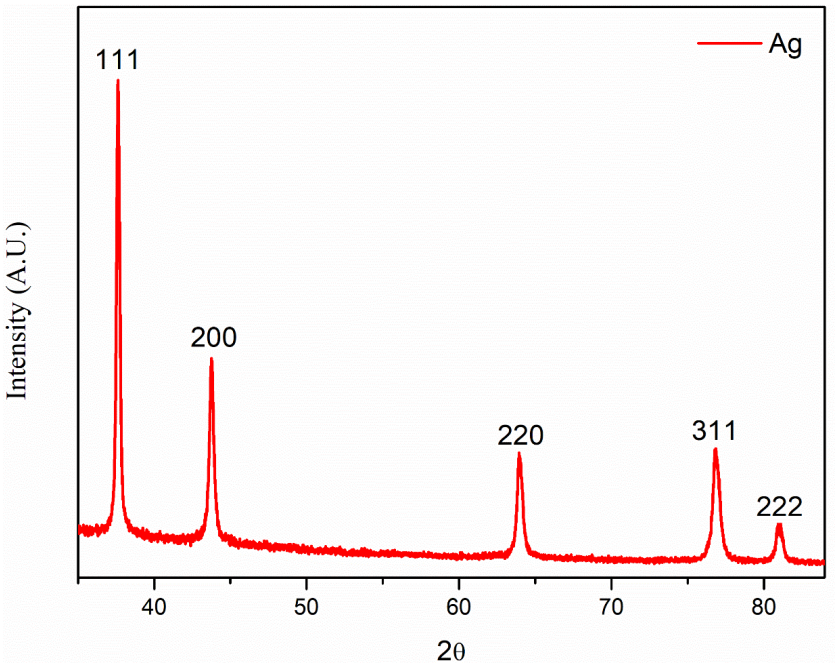


Figure 1. XRD patterns of Ag np's

In this study, a solar cell with ITO/ZnO (or Ag doped ZnO)/P3HT (poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl)):PCBM ((6,6)-Phenyl C61 butyric acid methyl ester)/MoO_3/Ag structure was produced. Schematic representation of Ag np doped devices was given in Figure 2. Doped or undoped ZnO sol spin coated on ITO surface at different rpm for 30 s. And then annealed at 150°C for 30 min. P3HT:PCBM (1:1 ratio by weight) was prepared in chlorobenzene (1% wt/v). P3HT:PCBM solution spin coated on ZnO (or Ag doped ZnO) surface at 1250 rpm for 30 s. And then annealed at 120 °C for 25 min. 7 nm MoO_3 was evaporated on P3HT:PCBM layer. 80 nm Ag was evaporated on MoO_3 layer. Ag np's doped ZnO and different coating speeds (2500-3000-3500 rpm) effect was investigated on the device efficiency. The efficiency of the devices were determined under 100 mw/cm^2 solar irradiance using Keithley 2400 sourcemeter.

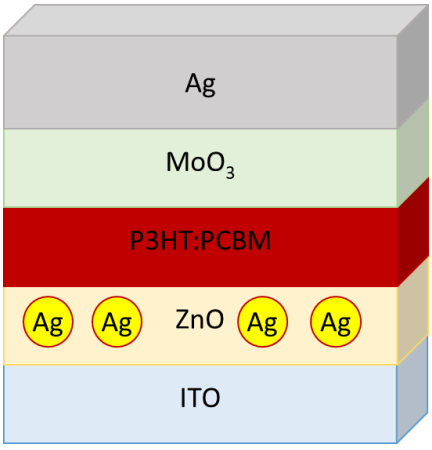


Figure 2. Schematic representation of Ag np doped devices

Photovoltaic measurements of the produced devices were made under the solar simulator and the results are given in Table 1. V_{oc} values of all devices are measured as 560 mV. FF values were measured between 60-70% as expected. Obtained efficiency values are 2.61, 2.71, and 2.68 for non-doped solar cells, respectively, and 2.83, 3.10, and 2.80 for doped solar cells, respectively. The current density values for undoped solar cells are 6.86, 6.93 and 6.76 mA/cm^2, respectively. For doped solar cells, obtained values are 7.03, 7.68 and 6.85 mA/cm^2, respectively. When the obtained results were examined, there was an increase in the efficiency values

with Ag np doping at all coating speeds, but the maximum increase was realized at 3000 rpm. The reason of the increase in efficiency is the increase in the current density due to the plasmonic effects of Ag, as expected.

Table 1. Electrical parameters of all devices

Electron Transport Layer	Coating Speed (rpm)	Jsc (mA/cm^2)	Voc (mV)	FF (%)	η (%)
ZnO	2500	6.86	560	62.2	2.61
Ag doped ZnO	2500	7.03	560	65.8	2.83
ZnO	3000	6.93	560	63.8	2.71
Ag doped ZnO	3000	7.68	560	65.9	3.10
ZnO	3500	6.76	560	64.9	2.68
Ag doped ZnO	3500	6.85	560	66.8	2.80

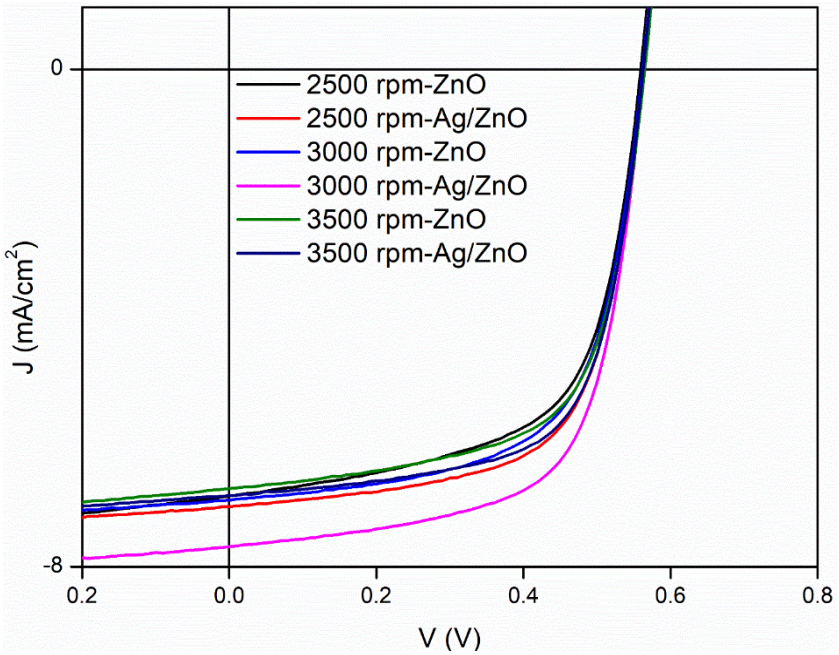


Figure 3. J-V graphs of all devices

3. CONCLUSION

According to the results, highest efficiency obtained via 3000 rpm for both undoped ZnO and Ag doped ZnO. The reason of the increase in efficiency is the plasmonic effect of Ag np's. Due to both scattering and LSPR effects of Ag np's, the current densities of the devices increased while their efficiency increased.

4. REFERENCES

[1] Karakurt, O., Alemdar, E., Erer, M. C., Cevher, D., Gulmez, S., Taylan, U., Cevher, S. C., Ozsoy, G. H., Ortac, B., Cirpan, A., Boosting the efficiency of organic solar cells via plasmonic gold nanoparticles and thiol functionalized conjugated polymer, Dyes and Pigments, 208, 110818, 2022.

[2] Nair, A., T., Anoop, C. S., Vinod, G., A., Reddy, V. S., Efficiency enhancement in polymer solar cells using combined plasmonic effects of multi-positional silver nanostructures, Organic Electronics, 86, 105872, 2020.

[3] Omrani, M., Fallah, H., Hajimahmoodzadeh, M., High efficiency metallic nanoshells for improving polymer solar cells performance: An opto-electrical study, Solar Energy, 207, 409-418, 2020.

[4] Maake, P., J., Bolokang, A. S., Arendese, C. J., Vohra, V., Iwuoha, E., I., Motaung, D. E., Metal oxides and noble metals application in organic solar cells, Solar Energy, 207, 347-366, 2020.

[5] Sun, Y., Ren, G., Han, S., Zhang, X., Liu, C., Li, Z., Fu, D., Guo, W., Improving light harvesting and charge extraction of polymer solar cells upon buffer layer doping, Solar Energy, 202, 80-85, 2020.

[6] Alkhalayfeh, M. A., Aziz, A. A., Pakhuruddin, M. Z., An overview of enhanced polymer solar cells with embedded plasmonic nanoparticles, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 141, 110726, 2021.

[7] Srivastava, A., Samajdar, D. P., Sharma, D., Plasmonic effect of different nanoarchitectures in the efficiency enhancement of polymer based solar cells: A review, Solar Energy, 173, 905-919, 2018.

[8] Liu, S., Sun, Y., Chen, L., Zhang, Q., Li, X., Shuai, J., A review on plasmonic nanostructures for efficiency enhancement of organic solar cells, Materials Today Physics, 24, 100680, 2022.

[9] Liang, Z., Zhang, Q., Wiranwetchayan, O., Xi, J., Yang, Z., Park, K., Li, C., Cao, G., Effects of the Morphology of a ZnO Buffer Layer on the Photovoltaic Performance of Inverted Polymer Solar Cells, Advanced Functional Materials, 22, 2194-22201, 2012.

[10] Zhao, T., Sun, R., Yu, S., Zhang, Z., Zhou, L., Huang, H., Du, R., Size-controlled preparation of silver nanoparticles by a modified polyol method, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 366, 197-202, 2010.

MITIGATION OF POWER DECLINE BY ELIMINATING MISMATCH LOSSES IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Bogdan-Alexandru Onose

Innovation and Development in Energy Association – IDEA, Târgovişte, Romania

Ion Murgescu

Innovation and Development in Energy Association – IDEA, Târgovişte, Romania

Ştefan-Adrian Şontea

Innovation and Development in Energy Association – IDEA, Târgovişte, Romania

Abstract

The paper presents the mitigation of power decline by eliminating mismatch losses in a photovoltaic system that occurred during the 7 years operation period of a photovoltaic installation with 3600 silicon photovoltaic module of 245Wp and 30 power inverters. A detailed analysis was made on the operating point on the I-V characteristic of the PV module, circuit configuration; andthe different parameters of the photovoltaic cell compared to the rest of the connected cells. For series connected cells connected, the current flowing through them is the same. The total voltage produced is the sum of the individual cell voltages and since the current must be the same, a mismatch in current means that the resulting value of current in the configuration is equal to the lowest current. A mismatch in the open circuit voltage of cells connected in series is a relatively "benign" form of mismatch, since the current through the two solar cells is the same and the total voltage is the sum of the two voltages. Based on recent research done in the mismatch losses (MML) in photovoltaic systems, a methodology for MML calculation was developed and explained. The evaluation of mismatch losses was determined for series and parallel connection photvoltaic modules, based on onsite measured individual values for series of photovoltaic modules connected to the inverter. The results show the importance of indentifing and lowering mismatch losses in photovoltaic systems with emphisys on string rearrange of modules and provide the basis for development of repowering solutions., taking into account the energy gain determined by the calculated data for an operated 7 years old photovoltaic system.

Keywords: mismatch loss, repowering, performance evaluation, photovoltaic installation, module defects

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DIFFERENT SURFACE COOLING TECHNIQUES ON ELECTRICITY GENERATION IN PHOTOVOLTAIC (PV) PANELS

Ahmed Mohammed Jamal AMRLE

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kutahya, Turkey.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8674-6166

Oğuzhan ERBAŞ

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kutahya, Turkey.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8674-6166

Abstract

It is of great importance to determine the optimal design that should be applied in order to increase the renewable energy resources in energy efficiency, to ensure the sustainability of the domestic energy potential by using the maximum efficiency and to make the energy conversion systems the most efficient with the least cost. In solar power generation systems, the temperature of the photovoltaic (PV) panel cells increases during the process and in this case, the panel efficiency decreases. As a result; Depending on the surface heating, the electrical efficiency of the panel also decreases. Efficiency reduction can be minimized by cooling the panel surface. In this study; Considering the climatic conditions of the Kütahya region, it has been experimentally investigated that the operating temperatures of photovoltaic (PV) panels, each of which has a power of 395 W, are reduced by different cooling methods selected and thus increasing their efficiency. Considering the latitude of the Kütahya region, the panels were placed at 30°. For this purpose; Two different methods have been applied to reduce the temperature of PV panel cells. Firstly, water circulation cooling method was applied in the system, and secondly, air circulation cooling method was applied in the system. In addition, a monocrystalline panel type with the same characteristics was operated without cooling. For each panel application, panel characteristic values such as solar radiation, panel temperature, power, current and voltage were measured. A comparison was made between the performance and electricity production values obtained from the panels with both types of cooling systems and the uncooled system.

Keywords: Photovoltaic (PV) Panel, Surface Cooling, Electricity Generation.

1. INTRODUCTION

The energy crisis has become one of the most important problems of the modern world. The large and continuous increase in energy consumption, which is balanced by the limited reserves of conventional energy resources, has led to significant increases in the prices of fuel and traditional energy resources[1]. Harmful substances from these sources are responsible for polluting the environment at a high rate. Acid rain, ozone depletion and global warming are examples of environmental pollution[2]. Researchers have started to think about energy sources and to find alternative sources to them, to renewable energy sources, especially solar energy, and to research and studies. It has been accepted that fossil fuels should be depleted over time and replaced with renewable energy sources that are inexhaustible and do not pollute the environment. The energy that comes to us from the sun is one of the most important types of energy that people can benefit from. According to other sources, it is a permanent energy that does not contain harmful substances and emissions to the environment[1].

Solar energy is divided into two different parts: solar thermal energy, in which incoming radiation is converted into heat, and photovoltaic (PV) energy systems, in which solar energy is converted into electricity. Solar photovoltaic (PV) energy is one of the important technologies that converts incoming solar radiation into electrical energy, a renewable energy source. As it is known, a photovoltaic solar cell is a semiconductor device that produces electricity when light falls on it. The photovoltaic cell converts only a small part (less than 20%) of solar radiation into electrical energy[3].

The use of renewable electrical energy is increasing in modern society due to climate change that depletes natural resources and increases consumption rates as well as the burning of fossil fuels. We need to make the energy conversion process more efficient from fossil fuels, together with solar and wind energy sources. Therefore, we need to reduce all energy losses in renewable electricity generation. The most common and recoverable energy loss, especially in solar power generation systems, is heat. For example, the sun produces heat by photovoltaic panels, and with an accompanying temperature increase, the energy production decreases [4]. Generally, the voltage drop of a silicon cell is 2.3 mV per 1°C. The effect of cell temperature on current and fill factor is less obvious and is often neglected in solar cell system design[2]. Therefore, hybrid PV/T systems can simultaneously supply electrical and thermal energy, achieving a higher energy conversion rate for absorbed solar radiation. These systems consist of PV modules combined with heat sinks, through which the temperature of the PV module of air or water will be lowered. Although there is not much energy production in individual solar panel systems, more energy can be recovered from larger installations [4]. Electricity generation is the main priority in PV/T system applications, so PV modules must be operated at lower temperatures in order to keep the electrical efficiency of the PV cells at a sufficient level.[5]

Phase change material is a different method of extracting heat from the photovoltaic panel. This method is more effective if the right type and amount of phase change material is selected. Using natural or forced air circulation is a simple and low-cost method of removing heat. If the ambient air temperature is above 20°C, the air circulation method is less effective. To overcome this effect, heat can be extracted by water circulation through a heat exchanger mounted on the rear surface of the PV module. PV/T systems provide higher power output than standard PV modules and are cost effective if the additional cost of the thermal module is low. Water type PV/T systems can be practical devices to meet the hot water demand, so the aim of this study is to evaluate the performance of PV/T systems and to increase the conversion efficiency compared to ordinary PV systems. These designs provide great benefits for the widespread use of PV systems.[4]

When the previous studies are examined, it is seen that different experimental and theoretical studies have been carried out to increase the efficiency in the work of photovoltaic systems. Halil Erol. (2021) aimed to reduce the temperature of the photovoltaic panel by providing water circulation through the copper pipe system placed on the plate mounted on the back surface of the PV panel. He compared the thermal and electrical efficiencies of cooled and normal panels in Osmaniye region conditions. Cooling of solar cell cells increased the energy performance of the system and the efficiency of the battery[6]. Sen i.E. (2019), one of the two solar panels placed parallel to the ground was filled with phase change material. The photovoltaic panel was cooled by using a phase change material called calcium chloride hexahydrate, and as a result of simultaneous measurements, an increase of 2.95% in efficiency and 1.46% in current and voltage was achieved[7]. Irwan et al. (2015) developed a halogen lamp solar simulator to analyze the performance of a PV panel with and without air cooling mechanism [8]. Palumbo (2013) developed the cooling channel working with natural convection using air as the cooling material and tested the system at different air speeds using fans [9]. Bayrak et al. (2019) experimentally investigated the performance of 75 W PV panel with polycrystalline cell structure in Elazig climatic conditions. By applying different fin parameters on PV panels, system performances such as temperature, power and efficiency were analyzed [10].

Piotrowskia et al. (2020) examined the technical and economic analysis of the efficiency and durability of PV panels with and without cooling system and observed a 3% improvement in the cell efficiency of the chilled panels [11]. Amber et al. (2021) evaluated the performance of passive cooling technique using circular and rectangular fins applied to the back surface of PV panels. According to the reference module, the efficiency obtained by applying rectangular and circular fins increased by 14.5% and 13.2%, respectively [12]. Ahmet Kabul et al. (2014), in this study, cooling was carried out on the panel surface by means of water passing through the pipes mounted on the PV panel's sun-drenched surface. According to the results of the experiment, when the temperature of the system is reduced, approximately 35% power increase and 7% efficiency are achieved in electricity production when the water pipes are applied and the unapplied panels are compared. [13]. Fahad Faraz Ahmad et al. (2021), in this study, a re-cooling system suitable for the reuse of waste air from a central air conditioning system for the panel was established to prevent the reduction of electrical power with temperature [14].

Kamal Singh et al. (2021), the PV/T system was cooled by passing water through copper pipes with a diameter of 6.35 mm attached to the back of the conventional photovoltaic panel with a single absorber copper plate. Two types of photovoltaic systems are designed. Photovoltaic electrical and thermal performance were compared with each other with a water PV/T system, one of which is a reference photovoltaic panel and the

other is a single absorber plate [15]. In this study, Awatef Abidi.(2021) tried to cool a 5 W solar panel using airflow. A series of hexagonal pin wings with two different arrangements are mounted under the panel. The air entering the system was taken out of the system by taking the heat of the fins and the panel was cooled. As a result, 13.1%, 60.8% and 74% increases were achieved in maximum electrical, thermal and total efficiency, respectively[16].

Ibtisam Ahmed et al. (2019), a new cooling system is designed to cool the PV panel according to Baghdad conditions. An array of fins was used as a heat sink along with a damp wood wool pad. As a result, improvements of around 32.7% and 31.5% were achieved in output power and efficiency of the panel, respectively [17]. Farag Mahel Mohammed et al. (2019) experiments were conducted using two water glass chambers made of acrylic glass placed on the PV panel surfaces (back and front). These chambers were used to filter the sunlight spectrum as well as to cool the temperature of the PV cell[18]. Ephraim Bonah Agyekum et al. (2021), in this study, cooled the back surface of the PV module using a cotton wick mesh, which absorbs water through a perforated pipe and uses capillary action to transfer the water down the surface of the rear side of the module. A temperature drop of 23.55 °C was recorded in the experiment. This showed an improvement of approximately 30.3% in the power of the panel[19].

Hamdi Ayed et al. (2021) evaluated the thermal and power outputs of newly shaped solar panels with this study. Air flow is used to cool said panels. Three new shapes have been considered, namely pyramid, hexagonal and conical with equal lateral surfaces. The results revealed that the conical shaped solar panel exhibits better thermal performance than other geometries. It was also observed that the conical form was at a lower temperature of approximately 10.5 °C than the pyramid-shaped panel [20]. In this study, two PV/T and one PV panels were considered in Kütahya province and one of the PV/T panels was cooled by water method and the other by air method, and the third PV panel was not subjected to any cooling process. The effect of cooling with water and air on the efficiency was investigated by comparing the cooled and uncooled panels. In order to prevent energy losses, it is aimed to cool the solar module and reduce its temperature to almost standard values.

2. MATERIAL AND METHOD

The experimental system established to increase energy efficiency by cooling PV/T solar cells used in electricity generation from solar energy with water and air is shown in Figures. Two PV/T panels and one PV panel were used in this experimental study. It is used to determine the effect of the cooling process on the panel. While one of the used PV/T modules is cooled with water, the other PV/T module is air cooled and the PV module is not cooled. By comparing modules with and without cooling process, the effect of cooling processes on efficiency is examined. In order to obtain maximum energy from the sun, PV/T and PV panels should be adjusted to the angle that will see the most sun during the day. For this, considering the latitudes of Kütahya province, the panel angle with the horizontal was determined as 30°.

Water Circulation Cooling Method

In order to reduce the back surface temperature and increase the performance of a conventional monocrystalline type photovoltaic panel (395 W) with water circulation, a copper tube bundle with a high heat transfer coefficient in the design is mounted behind the solar panel. The water exits the tank via a pump and enters the copper tube attached to the back of the solar panel. There will be heat transfer between the copper pipe and the panel. The Figure1. shows the cooling design.

The water inlet and outlet temperatures, pump flow and panel surface temperatures on the test system were measured. These measurements were stored with a recorder. The electrical and thermal performance of the PV/T system has been calculated.

Since the solar panel surface is at a high temperature and the fluid passing through the channel has a lower temperature, heat transfer has taken place between these two areas. Thus, how the total efficiency of the PV/T system changes will be analyzed.

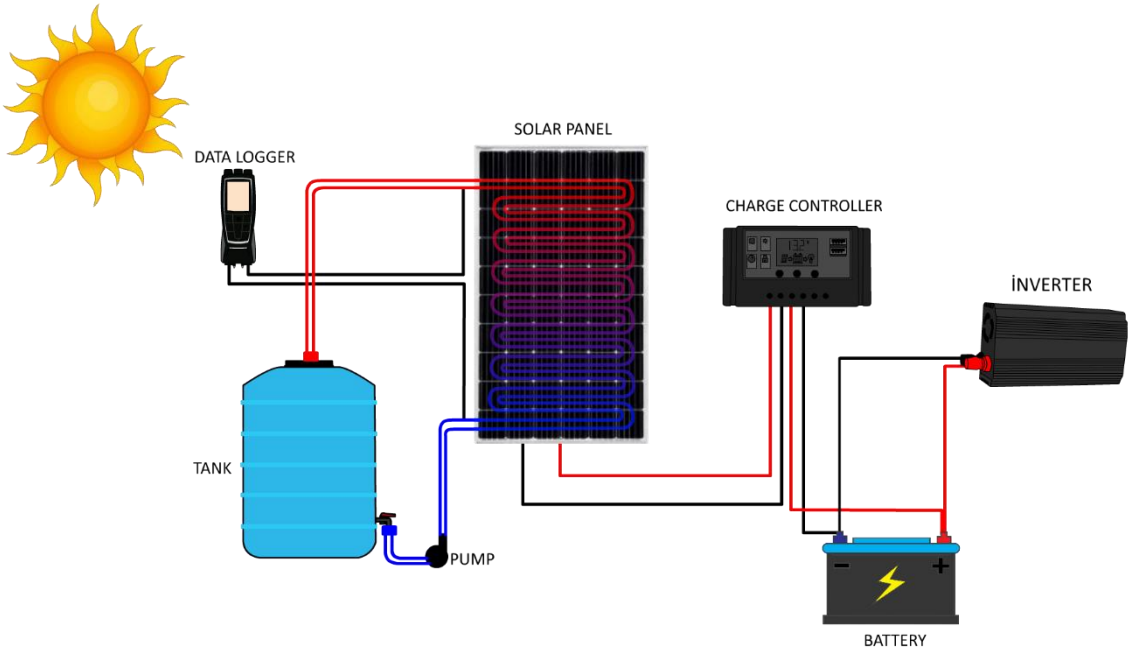


Figure 1. Cooling of the Solar Panel Surface by Water Method

Air Circulation Cooling Method

In this application, the test system is formed from a rectangular galvanized chamber, where the forced air enters from one side and exits from the other side by means of a fan mounted behind the solar panel. Direct contact of the air entering the channel with the solar panel is ensured. The air mass is intended to cool the panel in a turbulent flow regime by entering the duct at a velocity. A heat transfer has occurred between the panel and the fluid, thus reducing the temperature of the solar panel. Temperature values from six different points, primarily the surface temperature of the PV panel, were measured with thermocouples and recorded via a datalogger. The portable Testo 425 (anemometer) device was used to determine the air inlet and outlet flow rates.

A power converter (inverter) is an electrical power converter that converts direct current (DC) to alternating current (AC). The AC power generated at the inverter output can be of any voltage and frequency depending on the transformers, switching and control circuits used. A charge controller or battery regulator limits the rate at which electric current is added to or withdrawn from electric batteries to protect against electrical overload, overcharging, and can provide protection against overvoltage. In Figure 2, the experimental system made with the air cooling method is shown schematically.

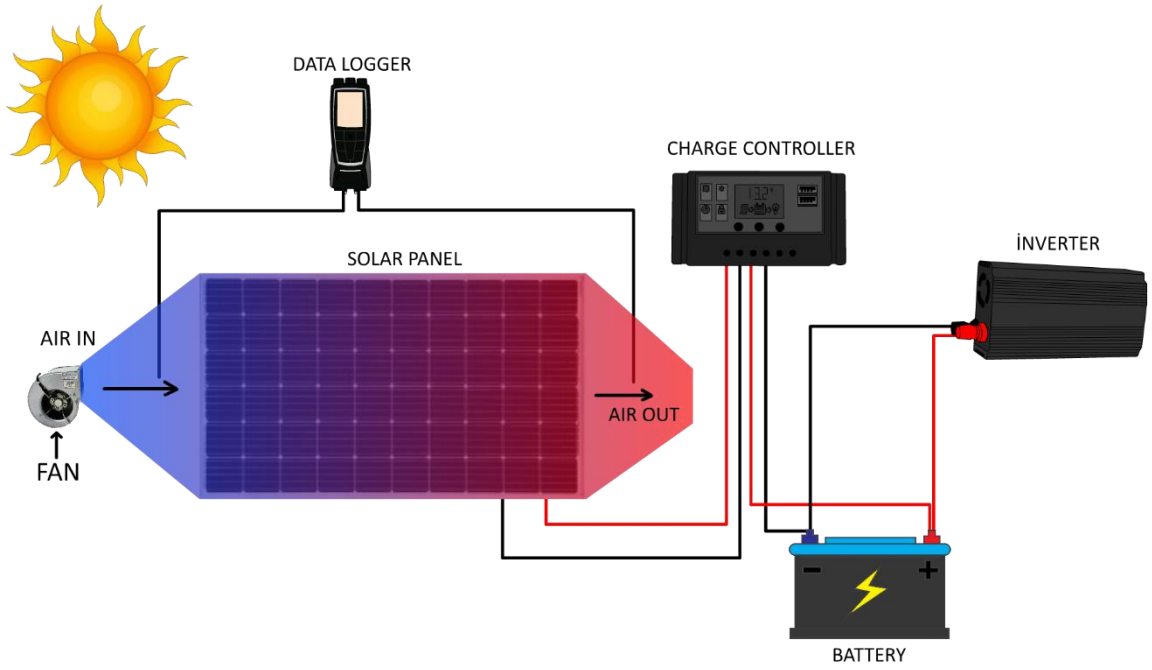


Figure 2. Cooling of the Solar Panel Surface by Air Method

Table 1. shows the basic technical features of the inverter and charge controller used on the solar panels during both the water cooling method and the air cooling method experiments.

Table 1. Technical Specifications of Inverters and Charge Controllers Used in the Cooling Experiment System

Device	Main features of the device
	Continuous Starting Power (600 W) Maximum Output Power (1200 W) Rated Input Voltage (12 V DC) Rated Output Voltage (220 V AC) Frequency (50 Hz) Productivity (85 -90 %) Thermal Protection (65 ^{0}C + / - 5 ^{0}C)
	Maximum Working Current (20 A) System Voltage (12 V / 24 V) Battery Max. Charging Voltage (50 V) Battery Low Voltage Protection (10,7 V/ 21,4 V)

3. RESEARCH AND FINDINGS

Experiments were carried out in October with the experimental system located in the garden of Kütahya Dumlupınar University Central Campus Engineering Faculty as part of the BAP project. The variation of the measured solar radiation values according to the hours is given in the figüre (Figure 3). Measurements were made between 9^{00} and 16^{00} o'clock and the radiation intensity was also measured on the day of the experiments. The highest irradiance value (691.97 W/m^2) was obtained at 12:^{00}.

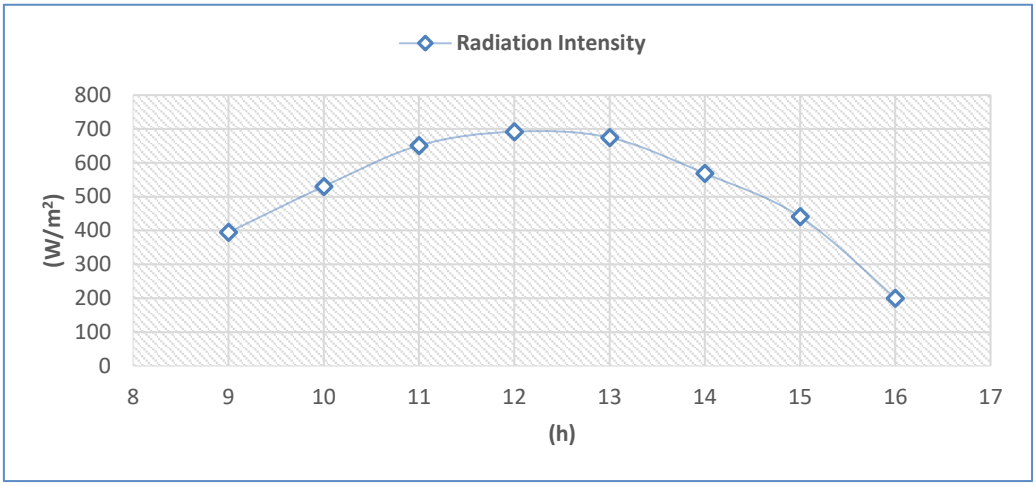


Figure 3. Variation of Radiation Intensity with Time

Comparison of the changes in energy production according to the panel cooling method is shown in Figure 4. The highest energy production was obtained in the panel where the water cooled method was applied.

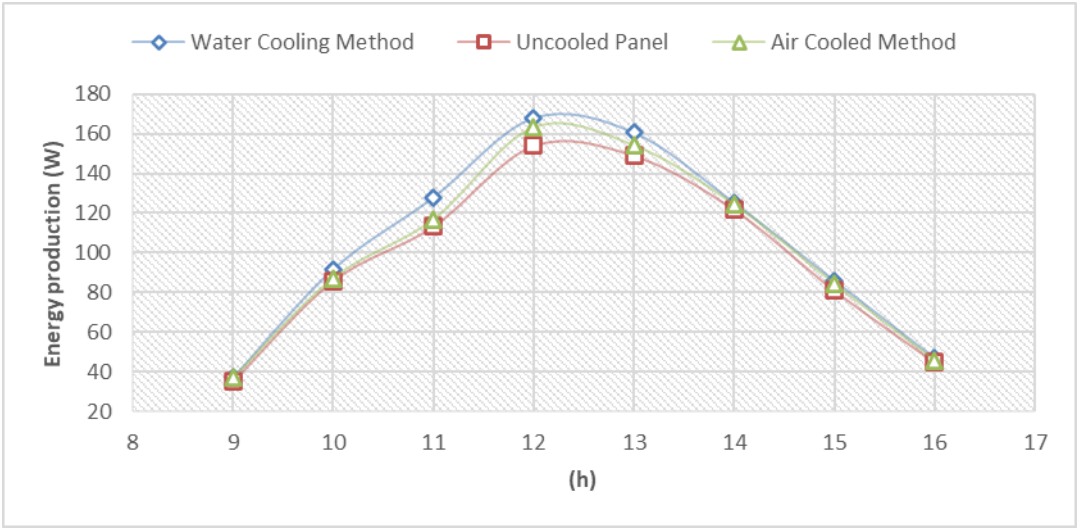


Figure 4. Energy Production Change According to Panel Cooling Types

The comparison of the changes in surface temperatures according to the water cooling method, the air cooling method and the uncooled condition is also shown in Figure 5. The lowest surface temperature values were obtained in the panel where the water cooled method was applied. Again in terms of efficiency obtained, the lowest efficiency was obtained from the uncooled panel.

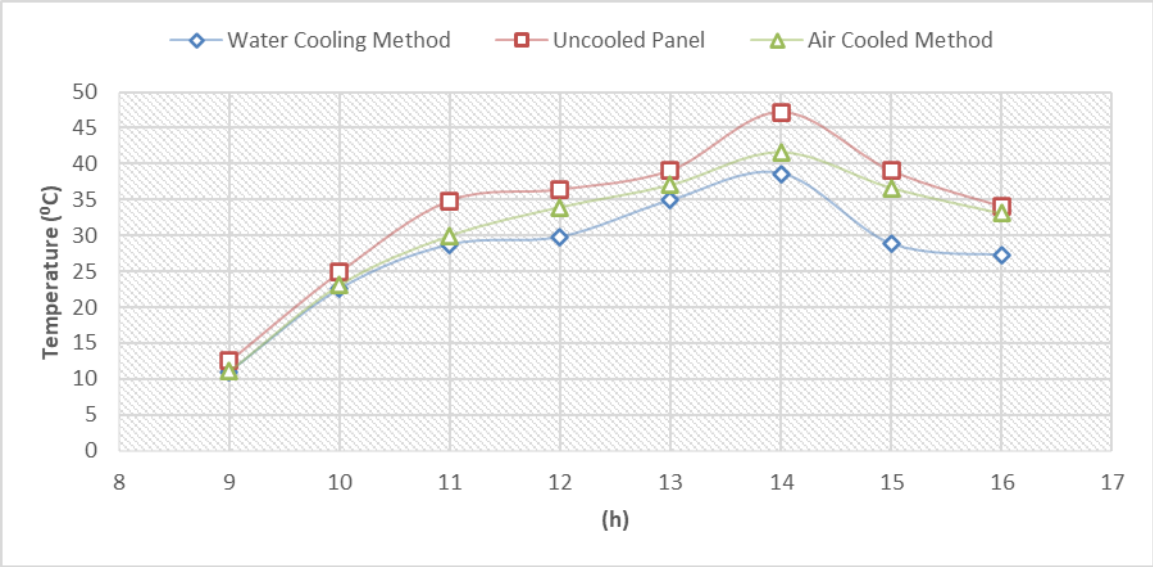


Figure 5. Surface Temperature Change According to Panel Cooling Type

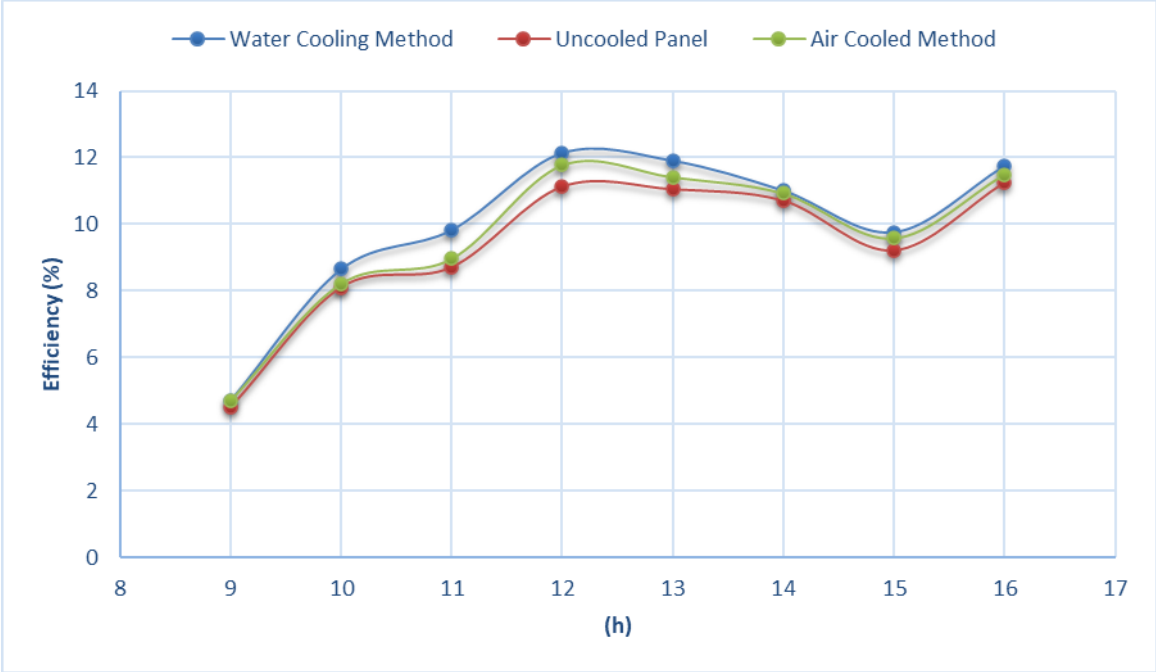


Figure 6. Variation of Efficiency Rate According to Panel Cooling Type

4. CONCLUSION

Although it is easy to produce electrical energy from photovoltaic panels, there are many factors that affect the production efficiency of the panels. Temperature, radiation, humidity, wind speed, etc. among environmental factors that affect yield, such as One of the most important of these factors is the panel surface temperature. The increase in surface temperature negatively affects the yield. It was also seen in the calculations made in this study that the surface temperature increased with the increase in the ambient temperature and this increase negatively affected the yield. For example, if a system is to be used in all seasons, it must be designed for winter sunshine hours. The system, which is designed with an average of 7 hours per day, will be insufficient in the winter months. Similarly, if a system is designed to be used only in summer, if the average sunshine duration of the region in the summer months is taken into account, excessive costs will be avoided.

More efficient use of solar energy will contribute to the country's economy. It is expected that the share of solar energy in electricity production will increase in the future for our country, which has a very high solar energy potential but uses imported resources to a large extent in electricity generation.

Information: This study was supported by Kutahya Dumlupınar University Scientific Research Unit within the scope of the BAP project titled "2022 - 35" and titled "Experimental Investigation of the Effects of Different Surface Cooling Techniques on System Performance in Photovoltaic (PV) Panels".

REFERENCES

1- Muthanna. M. A, Improving the performance of a voltaic solar heater using a phase-changing material, Master in Refractory Engineering Technologies, Northern Technical University, Department of Power Mechanics Techniques Engineering at the Engineering Technical College / Kirkuk, 2021.

2- Jabir. S. H, Improvement of PV/Thermal Solar System Via a Water cooling, A Thesis Submitted to the Council of the College of Education, Al-Mustansiriyah University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of philosophy in Physics,2017.

3- Gardas B, B, and Tendolkar, M, V, "Design of Cooling System for Photovoltaic Panel for Increasing its Electrical Efficiency, International Journal of Mechanical and Production Engineering (IJMPE), Vol. 1, p. 63-67, 2012.

4- J. Joseph, Improving photovoltaic panel efficiency by Cooling water circulation, thesis prepared for the degree of Master of science, university of north texas,2018.

5- Boulfaf N, et al, "International journal of renewable energy research", Vo l.6, No.1, 2016.

6- 6- Erol H, Performance Analysis of Water Cooled Photovoltaic System. Journal of Osmaniye Korkut Ata University Institute of Science and Technology. (2021); 4, 2, 142-148.

7- 7- I. E. Şen, Experimental investigation of the effect of phase change material on efficiency in photovoltaic panels. Master Thesis, Batman University, Institute of Science and Technology, Department of Mechanical Engineering, Batman, (2019).

8- Y.M ırwan, W. Z. Leow, M. Irwanto, M. Fareq, A.R. Amelia, N. Gomesh, I, Safwati Analysis air cooling mechanism for photovoltaic panel by solar simulator. International Journal of Electrical and Computer Engineering, (2015); 5, 4, 636-643.

9- A. M. Palumbo, Design and Analysis of Cooling Methods for Solar Panels. MASTER'S THESIS. Youngstown State University, (2013).

10- F. Bayrak, H. F. Oztop, F. Selimefendigil, Effects of different fin parameters on temperature and efficiency for cooling of photovoltaic panels under natural convection. Solar Energy. (2019); 188, 484-494.

11- L. J. Piotrowskia, M. G. Simõesb, F. A. Farreta, Feasibility of water-cooled photovoltaic panels under the efficiency and durability aspects. Solar Energy, (2020); 207, 103-109

12- K. P Amber, W. Akram, M.A. Bashir, M.S. Khan, A. Kousar, Experimental performance analysis of two different passive cooling techniques for solar photovoltaic installations. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, (2021); 143, 2355-2366.

13- A. Acceptance, e. Yaşar, experimental investigation of cooling techniques of photovoltaic/thermal (pv/t) hybrid systems. Sdu international journal of technological science. (2017); 9, 1, 17-32.

14- F. F. Ahmad, C. Ghenai, A. K. Hamid, O. Rejeb, M. Bettayeb, Performance enhancement and infra-red (IR) thermography of solar photovoltaic panel using back cooling from the waste air of building centralized air conditioning system. Case Studies in Thermal Engineering. (2021); 24, 100840.

15- K. Singh, S. Singh, D. C. Kandpal, R. Kumar, Experimental performance study of photovoltaic solar panel with and without water circulation. Materials Today: Proceedings. (2021); 46, 6822–6827.

16- A. Abidi, Evaluation of thermal, electrical and overall efficiency of an air-cooled solar panel equipped with hexagonal pin-fins. Sustainable Energy Technologies and Assessments.(2021); 48, 101579.

17- I. A. Hasan, I. S. Kareem, D. A. Attar, Effect of Evaporative Cooling Combined with Heat Sink on PV Module Performance. Journal of University of Babylon for Engineering Sciences. (2019); 27, 2.

18- F. M. Mohammed, J. A. Mohammed, M. A. Sanad, Performance Enhancement of Photovoltaic Panel Using Double-sides Water Glazing Chambers Cooling Technique. Al-Nahrain Journal for Engineering Sciences. (2019); 22,(1), 22-30.

19- E. B. Agyekum, S. PraveenKumar, N. Alwan, Vladimir Ivanovich Velkin a, Sergey E. Shcheklein, Effect of dual surface cooling of solar photovoltaic panel on the efficiency of the module: experimental investigation. Heliyon. (2021); 7, 07920.

20- H. Ayed, H. Moria, F. Aldawi c, N. Farouk, K. Sharma, Thermal, efficiency and power output evaluation of pyramid, hexagonal and conical forms as solar panel, Case Studies in Thermal Engineering. (2021); 27, 101232.

MAGNETICALLY RECOVERABLE AND HIGHLY EFFICIENT SUN-LIGHT-ACTIVE Clay/CN/ M/AgW NANOCOMPOSITES FOR PHOTOCATALYTIC DEGRADATIONS OF GM

Brahim Ennasraoui

Physical Chemistry and Environment Team (LCOCP), Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Hamza Ighnih

Physical Chemistry and Environment Team (LCOCP), Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Redouane Haounati

Physical Chemistry and Environment Team (LCOCP), Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Hassan Ouachtak

Physical Chemistry and Environment Team (LCOCP), Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Naima Hafid

Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation Souss Massa, Morocco

Amane Jada

Institut de Sciences Des Matériaux De Mulhouse (IS2M-CNRS), Université de Haute Alsace (UHA), F-68100 Mulhouse, France

Abdelaziz Ait Addi

Physical Chemistry and Environment Team (LCOCP), Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Abstract

In this paper, we synthesize by coprecipitation a magnetically recoverable photocatalyst Clay/CN/ M/ AgW nanocomposites, as a greatly effective visible-light-active photocatalyst, and they were characterized by XRD, EDX, SEM, UV – vis, and FT- IR analysis. Sun-light-convinced photocatalytic performances were studied by the degradation of GM as a pollutant. It was verified that the nanocomposites are effective in the reduction of e-/ h+ recombination via the matched relations between energy bands of CN, M, and AgW semiconductors. The loftiest photocatalytic declination effectiveness was observed for the CN/ M/ AgW nanocomposite after 2h of radiation by more than 90% degradation of MG, more than every semiconductor independently.

In addition, a mechanism for photocatalytic performances was proposed using reactive species scavenging trials and characterization results.

TRENDS AND DEVELOPMENT OF WIND ENERGY: MINI-REVIEW

Mohamed G Moh Almihat

Ph.D. Candidate, Cape Peninsula University of technology, Cape Town, South Africa
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4306-8155

Abdussalam Ali Ahmed

Mechanical and Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Bani Waleed University, Bani Walid, Libya
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9221-2902

Abdulgader Alsharif

Division of Electric Power Engineering, School of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, UTM, 81310, Skudai, Johor, Malaysia, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3515-4168

Abstract

The wind generates power using the kinetic energy provided by air in motion. Renewable power is converted to electricity using wind turbines or energy conversion devices. The air first causes the blades of a turbine to revolve, which then turns the turbine. Hence, this transforms kinetic energy into rotational motion by rotating a shaft coupled to a generator, providing electric power via electromagnetism. This paper gives a brief overview of wind energy developments in the modern era. Furthermore, the gaps in wind energy sources are addressed for future researchers to build on these results. However, further study is necessary.

Keywords: Wind energy, renewable energy, wind turbine, power generation.

1. Introduction

Wind energy in the United States was the primary source of new capacity additions in 2020 at an unprecedented rate. The US Department of Energy has published three market assessments that study wind energy development, technology, cost, and performance in the United States and overseas through 2020. There are public, private, and proprietary data included in these reports. Generally impartial and independent, they report on the industry's current state and provide insight into long-term trends [1].

The United States will install a record-breaking 16,836 MW of wind generating capacity in 2020, bringing the total to 121,955 MW. Wind power installations totaled $24.6 billion, surpassing solar power installations for the first time in recent years. In 16 states, wind energy provides for over 10% of total energy output, with the most significant percentages in Iowa, Kansas, Oklahoma, South Dakota, and North Dakota, where wind energy accounts for over 30% of total electricity production [2].

In 2020, there will be 5,519 MW of offshore wind power. More and more turbines are being constructed with rotor diameters more significant than the current average of 150 meters. Using offshore wind to generate clean hydrogen is anticipated to be one of the more innovative innovations in 2020. The floating offshore wind energy capacity is expected to increase by 2020, reaching 26,529 megawatts [3].

One thousand four hundred ninety-three new wind turbines were installed in 11 states across the United States, totaling 14.7 MW of distributed wind generating capacity. The installed capacity of more than 87,000 wind turbines in all 50 states, Puerto Rico, the US Virgin Islands, and Guam is currently 1,055 megawatts (MW). In 2020, domestically manufactured small wind turbines (100 kW or fewer) will account for 71% of the domestic small wind sales capacity. The majority of small wind capacity increases in 2020 will include the installation of new tiny wind turbines on the tower and the base of an existing wind turbine [4].

This article highlights the trend in wind turbines in the 21st century to be aware of the development in wind turbine energy, especially in recent times.

2. Wind turbine developments in the 21st century

The global wind turbine sector reached a new record for commissioned capacity in 2021, but additions fell short of 100GW for the second consecutive year. In 2021, developers constructed 99.2GW of wind turbines worldwide, surpassing the 98.5GW installed in the previous year. However, most new turbines (83%) were placed on land, while the number of new offshore turbines surged by 161% compared to 2020 [5].

Wind turbine ratings and rotor diameters continue to trend upward. In 2021, a new average rated capacity of 3,500 kW was established, and rotors with a diameter greater than 140 m were responsible for over 58% of the new turbines. This is due partly to a record year for offshore wind installations, while china's onshore wind sector reached the grid-parity period in 2021, permitting the building of more giant wind turbines [6]. The analysis indicates that medium-speed wind turbines are gaining popularity, with their global market share increasing to 9.7 percent in 2021, up 3.6 percentage points from 2020. The double-fed induction generator (DFIG) holds a 50 percent market share in 2021, followed by the direct-drive permanent magnet generator (DD PMG), squirrel cage induction generator (SCIG), and medium-speed permanent magnet generator [7].

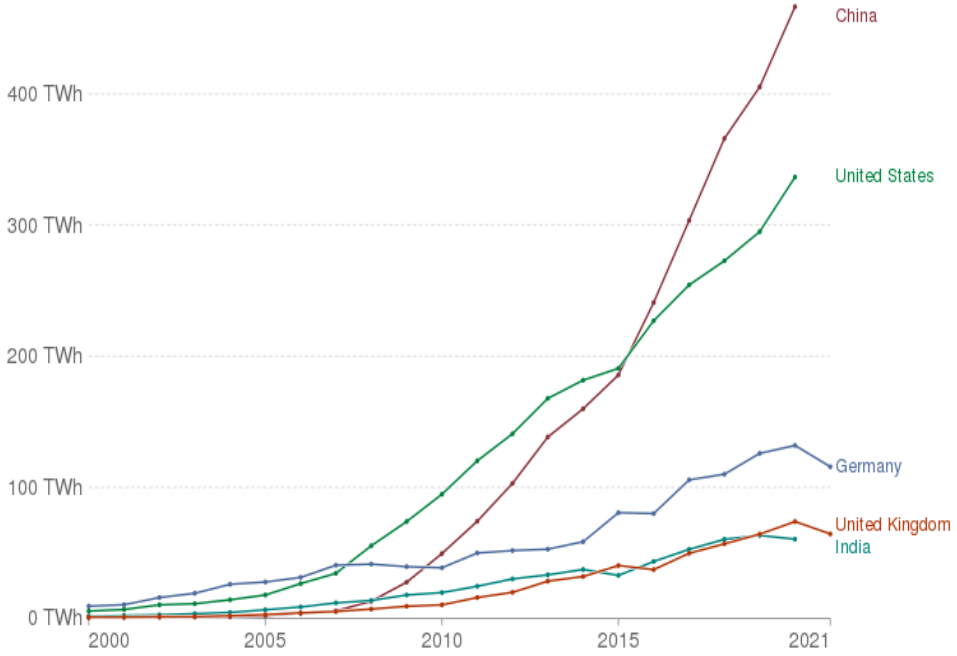


Figure 1. Wind Power Generation [12].

More than 100 GW of mechanically installed wind producing capacity was constructed in 2021, the best year in global wind history and a monument to the industry's and supply chain's remarkable resilience. In 2021, the top six wind turbine OEMs lost 3% of their market share due to the rise of Tier 2 and 3 manufacturers. During china's installation boom, Chinese turbine OEMs gained market share, but the number of turbine providers fell from 35 in 2020 to 30 in 2021, indicating more supply-side market consolidation [8].

The offshore wind capacity in the United States has increased 24 percent over the past year due to decreased prices, government action, and state-level commitments. Already installed, the Coastal Virginia Offshore Pilot project brings the total number of operating projects to 42 MW. The Bureau of Ocean Energy Management has expanded the New York Bight Wind Energy Areas with 9,800 MW of wind power in preparation for future regional expansion through 2020/21. Vineyard Wind I in Massachusetts was the first offshore wind energy project in the United States to get regulatory approval. There are 15 authorized projects in the US offshore pipeline, and eight states have set procurement goals for offshore wind energy totaling 39,298 MW by 2040 [9].

In 2022, the United Kingdom installed more than 3GW offshore wind for the first time. The United States remains the second-largest market for new wind installations in 2021, adding 13 GW. Wind farms in Vietnam

produced 3.6 GW of electricity, breaking into the top three global markets for the first time. China and the United States had a boom in onshore wind in 2020, whereas china's offshore industry and Vietnam dominated in 2019." The worldwide wind energy market is anticipated to experience another record-breaking year in 2021, with the addition of 97.3 gigawatts of capacity [5], [10], [11].

On March 18th, 2022, Bonn WrestleMania will take place (WWEA). According to data from WWEA, the global wind turbine market reached a new peak in 2021, with 97,5 Gigawatt of wind turbines installed worldwide, up from 92,7 Gigawatt in 2020. The global capacity of wind turbines has already topped 840 Gigawatt (up from 742,5 Gigawatt in 2020), supplying sufficient energy to cover over 7 percent of global demand [10], [11]. Compared to 14 percent in 2018 and 10 percent in 2019, this is an increase of 13 percent. According to preliminary Chinese data, in 2021, China will have constructed 55.8 Gigawatts, surpassing its previous record of 52 Gigawatts set in 2020. This is a 19.4 percent rise. In China, 344 GW of wind turbines is now active. The United States, the second-largest market in the world, exhibited a respectable increase of 12.5 Gigawatts, but this was much less than the addition of over 17 Gigawatts in 2020. In the United States, almost 135 gigawatts of wind power capacity have been constructed [2], [12].

Even though the Covid-19 outbreak has affected trade and general economic activities, the wind industry is vital in supplying the globe with pollution-free, clean energy." Rae expressed such. This year, China remained the biggest provider of new wind turbines worldwide. Offshore wind farms have expanded tremendously, as have land-based wind farms. This growth continues to be supported by the Chinese Wind Energy Association. The new record demonstrates what the wind industry can achieve, even amid an epidemic. Despite the current situation in Ukraine, the world is on its way to becoming a society that relies on renewable energy. Governments and individuals across the globe are moving toward locally sourced, inexpensive renewable energy that guarantees energy independence and peace [13], [14].

In 2022, the prediction was less than brilliant due, among other things, to increasing freight expenses. Solar inverter manufacturer Enphase Energy reported record sales in the fourth quarter despite increased costs. As the global market recovers from Covid-19, supply chain concerns impact many economic sectors, not just the renewable energy industry. In contrast, Global Market Intelligence forecasts a long-term recovery for the United States wind industry. According to the business, there will be 60,7 megawatts in the wind project pipeline by 2026. About one-third of the total is either under construction or nearing completion. Under the Biden administration, 30 gigawatts of offshore wind energy will be deployed by 2030, enough to power 10 million homes [9], [15].

In February 2022, the UK government sold six wind leases off New York and New Jersey coasts for a record $4.37 billion. With 2.3 GW of capacity, the United Kingdom was the largest market for offshore installations. Sweden was the top in onshore wind installations with a total of 2.1 GW. Despite supply chain and market difficulties, a record year for wind turbine shipments is anticipated. Suppliers of wind turbines reached a new volume record in 2022 [7], [16]. According to the research, 30 wind turbine manufacturers installed 104.7 GW of fresh wind producing capacity in 2021 despite the Covid-19 outbreak, commodity price increases, and logistical problems. With record deliveries in 2021, turbine manufacturers have experienced diminishing financial returns due to a highly competitive pricing environment, increased external costs, and persisting bottlenecks preventing wind energy expansion quicker [13], [14].

The International Energy Agency (IEA) forecasts that the world will need an additional 390 GW of wind-generated electricity by 2030 to limit global warming to 1.5°C. According to GWEC"s Global Wind Report 2022, global wind installations must triple by 2030 to keep the world on track to meet this target [10]. The global wind electricity sector is projected to increase at a compound annual growth rate of 16.2 percent from $89.66 billion in 2021 to $104.18 billion in 2022. The impact of Covid-19 resulted in stringent confinement measures such as social separation and remote work, as well as the discontinuation of commercial operations, which caused operational challenges for firms. By 2026, the market is anticipated to increase at a CAGR of 15.4 percent to reach $184.97 billion [12].

3. Discussion

Based on the available data from the previous literature review, wind energy is developing more, and many private sectors are investing in developing new types of turbines through research and development. Hence,

some gaps still prevent wind energy improvements and faster growth, such as wind stability issues and the high cost of establishing and manufacturing an affordable material that would enhance wind energy worldwide.

Further research outside the scope of this work includes turbine depreciation, the impact of dust, and the wake influence on the functioning and power generation of genuine wind turbines. Moreover, dust storms are prevalent. Hence, additional experimental and modeling research is required to determine the possible effects of dust storms on turbines. The architecture of wind farms and the placement of particular turbines may affect wind-generating capacity. Numerous investigations have focused on the wake phenomenon and found only minimal downwind influences on climatic and weather aspects and consequently on rated capacity. However, as stated by this superior construction and operation, the vicinity of many wind generators may cause a succession of disturbances. These effects should be adequately examined and measured in later studies.

4. Conclusion

There is a significant mismatch between wind energy policy priorities and implementation status. Wind farms necessitate ongoing technological infrastructure for optimum efficiency. Achieving a substantial market share will ultimately necessitate closing venture barriers in many continuous integrations. New designs and models are also required to broaden the scope of green energy, such as floating offshore wind turbines.

References

[1] M. S. Davis, A. Jafarian, F. Ferdowsi, and M. R. Madani, "Wind Energy Harvesting Capability of a Novel Cascaded Dual-Rotor Horizontal-Axis Wind Turbine", in *2021 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)*, Oct. 2021, pp. 01–05. doi: 10.1109/ICECCME52200.2021.9590963.

[2] C. Wu, X.-P. Zhang, and M. Sterling, "Wind power generation variations and aggregations", *CSEE Journal of Power and Energy Systems*, vol. 8, no. 1, pp. 17–38, Jan. 2022, doi: 10.17775/CSEEJPES.2021.03070.

[3] H. Yokoyama, F. Tatsuta, and S. Nishikata, "Tip speed ratio control of wind turbine generating system connected in series", in *2011 International Conference on Electrical Machines and Systems*, Beijing, China, Aug. 2011, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICEMS.2011.6073595.

[4] A. Nouriani and H. Moradi, "Variable speed wind turbine power control: A comparison between multiple MPPT based methods", *International Journal of Dynamics and Control*, vol. 10, Apr. 2022, doi: 10.1007/s40435-021-00784-6.

[5] X. Liu, J. Du, and Z.-S. Ye, "A Condition Monitoring and Fault Isolation System for Wind Turbine Based on SCADA Data", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 18, no. 2, pp. 986–995, Feb. 2022, doi: 10.1109/TII.2021.3075239.

[6] P. Mani and Y. H. Joo, "Fuzzy Event-Triggered Control for Back-to-Back Converter Involved PMSG-Based Wind Turbine Systems", *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 30, no. 5, pp. 1409–1420, May 2022, doi: 10.1109/TFUZZ.2021.3059949.

[7] H. Yousefi, M. Montazeri, and A. Rahmani, "Techno-economic Analysis of Wind Turbines Systems to Reduce Carbon Emission of Greenhouses: A Case Study in Iran", in *7th Iran Wind Energy Conference (IWEC2021)*, May 2021, pp. 1–4. doi: 10.1109/IWEC52400.2021.9466965.

[8] D. Hendrawati, B. W. Dionova, Sahid, J. Mukhlis, and A. Khoryanton, "Design of Wind Turbines Power Coefficient On Wind Farm Based Centralized Control", in *2021 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Jul. 2021, pp. 315–318. doi: 10.1109/ISITIA52817.2021.9502251.

[9] X. Tian, Y. Chi, P. Cheng, W. He, Y. Zhou, and J. Hu, "Dual-Mode Switching Fault Ride Through Control Strategy for Self-Synchronous Wind Turbines", *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, pp. 1–9, 2022, doi: 10.35833/MPCE.2021.000434.

[10] P. Manjeera, G. V. Nagesh Kumar, and V. Rafi, "Design and Implementation of Fuzzy logic-2DOF controller for Emulation of wind turbine System", in *2022 12th International Conference on Cloud Computing,*

Data Science & Engineering (Confluence), Jan. 2022, pp. 191–196. doi: 10.1109/Confluence52989.2022.9734164.

[11] M. Ali Soltanpour, M. Varmazyar, and M. Dehghani, "Modeling and Simulation of an Airborne Wind Turbine", in *7th Iran Wind Energy Conference (IWEC2021)*, May 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/IWEC52400.2021.9466983.

[12] S. Goyal, S. Kant Maurya, S. Kumar, and D. Agarwal, "A Consolidation Review of Major Wind Turbine Models in Global Market", in *2020 International Conference on Power Electronics & IoT Applications in Renewable Energy and its Control (PARC)*, Feb. 2020, pp. 246–251. doi: 10.1109/PARC49193.2020.236601.

[13] Y. Bi, X. Wang, Y. Li, and D. Zhang, "Study on Transient Control Technology of Doubly-Fed Wind Turbine Connected to VSC-HVDC", in *2022 4th Asia Energy and Electrical Engineering Symposium (AEEES)*, Mar. 2022, pp. 71–75. doi: 10.1109/AEEES54426.2022.9759576.

[14] Q. Ran and F. Jin, "Robust Adaptive MPPT Control of Wind Turbine Based on Prescribed Performance", in *2022 IEEE 2nd International Conference on Power, Electronics and Computer Applications (ICPECA)*, Jan. 2022, pp. 67–71. doi: 10.1109/ICPECA53709.2022.9719157.

[15] D. Han, J. Yu, D. Tang, L. Kong, and X. Li, "A RP image-based health indicator construction method for wind turbine RUL prediction", in *2022 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, May 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/I2MTC48687.2022.9806512.

[16] Md. A. Abbas, M. Anwar, and M. R. Rana, "Electricity Generation by Fast Moving Vehicles using Wind Turbine (Metro Rail)", in *2021 1st International Conference on Power Electronics and Energy (ICPEE)*, Jan. 2021, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICPEE50452.2021.9358575.

[17] A. Alsharif, C. W. Tan, R. Ayop, A. A. Ahmed, and M. M. Khaleel, "Electric Vehicle Integration with Energy Sources: Problem and Solution Review," African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS), vol. 1, Issue 1, pp. 27-20, 2021.

[18] C. Sun, J. Chen and Z. Tang, "New Energy Wind Power Development Status and Future Trends," 2021 International Conference on Advanced Electrical Equipment and Reliable Operation (AEERO), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/AEERO52475.2021.9708186.

[19] Abdussalam Ali Ahmed, Renewable Energy Home Design in Bani Walid City/Libya, *Saudi Journal of Engineering and Technology (SJEAT)*, Vol. 4, Issue 9, September 2019.

[20] X. Yang and K. Bai, "Development and prospects of offshore wind power," 2010 World Non-Grid-Connected Wind Power and Energy Conference, 2010, pp. 1-4, doi: 10.1109/WNWEC.2010.5673138.

LINEAR QUADRATIC REGULATOR CONTROLLER (LQR) FOR VEHICLE YAW RATE EVALUATION

Abdussalam Ali Ahmed

Mechanical and Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Bani Waleed University, Bani Walid, Libya
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9221-2902

Mohamed G Moh Almihat

Ph.D. Candidate, Cape Peninsula University of technology, Cape Town, South Africa
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4306-8155

Abdulgader Alsharif

Division of Electric Power Engineering, School of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, UTM, 81310, Skudai, Johor, Malaysia. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3515-4168

Mohamed Belrzaeg

College of Applied Sciences and Technology, Al-Awata, Libya
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4921-0696

Mohamed Mohamed Khaleel

Aeronautical Engineering Department College of Civil Aviation, Misurata, Libya
ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-3468-3220

Abstract

The lateral stability of a road vehicle is very important for the safety of the passengers and driver during extreme lateral maneuvers or during lateral maneuvers under adverse environmental conditions such as driving on ice or snow, sudden side wind, or sudden tire pressure loss. The major parameter which uses to give an indication of the lateral stability of vehicles is called yaw rate. The road vehicle yaw stability control system is an important active safety system used for maintaining the lateral stability of the vehicle. The yaw rate of any vehicle is the key parameter that needs to be known by a yaw stability control system. In this paper, one of the known and important control methods will be used to evaluate the vehicle yaw rate which is Linear Quadratic Regulator Control (LQR), this method is a powerful technique for dealing with the control design of any linear and nonlinear system after linearization of the system around an operating point. To make sure that the Linear Quadratic Regulator Controller works well in this work, it will be tested at two cases of the input steering angle of the vehicle front tires which are a step signal and a single-lane-change maneuver. Computer simulations and results show that the control system of vehicle yaw stability and using a Linear Quadratic Regulator Controller can improve the stability and handling of vehicles significantly.

Keywords: Yaw rate, Lateral stability, Vehicle model, LQR.

Introduction

In recent years, significant efforts have been made to avoid automobile accidents, particularly single-car rollovers. With the development of the automobile industry, vehicle dynamics control systems have been created to enhance vehicle control and safety. Vehicle dynamics control systems strive to prevent unexpected vehicle behavior through active management of different assemblies and to assist drivers in retaining control of their cars. Anti-lock Brake Systems (ABS) to prevent wheel lockup and traction control technologies to prevent the drive wheels from losing traction during acceleration are two of the key systems that have become standard equipment on passenger vehicles [2]. Electronic stability control (ESC) is an evolution of antilock brake technology meant to help drivers maintain vehicle control during high-speed maneuvers or on slick roads [1].

The majority of available solutions in the field of vehicle yaw control during abrupt movements include the application of the brakes or the raising of the gas pedal. These systems regulate the driving and braking forces

acting on the right and left wheels in such a way that the driver can directly control the cornering force. Consequently, they make driving significantly safer and more enjoyable [4]; however, it has been demonstrated that brake-based vehicle systems, during sharp maneuvers, degrade longitudinal performance and impose understeer or oversteer behavior, as their system conforms to more stability and less performance [5].

Differential Braking is currently the most used and prevalent technique in the automobile industry. Active Torque Distribution between the wheels/driveline can serve as an alternative to this system, to which the automotive industry is transitioning, to improve vehicle stability and performance. Either electronically controlled differentials or an electronically controlled central transfer case may be utilized to distribute torque with torque biasing devices. A great deal of effort is expended on electronically controlled front and rear differentials that distribute torque in consideration of vehicle behavior [7].

In this study, a four-wheel-drive vehicle will be employed for this purpose. The tire model is the foundation of any model. This study also focuses on a vehicle model with a somewhat high center of gravity (CoG), as such cars are more susceptible to overturn during abrupt maneuvers.

This essay is structured as follows: The second section introduces the vehicle architecture, which comprises the tire and vehicle model, while the third section discusses all phases of the proposed control approach. The fourth section is devoted to the simulation environment and outcomes, and the study will be ended in light of the conclusion and future research.

A built-in control system should be implemented to ensure good vehicle performance. Many researchers in the field of electric vehicle dynamics have used several controllers such as sliding mode control theory (8), full vehicle dynamics control based on LPV/H_∞ (9), Fuzzy PID control (10), Map-based control method (11), Neuro-Fuzzy control (12,13), Fractional Order PID controller (14), conventional PID controller (15,16), and neural network control approach (17).

Vehicle Model and Tire Model

1- Vehicle Model

In this work, a planar model of a vehicle with three degrees of freedom is used (shown in Figure 1). This model shows a non-linear vehicle with four-wheel drive that takes just planar movement into account: yaw, longitudinal, and lateral. In this scenario, the vehicle is supposed to be a rigid body with three degrees of freedom. Roll, bob, and pitch movements are disregarded.

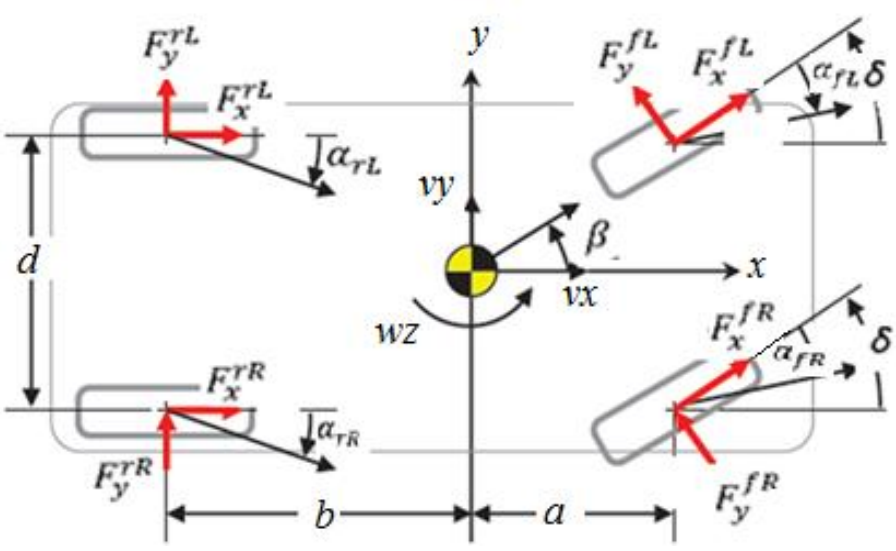


Figure 1. Planar model of the vehicle.

The mathematical equations of motion of the vehicle can be represented as follows:

For yaw movement:

$$Iw_z = [a(F_x^{fR} + F_x^{fL})\sin\delta + a(F_y^{fR} + F_y^{fL})\cos\delta - b(F_y^{rL} + F_y^{rR}) + \frac{d}{2}(F_x^{fR} - F_x^{fL})\cos\delta + \frac{d}{2}(F_x^{rR} - F_x^{rL}) + \frac{d}{2}(F_y^{fL} - F_y^{fR})\sin\delta]$$

For longitudinal movement:

$$x_x - v_r w_z = \frac{1}{m}[(F_x^{fR} + F_x^{fL})\cos\delta - (F_y^{fR} + F_y^{fL})\sin\delta + F_x^{rL} + F_x^{rR}$$

For lateral movement:

$$v_y + v_x w_z = \frac{1}{m}[(F_y^{fL} + F_y^{fR})\cos\delta + (F_x^{fL} + F_x^{fR})\sin\delta + F_y^{rL} + F_y^{rR}$$

Where $F_x^{fL}, F_y^{fL}, F_x^{fR}, F_y^{fR}, F_x^{rL}, F_y^{rL}, F_x^{rR}, F_y^{rR}$ are the components of forces for the front left tire, front right tire, rear left tire, and the rear right tire along x axis and y axis coordinates; a ,b are the displacement of the COG of the vehicle to both of front and rear axle; L_w is the displacement between left and right tires ; v_x, v_y are the car longitudinal and the car lateral velocity, w_z is the yaw rate of the vehicle, δ is the steering angle of front wheel, m is the vehicle total mass, I represents the moment inertia of the vehicle body about its yaw.

The input steering δ in this paper will set as a step signal which have an amplitude of four degrees (0.067 radians) as illustrated in the figure 2. Also, the input steering will set as a lane change maneuver with amplitude of front steering angle of 0.067 radians as obtained in figure 3.

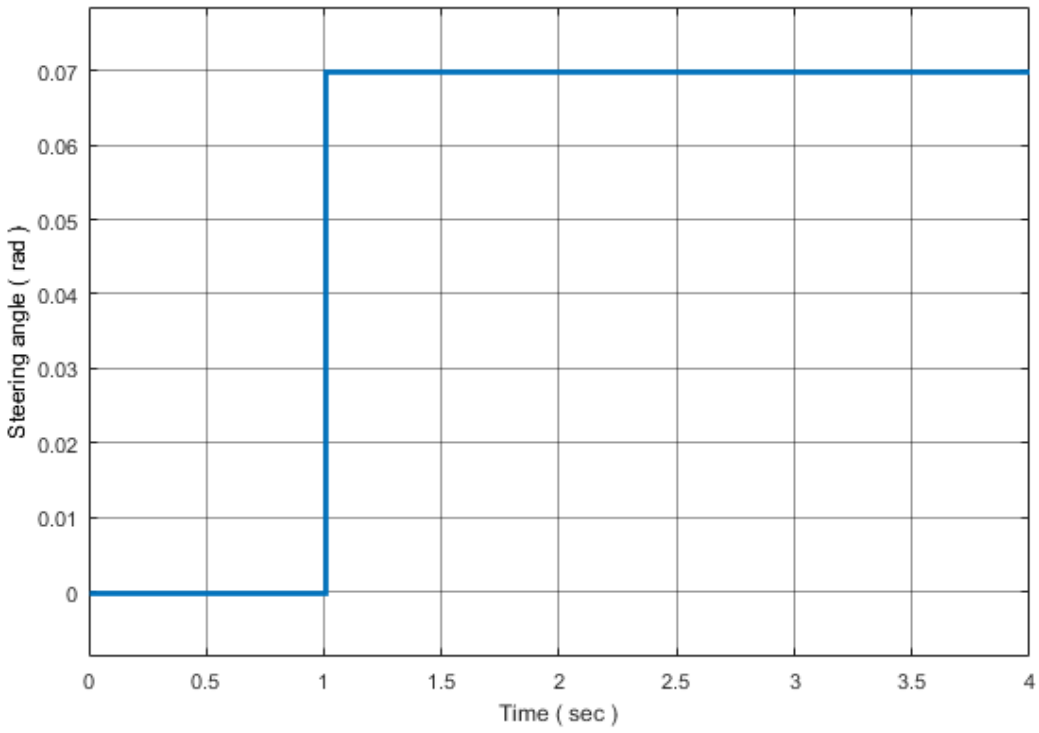


Figure 2. The steering input of vehicle maneuver**.**

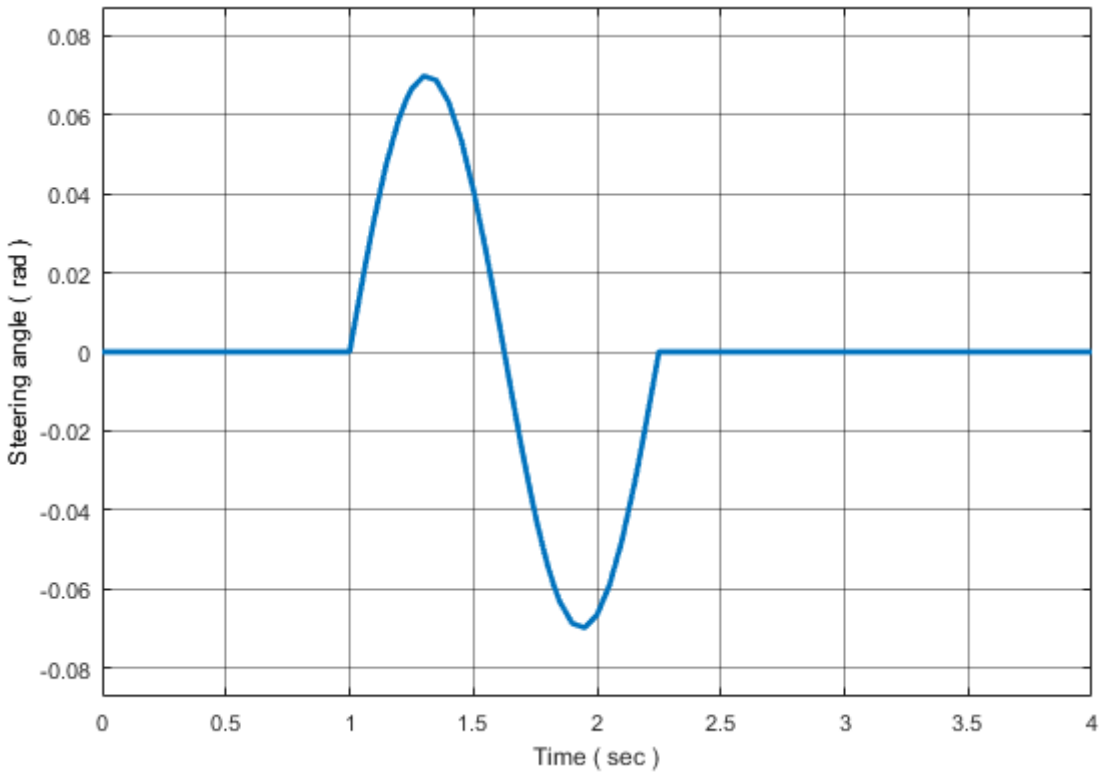


Figure 3. The steering input of vehicle with a lane change maneuver**.**

The slip angle at each wheel is expressed and derived using the geometry of the vehicle and the vectors of wheel speed. If the velocity at each wheel road contact point is known then, it can easily derive the tire slip angle at each tire geometrically and can be expressed as follows:

$$\alpha_{fR} = \tan^{-1}\left[\frac{v_y + a.w_z}{v_x + \frac{d}{2}.w_z}\right] - \delta$$

$$\alpha_{fL} = \tan^{-1}\left[\frac{v_y + a.w_z}{v_x - \frac{d}{2}.w_z}\right] - \delta$$

$$\alpha_{rL} = \tan^{-1}\left[\frac{v_y - b.w_z}{v_x + \frac{d}{2}.w_z}\right]$$

$$\alpha_{rR} = \tan^{-1}\left[\frac{v_y + a.w_z}{v_x - \frac{d}{2}.w_z}\right]$$

Where α_{ij} is the slip angle at each individual tire.

Wheel Dynamics Model

A sketch diagram of a modeled tire is illustrated in the figure below. The moment of inertia of the wheel is I_w and the effective radius is R_w. The applied torque on each tire T_i and the longitudinal force of the tire F_{xi} is produced at the tire bottom. Each tire rotates with angular speed ω and travels at a longitudinal speed v_x. The summation of moments about the rotation axis of the tire generates the dynamic equation derived in the following equation:

$$T_1 - F_{x1}R_w = I_w\dot{w}_1$$

$$T_2 - F_{x2}R_w = I_w\dot{w}_2$$

$$T_3 - F_{x3}R_w = I_w\dot{w}_3$$

$$T_4 - F_{x4}R_w = I_w\dot{w}_4$$

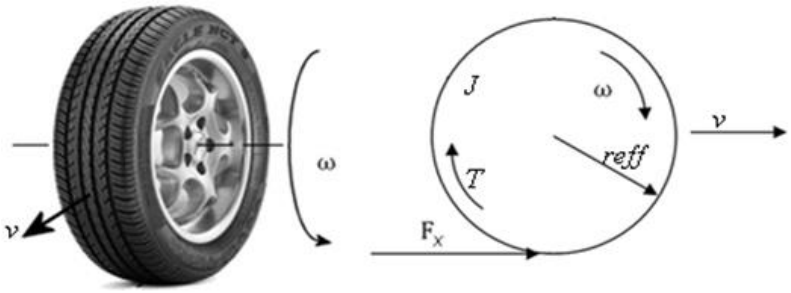


Figure. 4. Wheel schematic diagram**.**

Tire Model

Due to an extreme conditions of vehicle driving, the tire may rotate at a nonlinear behavior. The most common tire model which called the Dugoff's tire model is used in this paper. The Dugoff model permits an independent values of the tire stiffness in the lateral and longitudinal directions. Compared to Pacejka tire model (Magic Formula tire model), the Dugoff's tire model has the merit of being an analytically derived model which is developed from the calculations of force balance. Furthermore, the lateral and longitudinal tire forces are related to the tire-road friction coefficient directly in more transparent equations [3].

The Dugoff's tire model provides the forces calculation under combined generation of the longitudinal and lateral tire forces. The longitudinal tire force and the lateral tire force were derived as [3]:

$$F_x = C_1 \frac{\sigma_x}{1+\rho_x} f(\lambda)$$

$$F_y = C_2 \frac{\tan\alpha}{1+\rho_x} f(\lambda)$$

where C_1 is the longitudinal stiffness of the tire,C_2 is the tire cornering stiffness and λ is expressed by:

$$\lambda = \frac{\mu F_z(1+\rho_x)}{2\sqrt{[(C_1\rho_x)^2 + (C_2 \tan\alpha)^2]}}$$

And

$$f(\lambda) = (2-\lambda)\lambda \quad if\ \lambda < 1$$

$$f(\lambda) = 1 \quad if\ \lambda > 1$$

μ is the friction coefficient between the tire and road, F_z is the force acting on the tire in the vertical direction , while σ_x is the tire longitudinal slip ratio and can be derived in the accelerating case of as:

$$\sigma_x = \frac{v_x}{R_w w_i} - 1$$

Vehicle Reference Model

The bicycle model (reference vehicle model) as illustrated in figure 5 is an important part in the automotive engineering studies and vehicle dynamic field because it uses for controllers design and the analysis of yaw stability control prominently. According to some assumptions, it is possible to linearize the actual model of the vehicle (a nonlinear model), these assumptions are: the vehicle moves on plane surface or flat road (planar motion), the tires forces operate in a linear region, and the left and the right tires at the rear and front axle are placed in an unattached tire at the center line of a vehicle.

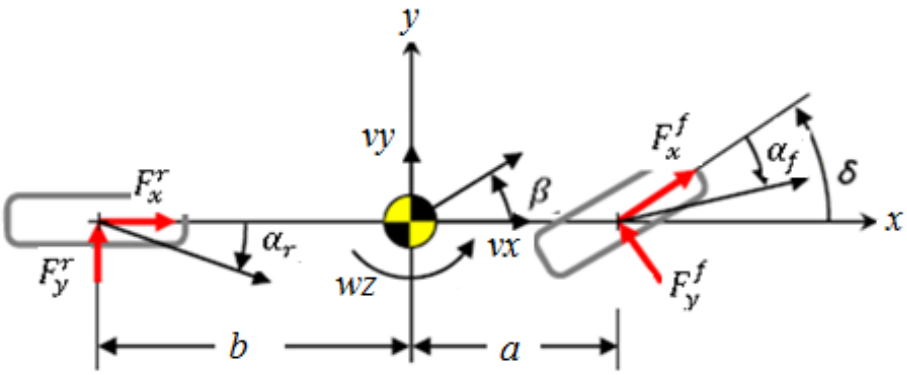


Figure. 5. Bicycle (reference) model.

The driver tries to control the vehicle's stability during normal and moderate cornering from the steer-ability point of view. The bicycle model gives a relationship between the stability factors and driver performance of the vehicle. Hence, the model is designed to generate a desired value of the yaw rate of the vehicle w_{zd} and the body sideslip angle β_d at each instance according to the driver's steering angle input and the vehicle forward velocity while considering of a constant speed.

The following equations represent the differential equations of yaw and lateral motions of the reference model [3]:

$$mv(\dot{\beta}_d - w_{zd}) = (F_y^f + F_y^r) - w_{zd}$$

$$I_z w_{zd} = a.F_y^f - b.F_y^r$$

$$F_y^f = C_{af}.\alpha_f$$

$$F_y^r = C_{ar}.\alpha_r$$

$$\alpha_f = \delta - \beta_d - \frac{a.w_{zd}}{v}$$

$$\alpha_r = -\beta_d + \frac{b.w_{zd}}{v}$$

Where:

w_{zd} and β_d are the desired yaw rate of the vehicle and desired vehicle sideslip angle. C_{af} and C_{ar} are the longitudinal and the lateral stiffness of front wheel and rear wheel. a, b are the isplacement of the COG of the vehicle to both of front and rear axle. The simulation results for the vehicle reference model at a step signal of steering angle and on a lane change maneuver which represent the desired vehicle yaw rate are obtained in figures 6 and 7.

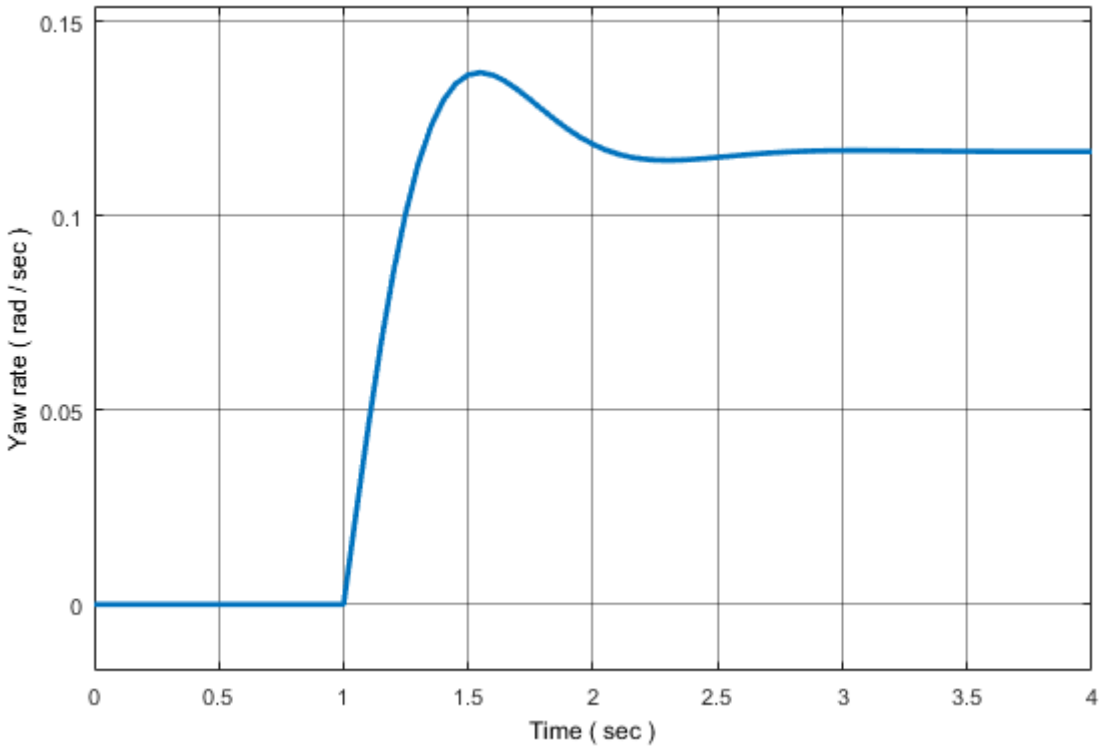


Figure 6. The desired vehicle yaw rate at a step signal of steering angle.

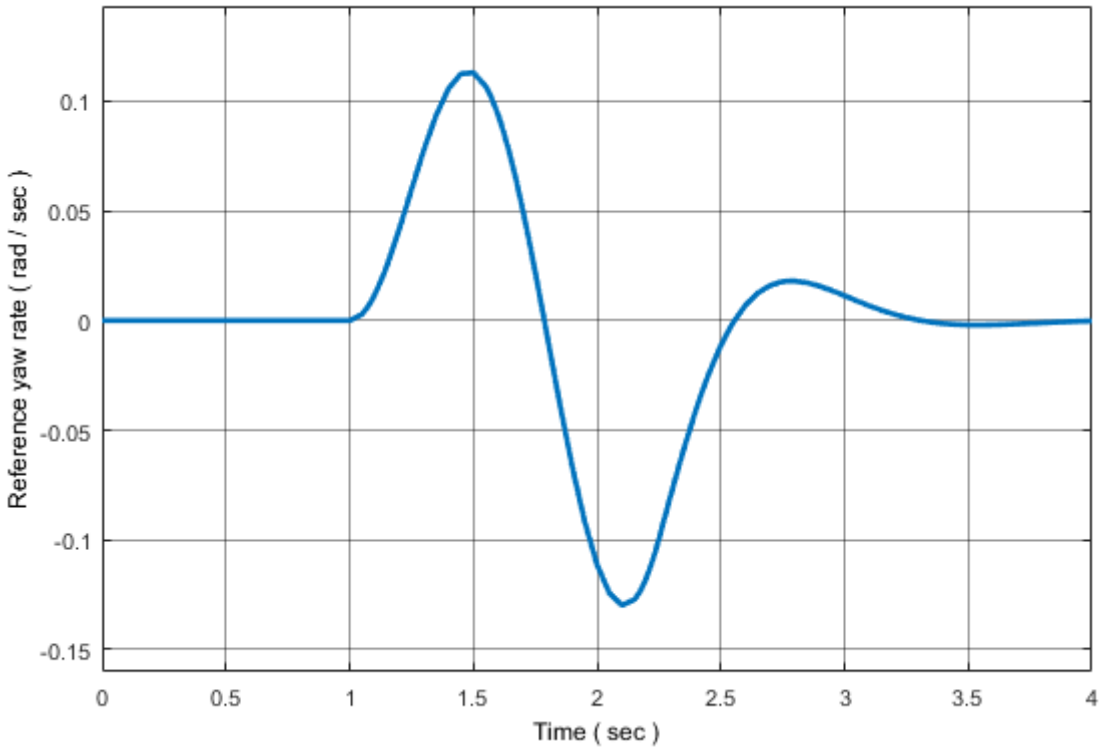


Figure 7. The desired vehicle yaw rate on a lane change maneuver.

Control Strategy

The LQR approach to control the vehicle is widely used in the background of many studies in the field of the vehicle dynamics. It was used in a simple quarter car model, a half car model, as well as in a full vehicle model. The strength of the LQR method is that when using the performance factor index that can be weighted according to the engineers' desires and aspirations or other limitations. With this approach type, an optimal result can be achieved when factors of the performance index are taken into account.

The LQR method for the vehicle dynamics has been suggested and proposed to improve passenger comfort and to get better road handling.

In the case of designing an LQR controller (called the gain matrix), one must optimal control vector must choose $u\ (t)$, so that the quadratic cost function is reduced. The mathematical formula of the quadratic cost function can be written as:

$$J = \int_0^\infty (x(t)^T Q x(t) + u(t)^T R u(t)) dt \qquad (1)$$

Where,

x and u are the state vector and the control vector respectively.

The designer must choose the appropriate values for both of R and Q to find the appropriate gain matrix using MATLAB software.

The configuration of the state variable feedback is shown in the figure 8.

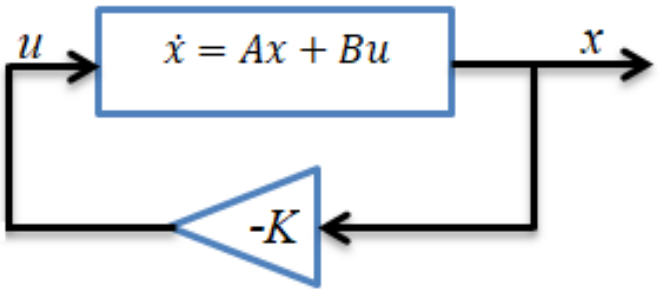


Figure. 8 The configuration of the state variable feedback.

A suitable linear full-state feedback control law used as,

$u(t) = -Kx(t)$ (2)

Where K represents the state feedback gain matrix for the LQR controller, which can be defined by:

$K = R^{-1}B^{T}P$ (3)

The next Algebraic Riccati Equation (ARE) is using to estimate the matrix P.

$A^{T}P + AP + PBR^{-1}B^{T}P + Q = 0$ (4)

The Simulink model for the control system includes the LQR controller is shown below in Figure 9

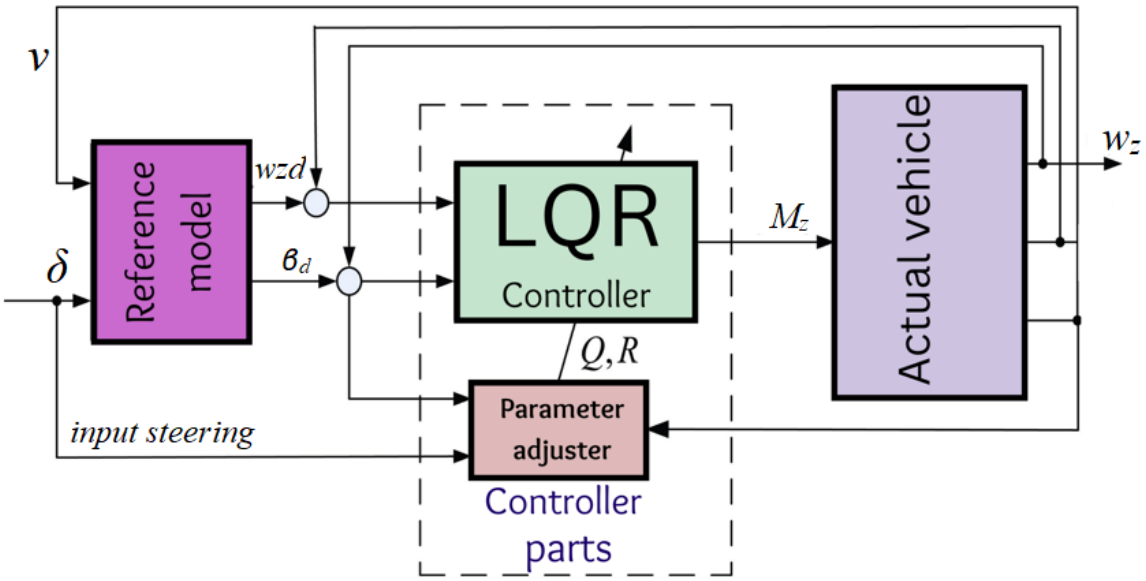


Figure 9. The structure of vehicle model with controller.

Simulation Results

The vehicle parameters which used in this paper are given in the table below (10).

Table 1. The physical parameters of the vehicle.

Symbol	Unit	Value
m	Kg	1993
I	Kgm^2	2765
a	m	1.402
b	m	1.646
d	m	1.6
R_w	m	0.365
J	Kgm^2	4.07
μ	Non	1.0
C_1	N/rad	52526
C_2	N/rad	29000
g	m/s^2	9.81

The simulation results of planar vehicle model include comparison of the vehicle yaw rate performance and behavior in case of without control and in the other case due to using Fuzzy PID controller.

Figure 10 and figure 11 present the vehicle yaw rate at a step signal of steering angle and on lane change maneuver respectively.

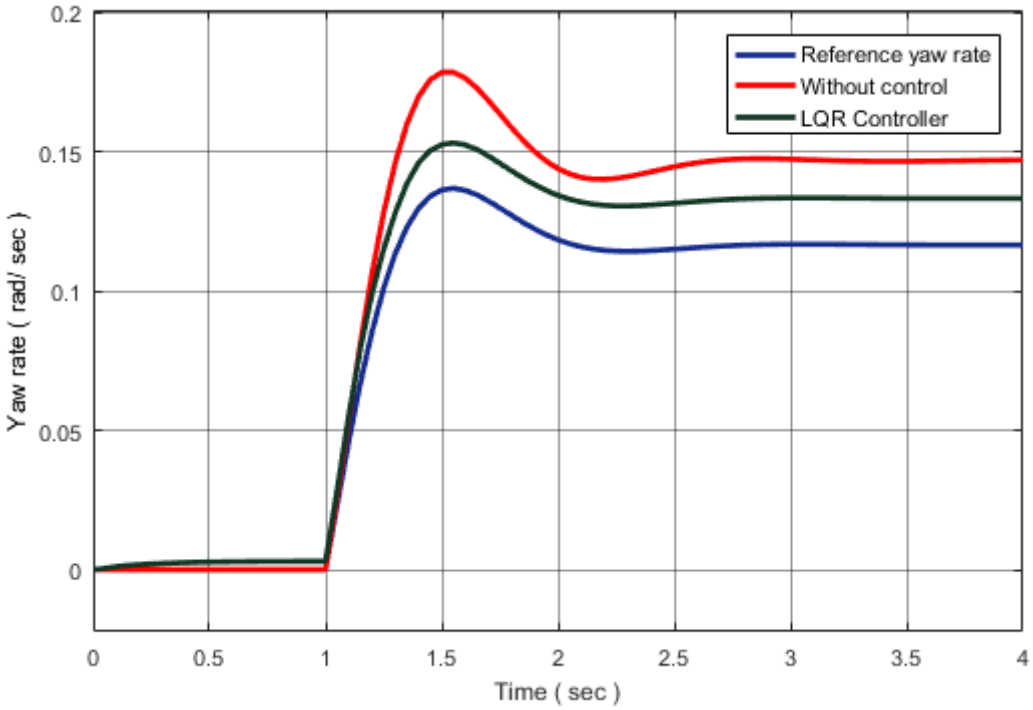


Figure 10. The vehicle yaw rate behavior with Fuzzy PID controller and without it at a step signal of steering angle.

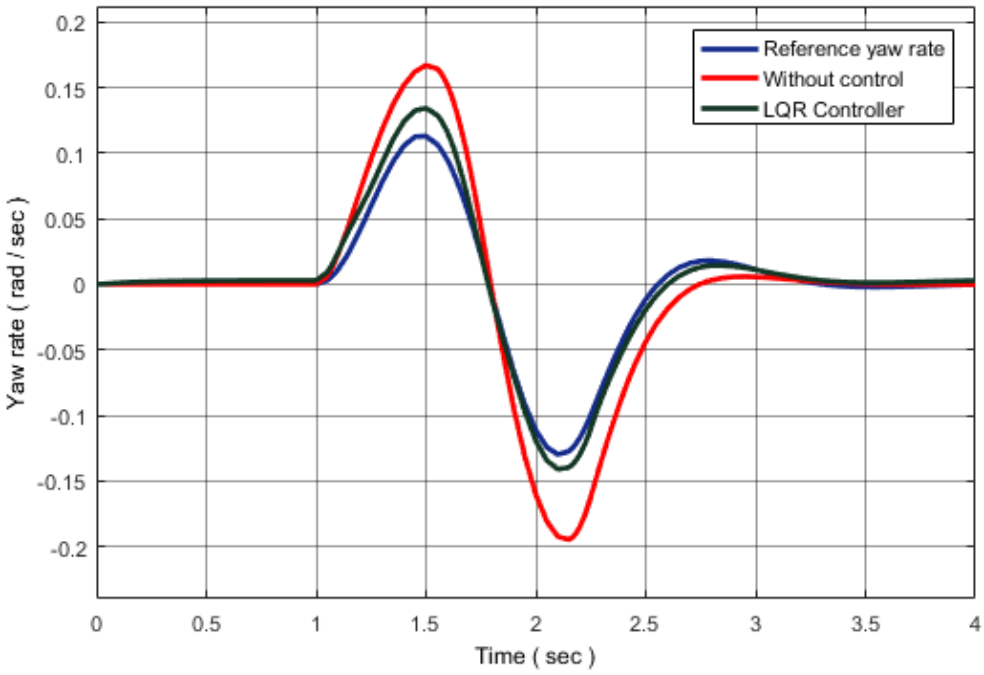


Figure 11. The vehicle yaw rate behavior with Fuzzy PID controller and without it on a lane change maneuver.

Conclusion

Aim at improving the stability of vehicles and handling, the Matlab Simulink model of the vehicle is implemented using LQR controller to improve and ensure the vehicle yaw stability in this work. To make sure this controller works well it has been tested at two cases of input steering angle that are a step signal and a lane change maneuver. The plots and results show a significant differences between the vehicle yaw rate behavior in the case of when there is no control and the vehicle yaw rate behavior in the case with LQR controller. It is found that, the yaw rate of the vehicle improved significantly; therefore, vehicle control system constructed with LQR controller can achieve and enhance the required stability and performance of the vehicle.

References

[1] "Insurance Institute for Highway Safety", June 2010.

[2] A. Van Zanten, "Bosch ESP systems: 5 years of experience," *SAE Trans.*, vol. 109, no. 7, pp. 428–436, 2000.

[3] A. Alsharif, C. W. Tan, R. Ayop, A. A. Ahmed, and M. M. Khaleel, "Electric Vehicle Integration with Energy Sources: Problem and Solution Review," African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS), vol. 1, Issue 1, pp. 27-20, 2021.

[4] K. Sawase and Y. Sano, "Application of active yaw control to vehicle dynamics by utilizing driving/braking force," *JSAE Rev.*, vol. 20, no. 2, pp. 289–295, Apr. 1999.

[5] M. Hancock, R. Williams, T. Gordon, and M. Best, "A comparison of braking and differential control of road vehicle yaw-sideslip dynamics," *Inst. Mech. Eng. D, J. Automobile Eng.*, vol. 219, no. 3, pp. 309–327,2005.

[6] Mohamed Belrzaeg, Abdussalam Ali Ahmed, Amhimmid Q Almabrouk, Mohamed Mohamed Khaleel, Alforjani Ali Ahmed and Meshaal Almukhtar, "Vehicle dynamics and tire models: An overview," World Journal of Advanced Research and Reviews, 2021, 12(01), 331–348

[7] F. Assadian and M. Hancock, "A Comparison of Yaw Stability Control Strategies for the active Differential", *IEEE Trans.*, ISIE, June 20 – 23 2005.

[8] S. Zhang, S. Zhou, and J. Sun, "Vehicle dynamics control based on sliding mode control technology," in 2009 Chinese Control and Decision Conference, 2009, pp. 2435-2439.

[9] S. Fergani, L. Menhour, O. Sename, L. Dugard, and B. A. Novel, "Full vehicle dynamics control based on LPV/H_∞ and flatness approaches," in Control Conference (ECC), 2014 European, 2014, pp. 2346-2351.

[10] H. Zhou, H. Chen, B. Ren, and H. Zhao, "Yaw stability control for in-wheel-motored electric vehicle with a fuzzy PID method," in The 27th Chinese Control and Decision Conference (2015 CCDC), 2015, pp. 1876-1881.

[11] M. Y. Yoon, S. H. Baek, K. S. Boo, and H. S. Kim, "Map-based control method for vehicle stability enhancement," Journal of Central South University, vol. 22, pp. 114-120, 2015.

[12] Rana Raouf Hasan Farag "Active Neuro-Fuzzy Integrated Vehicle Dynamics Controller to improve the vehicle handling and stability at complicated maneuvers" PhD thesis , July 2013.

[13] Laiq Khan, Shahid Qamar, and M. Umair Khan," Comparative Analysis of Adaptive NeuroFuzzy Control Techniques for Full Car Active Suspension System",Arab J Sci Eng, 39:2045–2069, (2014).

[14] A. Al-Mayyahi, W. Wang and P. Birch, "Path tracking of autonomous ground vehicle based on fractional order PID controller optimized by PSO," 2015 IEEE 13th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI), Herl'any, 2015, pp. 109-114, doi: 10.1109/SAMI.2015.7061857.

[15] S. Omatu, M. Yoshioka and T. Kosaka, "PID Control of Speed and Torque of Electric Vehicle," 2009 Third International Conference on Advanced Engineering Computing and Applications in Sciences, Sliema, 2009, pp. 157-162, doi: 10.1109/ADVCOMP.2009.31.

[16] C. K. Chandni, V. V. Sajith Variyar and K. Guruvayurappan, "Vision based closed loop pid controller design and implementation for autonomous car," 2017 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Udupi, 2017, pp. 1928-1933, doi: 10.1109/ICACCI.2017.8126127.

[17] Li Jianfeng and G. Li, "Neural Network Control Approach for Improving Vehicle Stability," 2006 9th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, Singapore, 2006, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICARCV.2006.345231.

[18] A. A. Ahmed, A. Alsharif, T. Triwiyanto, M. Khaleel, C. W. Tan and R. Ayop, "Using of Neural Network-Based Controller to Obtain the Effect of Hub Motors Weight on Electric Vehicle Ride Comfort," 2022 IEEE 2nd International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (MI-STA), 2022, pp. 189-192, doi: 10.1109/MI-STA54861.2022.9837608.

[19] Haiyan Zhao and Hong Chen, "Estimation of Vehicle Yaw Rate and Side Slip Angle using Moving Horizon Strategy," 2006 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, 2006, pp. 1828-1832, doi: 10.1109/WCICA.2006.1712670.

[20] H. Zhang, D. Xu, Y. Li and X. Hu, "Fuzzy neural network simulation of vehicle yaw rate control based on PID," 2020 3rd World Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM), 2020, pp. 430-434, doi: 10.1109/WCMEIM52463.2020.00097.

[21] L. Jianfeng and G. Li, "Neural Network Control Approach of Vehicle Active Yaw Moment," 2006 Chinese Control Conference, 2006, pp. 1714-1717, doi: 10.1109/CHICC.2006.280829.

[22] J. Kim and H. Kim, "Electric Vehicle Yaw Rate Control using Independent In-Wheel Motor," 2007 Power Conversion Conference - Nagoya, 2007, pp. 705-710, doi: 10.1109/PCCON.2007.373043.

[23] A. A. Ahmed, A. Sami, A. Alsharif, A. S. D. Alarga, J. Santhosh and A. Albagul, "Evaluation of Electric Vehicle Stability Using Fractional PID and Fuzzy PID Based Controllers," 2022 IEEE 2nd International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (MI-STA), 2022, pp. 116-120, doi: 10.1109/MI-STA54861.2022.9837532.

INCREASING LAND CONFLICTS IN INDIA'S RENEWABLE ENERGY EXPANSION – ARGUING FOR ENERGY DEMOCRACY

Saksham Misra

Assistant Professor Karnavati University, Gandhinagar, LL.M. Business Laws
(National Laws School of India University Bangalore)

Komal Srivastava

Assistant Professor Karnavati University, Gandhinagar , LL.M. International Laws
(National University of Juridical Science, West Bengal)

Abstract

This research paper attempts to propose solution to the problem of growing and intensifying land conflicts between the renewable energy power companies and local communities in India. The piling land conflicts between renewable energy corporations and local communities in India It is an emerging issue which has halted major renewable energy projects in India. This has matured into a potential risk to the renewable energy projects located in rural or sub rural regions of India.

The author have highlighted that the root cause for clash and conflict is the centralized, exclusive decision making process and limited participations of stakeholders in renewable energy governance. The concerned renewable energy policies and regulations do not allow local indigenous communities to participate in decision making process with regards to land allotment or site selection. The exclusion of indigenous communities from decision making has resulted in persistent opposition and protest by them against the arbitrary land allotment policy. Therefore Author have argued for making the renewable energy governance more inclusive, participatory and decentralized. They have presented the emerging idea of Energy democracy as a solution to resolve the clash and conflicts in Indian Renewable Energy expansion policy.

Key words – Energy Democracy, Renewable Energy, India, conflict

RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN GÜÇ ÜRETİMLERİNİN FARKLI REGRESYON MODELLERİ KULLANILARAK MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARIYLA TAHMİN EDİLMESİ

Buğra KAPLAN

Y.Lisans Öğrencisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Isı – Akışkan Yüksek Lisans Programı, Beşiktaş, İstanbul

Nurdil ESKİN

Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Beşiktaş, İstanbul

ÖZET

İnsanlık tarih boyunca varlığını sürdürebilmek için çeşitli enerji kaynaklarını kullanarak yaşam faaliyetlerinde bulunmuştur. Bu yaşam faaliyetleri kimyasal enerjinin bir sonucu olan ateşin kullanılmasıyla başlayıp günümüzde atom altı parçacıkların ışınımı yoluyla kullanılan nükleer enerjiye kadar uzanmaktadır. Günümüzde yaşamın devam etmesi adına insanoğlunun birincil kullandığı enerji kaynakları fosil yakıtlar olarak tanımlanan kömür, petrol ve doğal gaz gibi geleneksel enerji kaynaklarıdır. Fakat geleneksel enerji kaynaklarının gerek miktarlarının sınırlı olması, gerekse enerji dönüşümü esnasında çevreye ve doğal yaşama zararları, gerekse de yeryüzündeki dağılımları kaynaklı birkaç devletin kullanımında olmalarından dolayı büyük bir hızla alternatif enerji kaynaklarına yönelim artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılan hidro-enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi gibi alternatif enerji kaynakları arasında en hızlı büyümeyi rüzgar enerjisi göstermektedir. Rüzgar enerjisinin son birkaç çeyrek asırda gösterdiği büyümenin temel nedenlerinden biri, rüzgar enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren rüzgar türbinlerinin performanslarıdır. Rüzgar türbini performanslarını etkileyen en önemli parametrenin türbine ulaşan rüzgar hızı olduğu düşünülürse, çeşitli rüzgar hızlarında türbinlerin üretebilecekleri güçlerin bilinmesi rüzgar enerjisi ile ilgili rüzgar santrallarının tasarım ve uygulanmasında çok önemli bir veri olduğu yadsınamayacak bir gerçektir. Enerji endüstrisinde, rüzgar santrallarında, enerji firmaları tarafından rüzgar güçlerinin tahmin edilmesi için kullanılan en önemli yöntemlerden biri makine öğrenmesi tahmin algoritmalarıdır. Bu çalışmada Bursa'da bulunan ve faal olarak elektrik enerjisi üreten bir rüzgar çiftliğinin türbinlerinden ölçülen 52.560 adet gerçek örneklemden oluşan veri seti kullanılarak, bu çalışma kapsamında geliştirilen karma model dahil 5 farklı tahmin modelinin başarı performansları irdelenmiş, modellerin başarı performansları ortalama hataların karekökü (RMSE), ortalama hataların karesi (MSE), ortalama mutlak hata (MAE) ve r-kare skorlarına göre kıyaslanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, en başarılı olan model bu çalışma için özel olarak geliştirilen karma modelidir. Karma modeli (KRM) sırasıyla gradyan yükseltme (GB) temelli, rastgele orman (RF) temelli, ekstra ağaç (ET) temelli, k'nci mertebeden en yakın komşular (KNN) temelli modeller izlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Makine öğrenmesi, regresyon modelleri, KNN, RF, ET, GB, yenilenebilir enerji, rüzgar enerjisi, rüzgar türbini, rüzgar enerji çitlikleri.

FORECASTING THE POWER GENERATION OF WIND TURBINES USING DIFFERENT REGRESSION MODELS BY MACHINE LEARNING ALGORITHMS

ABSTRACT

Throughout history, humanity has been in life activities by using various energy sources in order to survive. These life activities begin with the use of fire, which is a result of chemical energy, and extend to nuclear energy, which is used today through the radiation of subatomic particles. Today, the primary energy sources used by human beings for the continuation of life are traditional energy sources such as coal, oil and natural gas, which are defined as fossil fuels. However, due to the limited amount of traditional energy sources, the damage to the environment and natural life during the energy conversion, and the fact that they are used by a few states due to their distribution on the earth, the trend towards alternative energy sources is increasing rapidly. Wind energy shows the fastest growth among alternative energy sources such as hydro-energy, solar energy and wind energy, which are called renewable energy sources. One of the main reasons for the growth

of wind energy in the last few quarter centuries is the performance of wind turbines that convert wind energy into electrical energy. Considering that the most important parameter affecting the wind turbine performances is the wind speed reaching the turbine, it is an undeniable fact that knowing the power that the turbines can produce at various wind speeds is a very important data in the design and implementation of wind farms. In the energy industry, one of the most important methods used by energy companies to predict wind power is machine learning prediction algorithms. In this study, the success performances of 5 different forecasting models, including the hash algorithm model developed within the scope of this study, were examined, using the data set consisting of 52560 real samples measured from the turbines of a wind farm in Bursa, which produces electricity actively, and the success performances of the models were calculated by using the root mean square error (RMSE), mean square error (MSE), mean absolute error (MAE) and r-square scores. According to the results of the study, the most successful model is the hash algorithm model developed specifically for this study. The hash algorithm model (KRM) is followed by gradient amplification (GB) based, random forest (RF) based, extra tree (ET) based, and k-order nearest neighbors (KNN) based models, respectively.

Keywords: Machine learning, regression models, KNN, RF, ET, GB, renewable energy, wind energy, wind turbine, wind energy farms.

1. GİRİŞ

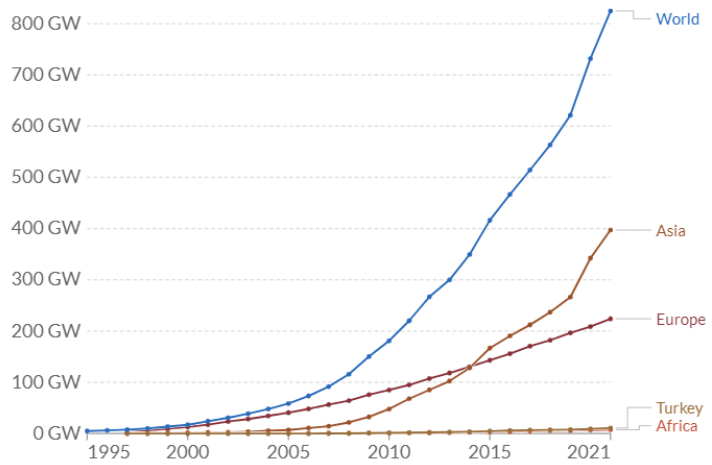
Geleneksel enerji kaynaklarının gerek miktarlarının sınırlı olması, gerekse enerji dönüşümü esnasında çevreye ve doğal yaşama zararları, gerekse de yeryüzündeki dağılımları kaynaklı birkaç devletin kullanımında olmalarından dolayı büyük bir hızla alternatif enerji kaynaklarına yönelim artmaktadır[1]. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılan hidro-enerji, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi gibi alternatif enerji kaynakları arasında en hızlı büyümeyi rüzgar enerjisi göstermektedir. Rüzgar enerjisinin son birkaç çeyrek asırda gösterdiği büyümenin temel nedenlerinden biri, rüzgar enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren rüzgar türbinlerinin performanslarıdır[2]. Rüzgar türbini performanslarını etkileyen en önemli parametrenin türbine ulaşan rüzgar hızı olduğu düşünülürse, çeşitli rüzgar hızlarında türbinlerin üretebilecekleri güçlerin bilinmesi rüzgar enerjisi ile ilgili rüzgar santrallarının tasarım ve uygulanmasında çok önemli bir veri olduğu yadsınamayacak bir gerçektir.

Tablo 1.1 incelendiğinde 1965 ve 2021 yılları arasında üretilen enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarına göre dağılımları ve yüzdelik değişimleri görülebilir.

Tablo 1.1: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Enerjilerin Türlere Göre Değişimi(1965-2021)[3].

Enerji Kaynağı Türü	1965 Yılı Üretim (TWh)	2021 Yılı Üretim (TWh)	Yüzdesel Değişim (%)
Hidro-enerji	923	4273	362
Rüzgar Enerjisi	8	1861	23162
Güneş Enerjisi	9	1032	11366
Diğer Yenilenebilir Enerji Çeşitleri	18	762	4133

Tablo 1.1'den de görüleceği üzere yenilenebilir enerji kaynakları kıyaslandığında 1965 ile 2021 yılları arasında enerji üretimi açısından en büyük değişimi %23162'lik büyümeyle rüzgar enerjisi göstermektedir. Rüzgar enerjisi geçen son çeyrekte aldığı yatırımı arttırarak yenilenebilir enerji kaynakları arasında da lokomotif kaynak olma yolunda büyük yol kat etmektedir[3,4]. Şekil 1.1'de rüzgar enerjisinin aldığı yatırımlara bağlı olarak rüzgar enerjisinin kurulu gücündeki değişim görülebilir.



Şekil 1.1 : Rüzgar Enerjisinin Dünya Üzerindeki Kurulu Gücü[3].

Şekil 1.1 incelendiğinde rüzgar enerjisinin kurulu gücü dünya genelinde 4.7 GW değerinden 824.87 GW değerine ulaşarak %820'lik bir büyüme gerçekleştirmiştir.

Dünya genelinde rüzgar enerjisi kurulu güçlerinin yadsınamaz bir hızda büyüme eğilimi göstermelerinden dolayı rüzgar enerjisi üzerinde gerek üretilebilecek enerjilerin tahmin edilmesi gerekse de ulaşılabilecek güçlerin tahmin edilmesi üzerine literatürde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Çelik tarafından yapılan çalışmada rüzgar hızı tahmini için Weibull ve Rayleigh yoğunluk fonksiyonları kullanılmış ve rüzgar hızları tahmin edilmiştir. Çalışmanın sonucunda kullanılan yöntemlerle rüzgar hızı tahmininde ortalama kare hata (RMSE) değeri 2.7 olarak hesaplanmıştır. Landberg ve arkadaşları rüzgar hızını tahmin etmek için weibull ve Rayleigh istatiksel modellerini baz alan yeni bir istatiksel model üzerine çalışmışlardır. Akdağ ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada rüzgar hızı verileri kullanılarak istatiksel yoğunluk fonksiyonu temelli yeni bir tahmin modeli oluşturulmuştur. Velo ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada rüzgar hızı ve rüzgar türbinlerinin üretebilecekleri elektrik enerjisinin tahmini için çok katmanlı yapay sinir ağları kullanılmıştır. An ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada rüzgar hızı tahmin modelleri karşılaştırılmıştır. Hu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada deniz üstü rüzgar türbinleri için hız tahmin algoritmaları üzerine çalışılmıştır [5-10].

2. YÖNTEM

Bu çalışmada Bursa'da bulunan bir rüzgar santralinin verileri kullanılarak rüzgar türbinlerinin belirli hızlarda üretebilecekleri rüzgar güçleri tahmin edilmiştir. Kullanılan veri seti 52560 adet örneklem içermektedir. Bu örneklemler toplamda 9 öznitelik sınıfına ayrılırlar. Bu 9 sınıftan bir tanesi hedef özellik olarak tanımlanmış ve diğer özellikler tanımlayıcı özellik olarak kullanılmıştır. Kullanılan veri seti %80 eğitim ve %20 test olmak üzere makine öğrenmesi algoritmalarını eğitmek maksadıyla ayrılmıştır. Yapılan çalışmada k'nci mertebeden en yakın komşu algoritması (KNN), gradyan yükseltme (GB) algoritması, ekstra ağaç algoritması (ET), Rastgele orman algoritması (RF) ve bu algoritmaları temel alarak oluşturulan karma model (KRM) kullanılmıştır. Kullanılan algoritmalar başarı ölçüm kriteri olarak ortalama mutlak hata (MAE), ortalama hataların karesi (MSE), ortalama hataların karekökü (RMSE), r-kare değerlerine göre kıyaslanmıştır.

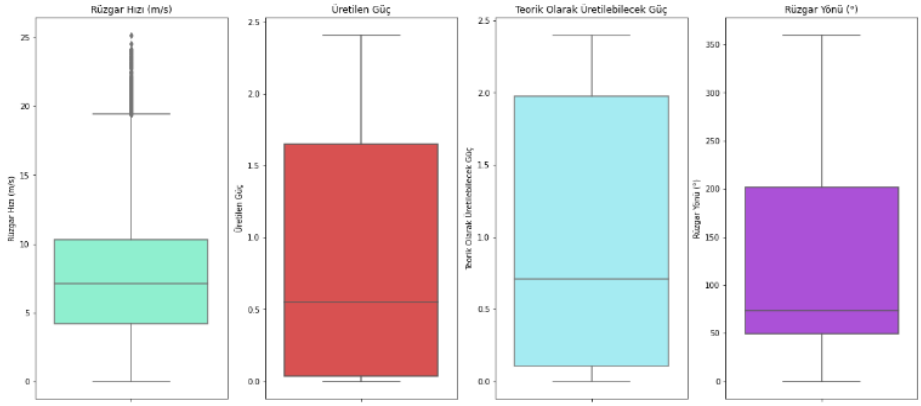
2.1. Veri Setinin İncelenmesi, Eğitim & Test İşlemleri İçin Hazırlanması

Bu çalışma, deneysel ölçümlerle elde edilmiş 52560 adet rüzgar türbini verisi içermektedir. Veri seti içerisinde bir tanesi hedef özellik 8 tanesi tanımlayıcı özellik olmak üzere toplamda 9 özellik bulunmaktadır. Veri seti içerisindeki özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- Üretilen güç.
- Üretilebilecek teorik güç.

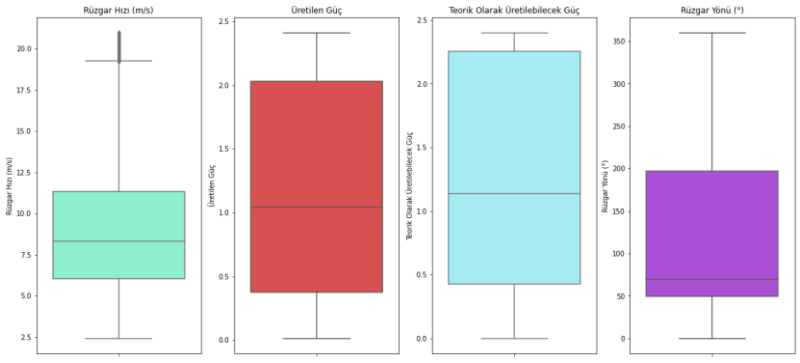
- Rüzgar hızı (m/s)
- Rüzgar yönü (°)
- Yıl
- Ay
- Gün
- Saat
- Dakika

Veri seti kullanılarak makine öğrenmesi algoritmaları eğitilmeden önce veri seti içerisindeki her bir özelliğin kayıp değer ya da aykırı değer içerip içermediği incelenmiştir. Şekil 2.1 incelendiğinde rüzgar hızı özelliğinin bir takım aykırı değerler içerdiği göze çarpmaktadır. Bu değerlerin uygulanacak algoritmaların eğitilmesinden önce algoritmaların başarıları için veri setinden uzaklaştırılmaları gerekmektedir.



Şekil 2.1 : Veri Seti Aykırı Değerlerinin Öznitelikler Üzerindeki Dağılımları.

Rüzgar hızı özelliğinde bulunan aykırı değerlerin ayıklanması için lokal aykırı değer faktörü (Local Outlier Factor) metodu kullanılmıştır LOF yönteminde her bir özniteliğin %25. ve %75. değerlerinin farkının belirli bir kat sayıyla çarpılarak o özniteliğin alt ve üst sınırları belirlenir. Sınırların dışarısında kalan her bir örneklem aykırı değer olarak kabul edilerek öznitelik verilerinden ayrılır. Rüzgar hızı özelliğindeki aykırı değerlerin temizlenmesinden sonra oluşan veri seti Şekil 2.2'de görselleştirilmiştir.



Şekil 2.2 : Veri Seti Aykırı Değerlerinin Ayıklanmasından Sonra Veri Seti Özniteliklerin Durumu.

Veri setinden aykırı değerlerin çıkarılma işlemi sonrası yapılan incelemede veri seti özelliklerinin değerlerinin ölçek olarak birbirlerinden farklı büyüklüklerde olduğu saptanmıştır. Ölçek farkından kaynaklanacak algoritma performans düşüklüklerinin önüne geçilmesi adına veri seti üzerinde standart ölçeklendirme işlemi uygulanmıştır. Standart ölçeklendirme işlemi için Denklem 2.1 kullanılmıştır.

$$x_{yeni} = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \quad (2.1)$$

2.2. K'nci Mertebeden En Yakın Komşular Algoritması (KNN)

K'nci mertebeden en yakın komşular algoritması olarak bilinen KNN algoritması makine öğrenmesinin denetimli öğrenme sınıfının temel algoritmalarının başında gelmektedir. 1960'lı yılların sonunda Thomas Cover ve Peter Hart tarafından oluşturulmuştur[11]. İlerleyen yıllarda türetilecek olan yapay sinir ağları (ANN), destek vektör makineleri (SVM) ve karar ağacı (DT) gibi önemli regresyon algoritmalarının temelini oluşturmaktadır[12]. KNN algoritmasında değeri tahmin edilmek istenilen örneklemin k'nci mertebeden en yakın komşularının değerlerine bakılarak istatiksel yöntemlerle örneklemin değeri hesaplanır[11,12].

2.3. Rastgele Orman Algoritması (RF)

Makine öğrenmesi uygulamalarının Topluluk öğrenmesi ve torbalama yöntemi sınıflarına mensup olan rastgele orman algoritması temel olarak ağaç yapısındaki tahmin algoritmalarıyla aynı disiplinle çalışır. Rastgele orman algoritması veri setini birden fazla alt veri seti kümelerine ayırır. Ayrılan her bir veri seti alt kümesi için bir kök hücre, birden fazla karar hücreleri ve her karar hücresi için birden fazla yaprak hücresi yaratarak bağımsız karar ağaçları oluşturur. Rastgele orman (RF) algoritmasında oluşturulan her bir karar ağacının tahmin ettiği değerin ortalaması alınarak sınanan örneklemin değeri tahmin edilmiş olur[13,14].

2.4. Ekstra Ağaç Algoritması (ET)

Ekstra ağaç algoritması, tıpkı atası olan rastgele orman algoritması gibi makine öğrenmesinin denetimli öğrenme sınıfına ve torbalama sınıfına mensup temel tahmin algoritmalarındandır. Ekstra ağaç (ET) algoritması rastgele orman (RF) algoritmasının özelleştirilmiş hali olarak adlandırılabilir. Ekstra ağaç (ET) algoritmasında veri setinin birçok kopyası oluşturulur. Oluşturulan kopya sayısı kadar karar ağacı yaratılır ve her bir karar ağacı kendisine sunulan alt veri seti kümesini kullanarak tahminlerde bulunur. Her karar ağacının tahmin değerleri toplanıp ortalaması alınarak nihai sonuç hesaplanır. Rastgele orman (RF) algoritmasından farklı olarak Ekstra ağaç (ET) algoritmasında karar hücreleri oluşturulurken rastgele orman algoritmasında yapıldığı gibi en iyi ayrımı sağlayan özelliğe göre dallanma yapılmaz. Karar hücreleri ya da yaprak hücreleri oluşturulurken tamamen rastgele seçilen özellikler altında ayrımlar yapılarak dallanmalar oluşturulur.[15].

2.5. Gradyan Yükseltme Algoritması (GB)

Gradyan iyileştirme ya da başka bir deyişle gradyan yükseltme algoritması, makine öğrenmesinin topluluk öğrenmesi sınıfının ve iyileştirme sınıfının en önemli algoritmalarından biridir. Gradyan yükseltme algoritması tıpkı torbalama algoritmaları gibi birden fazla karar ağacı kullanarak tahminler yapmaktadır. Diğer topluluk öğrenmesi algoritmalarından farklı olarak gradyan yükseltme algoritması kullandığı her bir modelin tahmin sonuçlarını kullanarak yeni bir model eğitir. Eğitilen her yeni modelle artık değerin sıfıra maksimum düzeyde yakınlaşacağı tahminler yapılmaya çalışılır. Bu sayede zayıf tahmin edici modellerin artıkları kullanılarak güçlü tahmin edici modeller oluşturulur[14].

2.6. Bu Çalışma İçin Geliştirilen Karma Algoritma (KRM)

Bu çalışma için tasarlanan karma model (KRM) topluluk öğrenmesi yöntemlerinden torbalama yöntemlerini ve yükseltme yöntemlerini beraber kullanmaktadır. Karma modelde, veri seti rastsallıkla test ve eğitim olmak üzere iki ana parçaya ayrılır. Veri setindeki her bir örneklem birden fazla denetim algoritmasıyla sırayla test edilir. Her bir denetim algoritmasının amacı kendilerine uygulanan veri seti ile yapılan tahmin için bir hata fonksiyonu oluşturmak ve hata değerlerini hesaplamaktır. Her bir denetim algoritmasının hiper parametrelerinin optimizasyonu yapılır. Optimizasyonu yapılan her bir algoritmanın tahmin sonuçlarının RMSE, MSE, MAE ve r-kare değerlerine bakılır. Başarı ölçütlerince en küçük hata değerlerine ve en yüksek r-kare skoruna sahip olan tahmin algoritmasının tahmini karma modelin tahmini olarak belirlenir. Bu işlemler

veri seti içerisindeki her bir örneklem için tekrarlanır. Bu şekilde veri setinin minimum düzeyde artık değerlere sahip olması sağlanarak maksimum doğrulukta tahmin performansları kazanılır.

2.7. Tahmin Algoritmalarının Başarılarının Değerlendirme Ölçütleri

Bu çalışmada geliştirilen modellerin performanslarının değerlendirilmesi için ortalama hataların karekökü (RMSE), ortalama hataların karesi (MSE), ortalama mutlak hata (MAE) ve r-kare sonuçları irdelenmiştir. RMSE, MSE, MAE ve r-kare ölçütlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller Tablo 2.1'de incelenebilir.

Tablo 2.1: Başarı Ölçüm Kriterleri Formülleri.

Denklem	Formül
MAE	$(MAE) = \sum_{J=1}^{N} \lvert y_j - y_{j,tahmin} \rvert$
RMSE	$(MSE) = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}(y_j - y_{j,tahmin})^2}$
MSE	$(MSE) = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}(y_j - y_{j,tahmin})^2$
R-Kare	$R^2 = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{N}(y_j - y_{j,tahmin})^2}{\sum_{i=1}^{N}(y_i - \bar{y})^2}$

3. Araştırma ve Bulgular

Bu çalışmada Bursa'da bulunan ve faal olarak rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten bir rüzgar çiftliğinin rüzgar türbinlerinden ölçülen 52560 adet örneklemden oluşan veri seti kullanılmıştır. Bu çalışmada veri seti üzerinde kullanılan 5 farklı tahmin modelinin ortalama kare hata değerleri (MSE), ortalama hataların karekökü (RMSE), ortalama mutlak hata(MAE) ve r-kare skorları belirlenmiş ve başarı durumları birbirlerine göre kıyaslanmıştır.

Tablo 3.1: KNN algoritması temelli modelin tahmin performansı.

Başarı Ölçüm Kriterleri	Sonuçlar
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	0.0518
Ortalama Hataların Karesi (MSE)	0.0061
Ortalama Hataların Karekökü (RMSE)	0.0781
R-Kare	0.9914

Tablo 3.1 incelendiğinde bu çalışma için geliştirilen KNN algoritması temelli tahmin modelinin 0.078'lik ortalama hataların karekökü değeriyle veri setinin %99.14'lük kısmını temsil ettiği görülmektedir.

Tablo 3.2: RF Algoritması Temelli Modelin Performansı.

Başarı Ölçüm Kriterleri	Sonuçlar
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	0.0493
Ortalama Hataların Karesi (MSE)	0.0053
Ortalama Hataların Karekökü (RMSE)	0.0733
R-Kare	0.9924

Tablo 3.2 incelendiğinde bu çalışma için geliştirilen RF algoritması temelli tahmin modelinin %99.24'lük doğrulukla tahminlerde bulunduğu görülmektedir.

Tablo 3.3: ET Algoritması Temelli Modelin Performansı.

Başarı Ölçüm Kriterleri	Sonuçlar
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	0.0517
Ortalama Hataların Karesi (MSE)	0.0058
Ortalama Hataların Karekökü (RMSE)	0.0765
R-Kare	0.9917

Tablo 3.2 incelendiğinde bu çalışma için geliştirilen ET algoritması temelli tahmin modelinin 0.0517'lik ortalama mutlak hata ile veri setinin %99.17'lik kısmını temsil ettiği görülmektedir.

Tablo 3.4: GB Algoritması Temelli Modelin Tahmin Performansı.

Başarı Ölçüm Kriterleri	Sonuçlar
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	0.0484
Ortalama Hataların Karesi (MSE)	0.0052
Ortalama Hataların Karekökü (RMSE)	0.0724
R-Kare	0.9926

Tablo 3.4 incelendiğinde GB algoritması temelli tahmin modelinin %99.26'lık doğrulukla tahminlerde bulunduğu görülmektedir.

Tablo 3.5: Karma Modelin Tahmin Performansı.

Başarı Ölçüm Kriterleri	Sonuçlar
Ortalama Mutlak Hata (MAE)	0.0357
Ortalama Hataların Karesi (MSE)	0.0036
Ortalama Hataların Karekökü (RMSE)	0.0600
R-Kare	0.9949

Tablo 3.5 incelendiğinde bu çalışma için geliştirilen karma modelin 0.0600'lık ortalama hataların karekökü sonucuyla ile veri setinin %99.49'luk kısmını temsil ettiği görülmektedir.

Yapılan çalışmanın sonucunda geliştirilen modellerin tamamının çok düşük hata değerleri ve çok yüksek r-kare değerlerine sahip oldukları görülmüştür. Kullanılan algoritmaların başarıları göz önünde bulundurulduğunda en başarılı algoritmanın geliştirilen karma model olduğu görülmüştür. Karma model algoritmasını sırasıyla gradyan yükseltme algoritması temelli model, rastgele orman algoritması temelli model, ekstra ağaç algoritması temelli model ve k'nci mertebeden en yakın komşular algoritması temelli model izlemektedir.

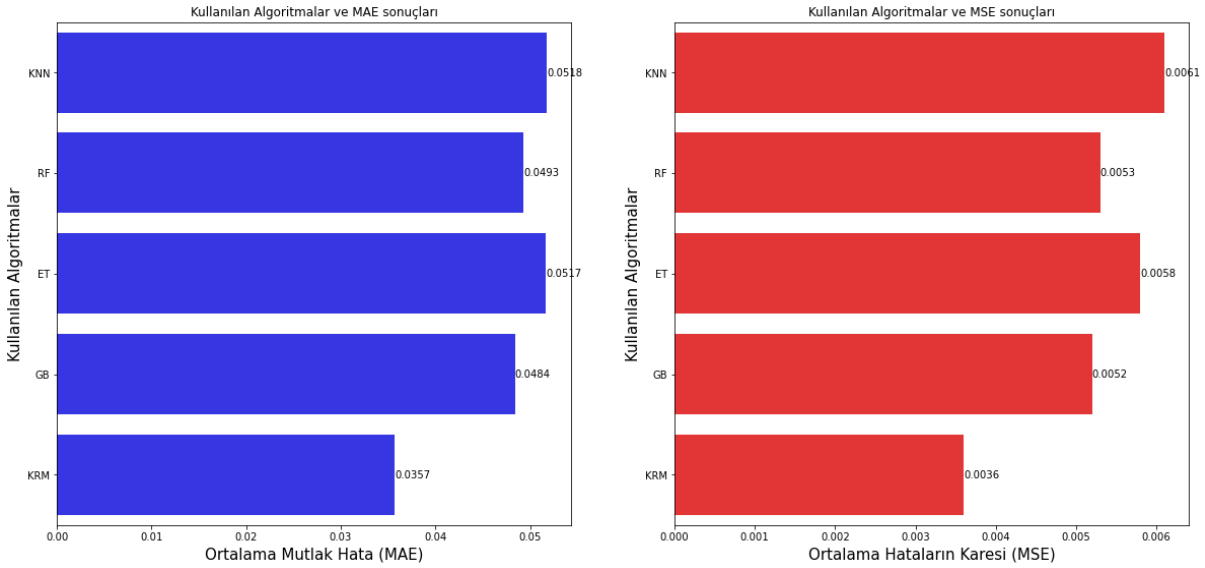
4. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında hali hazırda rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten bir rüzgar çiftliğinin rüzgar türbinlerinden elde edilmiş 52560 adet örneklemden oluşan bir veri seti kullanılarak, rüzgar türbinlerinin üretebilecekleri güçlerin tahmin edilmesi adına 5 farklı makine öğrenmesi modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen her bir modelin tahmin başarılarının kıyaslanması adına başarı ölçüm kriterleri olarak ortalama hataların karesi (MSE), ortalama hataların karekökü (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE) ve r-kare sonuçları kullanılmıştır. Tablo 4.1 incelendiğinde geliştirilen tahmin modellerinin başarı ölçüm kriterlerince sonuçları görülebilir.

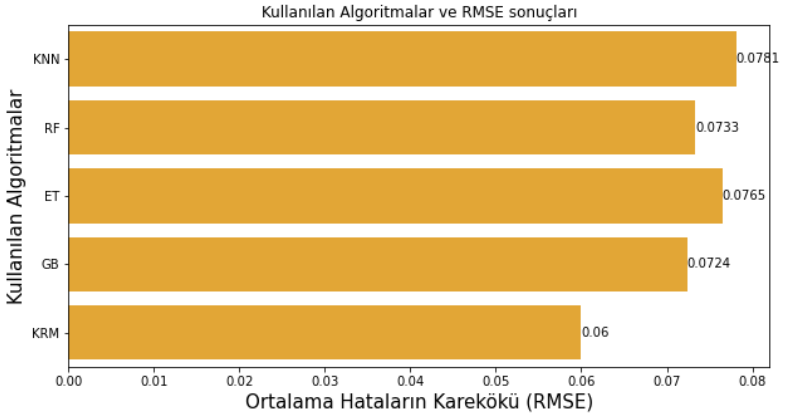
Tablo 4.1: Geliştirilen Modellerin Tahmin Performansları.

Geliştirilen Model	MAE	MSE	RMSE	R-Kare
KNN Temelli Model	0.0518	0.0061	0.0781	0.9914
ET Temelli Model	0.0517	0.0058	0.0765	0.9917
RF Temelli Model	0.0493	0.0053	0.0733	0.9924
GB Temelli Model	0.0484	0.0052	0.0724	0.9926
Karma Model	0.0357	0.0036	0.0600	0.9949

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 incelendiğinde geliştirilen tahmin modellerinin başarı performansları grafik olarak incelenebilirler.



Şekil 4.1: Geliştirilen Modellerin MAE ve MSE Sonuçları.



Şekil 4.2: Geliştirilen Modellerin RMSE Sonuçları.

Tablo 4.1, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 incelendiklerinde görüleceği üzere geliştirilen tahmin modellerinde en yüksek doğrulukta tahminleri karma model yapmaktadır. Karma modelin başarı sonuçları incelendiğinde binde üçlük gibi oldukça düşük bir ortalama hataların karesi değeriyle veri setinin %99.49'luk kısmını başarıyla temsil etmektedir. Başarı sonuçları bakımından Karma modeli, gradyan algoritması temelli model, rastgele orman algoritması temelli model, ekstra ağaç algoritması temelli model ve k'nci mertebeden en yakın komşular algoritması temelli model izlemektedir. Sonuç olarak Bursa'da faal olarak elektrik enerjisi üretimi için

kullanılan bir rüzgar santralinin rüzgar türbini verileri kullanılarak yapılan bu çalışmada rüzgar türbinlerinin üretebilecekleri güçlerin tahmin edilmesi için en uygun modelin geliştirilen karma model olduğu kanıtlanmış ve literatürde kullanılması amacıyla çalışma mekanizması tanıtılmıştır.

KAYNAKÇA

[1]. Öymen, G. (2020). YENİLENEBİLİR ENERJİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÜZERİNDEKİ ROLÜ . İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , 19 (39) , 1069-1087 . DOI: 10.46928/iticusbe.769022.

[2]. Elibüyük, U. & Üçgül, İ. (2014). Rüzgar Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgar Enerjisi Depolama Yöntemleri . Yekarum , 2 (3) , .

[3]. BP, BP Statistical Review of World Energy,BP Statistical Review of World Energy,2022.

[4]. Kavcıoğlu, Ş. (2019). YENİLENEBİLİR ENERJİ VE TÜRKİYE . Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi , 11 (21) , 209-227

[5]. Celik, A. N., (2003), Energy output estimation for small-scale wind power generators using Weibull-representative wind data, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 91,693–707.

[6]. Landberg, L., Giebel, G., Madsen, H., Nielsen, T. S., Jørgensen, J. U., Laursen, L., (2002). Wind farm production prediction-the Zephyr model. Technical report. Roskilde, Denmark

[7]. Akdag, S. A., Dinler, A., (2009), A new method to estimate Weibull parameters for wind energy applications, Energy Conversion and Management, 50, 1761–1766.

[8]. Hu, Y., Stamnes, K., Vaughan, M., Pelon, J., Weimer, C., Wu, D., Cisewski, M., Sun, W., Yang, P., Lin, B., Omar, A., Flittner, D., Hostetler, C., Trepte, C., Winker, D., Gibson, G., and Santa-Maria, M.: Sea surface wind speed estimation from space-based lidar measurements, Atmos. Chem. Phys., 8, 3593–3601, https://doi.org/10.5194/acp-8-3593-2008, 2008.

[9]. Velo R., López P., Maseda F.,Wind speed estimation using multilayer perceptron,Energy Conversion and Management,Volume 81,2014,Pages 1-9.

[10].Y. An, M.D. Pandey,A comparison of methods of extreme wind speed estimation,J. Wind Eng. Ind. Aerod., 93 (2005), pp. 535 545 ,10.1016/j.jweia.2005.05.003

[11]. Dudani, S. A. (1976). The distance-weighted k-nearest-neighbor rule. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, (4), 325-327.

[12]. Kotsiantis, S. B. (2013). Decision trees: a recent overview. Artificial Intelligence Review, 39(4), 261-283.

[13]. Pal M., (2005), Random forest classifier for remote sensing classification, International Journal Of Remote Sensing, 26(1), 217-222.

[14]. Breiman, L. (June 1997). Arcing The Edge (PDF). Technical Report 486. Statistics Department, University of California, Berkeley.

[15]. Breiman L. “Random Forests”. Machine Learning, 45(1), 5-32, 2001.

PAVİLYON TASARIMLARINA ENERJİ ETKİN YAKLAŞIMLAR

Mehmet Fatih ASLAN

Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Şanlıurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9864-9809

İbrahim YENİGÜN

Harran Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4742-0160

Dilek Oncel KOÇAR

Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Şanlıurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0271-1127

Özet

Dünya genelinde yaşanan enerji sorunları ve buna bağlı oluşan krizler, insanoğlunu geleceği adına zorunlu çözümlere mecbur bırakmıştır. Artan nüfusa paralel yaşanan hızlı tüketim sonucunda doğal kaynakların büyük ivmeyle azalması ve her geçen gün daha da büyüyen çevresel sorunlar tüm canlı yaşamı için büyük ölçülerde tehditler oluşturmaktadır. Bu konuda katkı sunması beklenenlerin başında enerji etkin ve doğa dostu ilkelerle yaklaşımlar sergilemesi gereken mimarlar önemli role sahiptirler. Dünya genelindeki enerji kullanımının en yoğun olduğu birimlerin yapılar olduğu gerçeği, konunun en önemli haklılık yönünü oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak mimarlar tarafından enerji etkin yapı tasarımları üzerinde çalışmalar sürdürülmekte ve bu konuda birçok disiplinden destek alınmaktadır. Multidisipliner yaklaşımların her geçen gün daha da ehemmiyet arz ettiği günümüz dünyasında, mimarlık ve enerji konularının sinerjik yaklaşımları mevcut yaşanan sorunlar için umut vaat etmektedir. Tüm bu veriler ışığında çalışmada; mimari yapılar içerisinde toplumsal, kültürel, sosyal ve ekolojik yaşantıdaki işlevselliği ve estetik nitelikleri bakımından pavilyonlar ele alınmıştır. Pavilyonlar; açık alanlarda veya sirkülasyon alanlarında kapalı mekan olgusunu vurgulayarak sergi, fuaye, dinlenme, konser, kent mobilyaları alanı, çalışma ve birçok kültürel faaliyetler için insanların barınması ve zaman geçirmesi için tasarlanmış mimari öğelerdir. Pavilyonların yapısal özelliklerinden en önemlilerinden biri de taşıyıcı ve örtü sisteminin çeşitlilik göstermesidir, bu farklılık minimal yapılardan büyük ölçekli yapılara kadar birçok mimari sanat eserine fikir ve ilham kaynağı olmaktadır. Pavilyonlar üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, enerji verimliliğine katkı sağladığı görülmüştür. Pavilyonlarda, yenilenebilir enerji seçeneklerinden biri olan güneş enerji sistemleri içerisinde, fotovoltaik paneller ve güneş pillerinin kullanıldığı görülmüştür. Böylece kendi sisteminde ihtiyaç duyulan enerji miktarı karşılanabilmektedir. Aynı zamanda doğal gün ışığını yakalayan form ve boşluklar, yapı içine maksimum seviyede ışık alınmasını sağlayarak enerji sarfiyatının önüne geçmektedir. Isıtma-soğutma ve havalandırma için yer altı ısısının mevsimsel hava şartlarına göre toprağın yazın serin, kışın ise sıcak kalması özelliklerinden, yapıya doğal kaynaklardan elde edilen enerji sağlanmıştır. Pavilyon yapısı ihtiyaca göre geçici veya kalıcı olarak inşa edilebilir. Pavilyonlar bulunduğu dönem ve kullanım şekilllerine göre farklılık gösterebilmektedir. Bu yapılar tasarlandıkları kent veya mekânlarda obje olma özelliği taşımaktadır. Estetik unsurları barındırması gereken pavilyonlar bu amaçla çalışma konusu olarak seçilmiştir. Dolayısıyla çalışmada; pavilyonların ülkemizde ve dünyadaki yeri ve önemiyle ilgili araştırmalara yer verilerek enerji etkinliğinin arttırılması konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Pavilyon, Sürdürülebilirlik, Enerji, Tasarım, Yenilenebilir Enerji Kaynakları

ENERGY EFFICIENT APPROACHES TO PAVILLION DESIGN

Abstract

The energy problems experienced throughout the world and the related crises have forced mankind to make necessary solutions for the sake of its future. As a result of rapid consumption in parallel with the increasing

population, natural resources decrease with great acceleration and environmental problems, which are growing day by day, pose a great threat to all living life. Architects who are expected to contribute to this issue and who should exhibit approaches with energy-efficient and environmentalist principles have an important role. The fact that the units where the energy use is most intense in the world are the structures constitutes the most important legitimacy aspect of the issue. Accordingly, studies on energy-efficient building designs are carried out by architects and support is received from many disciplines in this regard. In today's world, where multidisciplinary approaches are becoming more and more important every day, the synergistic approaches of architecture and energy issues are promising for the current problems. In the light of all these data; within the architectural structures, pavilions were discussed in terms of their functionality and aesthetic qualities in social, cultural, social and ecological life. Pavilions; emphasizing the phenomenon of indoor space in open spaces or circulation areas exhibition, foyer, recreation, concert, urban furniture area, are architectural elements designed to accommodate and spend time with people for work and many cultural activities. One of the most important structural features of pavilions is the diversity of the carrier and cover system, this difference is a source of ideas and inspiration for many architectural works of art, from minimal structures to large-scale structures. When the studies on pavilions were examined, it was seen that they contributed to energy efficiency. In pavilions, within the solar systems, which are one of the renewable energy options, photovoltaic panels and solar cells have been used. Thus, the amount of energy needed in its own system can be met. At the same time, the forms and spaces that capture natural daylight prevent energy consumption by ensuring that maximum light is taken into the structure. According to seasonal weather conditions of underground heat for heating-cooling and ventilation, the characteristics of the soil being cool in summer and warm in winter provided the structure with energy obtained from the natural sources. The pavilion structure can be built temporarily or permanently according to the need. Pavilions may vary as reported by the period in which they are located and their usage patterns. These structures have the speciality for being object in the city or places where they are designed. Pavilions, which should contain aesthetic elements, have been selected as the subject of the study for this purpose. Therefore, in the study, researches on the place and importance of pavilions in our country and in the world were included and suggestions were made to increase enegry efficiency.

Keywords: Pavilion, Sustainability, Energy, Design, Renewable Energy Sources

ELEKTRİKLİ ARAÇ ŞARJ İSTASYONLARI İÇİN VERİMLİLİĞİ ARTTIRICI YAKLAŞIMLAR

Dilek Öncel KOÇAR

Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0271-1127

İbrahim YENİGÜN

Harran Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0003-4742-0160

Mehmet Fatih ASLAN

Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Şanlıurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9864-9809

Özet

Dünya nüfusu hızla artmakta ve bu artışa bağlı olarak ulaşımda kullanılan araç miktarı artmaktadır. Günümüzde kullanılan araçların çoğu fosil yakıtlarla çalışmaktadır. Fosil yakıt kullanımı hava kirliliğine sebep olmakta ve yaşam koşullarını tehdit etmektedir. Ulaşım kaynaklı oluşan sera gazı, enerji sektöründe üretilen sera gazının %29'unu oluşturmaktadır. Bu sebepten dolayı fosil yakıt kullanımını ve sera gazı emisyonunu azaltmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan elde edilen veriler, en önemli çözümün elektrikli araçlara geçiş olduğunu göstermiştir. Elektrikli araçların, karbon emisyonunun sıfır olması sebebiyle gelecek yıllarda fosil yakıtlı araçların yerini alacağı düşünülmektedir. Tarihte ilk elektrikli araç 1835 yılında üretilmiş ve 1900 yıllarının başına kadar elektrikli araçlar, içten yanmalı motorlu araçlardan daha fazla kullanılmıştır. Bu dönemlerde üretilen elektrikli araçların menzillerinin kısa olması ve Teksas'ta benzin fiyatlarının düşmesi sebebiyle zamanla içten yanmalı motorlu araçlar elektrikli araçların yerini almıştır. Son yıllarda artan çevre sorunları ve fosil yakıtların azalması tekrardan elektrikli araçlara olan ilgiyi arttırmıştır. Hükümetler elektrikli araçlara yönelimi arttırmak amacıyla çeşitli çalışmalara girerek, teşvik programları hazırlamaktadır. 2018 yılında dünyadaki elektrikli araç sayısı 5.1 milyonu aşmıştır ve bu sayının 2050 yılında 100 milyona ulaşması beklenmektedir. Bu beklenti doğrultusunda araç şarj istasyonlarının da artması zorunlu önceliklerden olmuştur. Elektrikli araç sayısının artmasıyla ülkeler 2030 yılına kadar şarj alt yapısını oluşturmak için birçok yatırım programı yapmaktadır. Araç şarj istasyonu sayısının artmasıyla mevcut elektrik şebekesine oldukça büyük bir yük yüklenecektir. Bu yükün şehirlerin elektriksel işlevlerinin aksamasına ve kesintilere neden olacağı tahmin edilmektedir. Bu sorunların önüne geçebilmek için, elektrik şebekesinde yapılacak olan iyileştirmeler kalıcı bir çözüm olmayıp, yüksek maliyet gerektirmektedir. Bu sebeple araç şarj istasyonlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekliliği söz konusudur. Bu gerçeklerden hareketle çalışmada; elektrikli araç şarj istasyonlarının şebekeye bağımlılığını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarından destek alınmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur. Günümüzde kurulacak olan elektrikli araç şarj istasyonlarında, bölge koşulları göz önünde bulundurularak, rüzgâr ve güneş enerjilerinden üretilen elektrik enerjisi ile şarj imkânı sağlanmalıdır. Son gelişmeler ışığında güneş enerjisinden, PV panel sistemleri, güneş pilleri, kiremit güneş panelleri (Solar Tiles) gibi yöntemlerle elektrik üretimi yapılmaktadır. Rüzgâr türbinleri aracılığıyla rüzgâr enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Bu sistemlerin şarj istasyonlarına entegre edilmesiyle istasyonun ihtiyaç duyduğu şebeke yükü azaltılabilecektir. Tüm bu gerçeklerden hareketle çalışmada; elektrikli araç şarj istasyonlarının enerji etkin yöntemlerle desteklenmesi ve katkı sağlayacak öneriler getirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Elektrikli Araçlar, Şarj İstasyonları

EFFICIENCY-ENHANCING APPROACHES FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS

Abstract

The world population is increasing rapidly and the amount of vehicles used in transportation is increasing due to this increase. Most of the vehicles used today run on fossil fuels. The use of fossil fuels causes air pollution and threatens living conditions. Greenhouse gases generated from transportation constitute 29% of the greenhouse gas produced in the energy sector. For this reason, various studies are carried out to reduce the use of fossil fuels and greenhouse gas emissions. Data from these studies have shown that the most important solution is the transition to electric vehicles. It is thought that electric vehicles will replace fossil fuel vehicles in the coming years due to the zero carbon emissions. The first electric vehicle in history was produced in 1835, and until the early 1900s, electric vehicles were used more than internal combustion engine vehicles. Due to the short range of electric vehicles produced in these periods and the decrease in gasoline prices in Texas, internal combustion engine vehicles have replaced electric vehicles over time. In recent years, increasing environmental problems and the decrease in fossil fuels have again increased the interest in electric vehicles. Governments are preparing incentive programs by entering into various studies in order to increase the orientation to electric vehicles. In 2018, the number of electric vehicles in the world exceeded 5.1 million and this number is expected to reach 100 million in 2050. In line with this expectation, the increase in vehicle charging stations has been one of the mandatory priorities. With the increase in the number of electric vehicles, countries are making many investment programs to create their charging infrastructure until 2030. With the increase in the number of vehicles charging stations, a very large load will be placed on the existing electricity network. It is estimated that this load will cause disruption of the electrical functions of cities and interruptions. In order to prevent these problems, the improvements to be made in the electricity network are not a permanent solution and require high costs. For this reason, it is necessary to use renewable energy sources in vehicle charging stations. Based on these facts; The necessity of obtaining support from renewable energy sources to reduce the dependence of electric vehicle charging stations on the grid was emphasized. In the electric vehicle charging stations to be established today, the possibility of charging with electrical energy produced from wind and solar energies should be provided, considering the conditions of the region. In the light of recent developments, electricity is produced from solar energy by methods such as PV panel systems, solar cells, tile solar panels (Solar Tiles). Through wind turbines, wind energy is converted into electrical energy. By integrating these systems into charging stations, the network load required by the station can be reduced. Based on all these facts; it is aimed to support electric vehicle charging stations with energy-efficient methods and to bring suggestions that will contribute.

Keywords: Renewable Energy Sources, Electric Vehicles, Charging Stations

BIM SİSTEMİNİN BİNA YENİLEME SÜREÇLERİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Elif MANCIK

Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gebze, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2028-3832

Seher GÜZELÇOBAN MAYUK

Gebze Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gebze, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2676-4784

ÖZET

Sosyal, kültürel, teknolojik çeşitli konularda gündelik hayatta yaşanan değişim ve gelişmeler, kullanıcıların yapılarında kısmi ya da bütüncül düzenleme yapma taleplerini ortaya çıkarmaktadır. Özellikle Covid-19 salgınıyla artan mevcut binalardaki bu tür yenileme taleplerinin, atık oluşumu ve kaynak tüketimini de artırdığı bilinmektedir. Bununla birlikte, son yıllarda dünya genelinde yaşanan enerji ve kaynak yetersizliği sorunlarının çözümüne yönelik olarak mevcudun korunması konusuna odaklanıldığı ve bu noktada döngüsel ekonomi modelinin benimsenmeye başlandığı görülmektedir. Bu tür çevreci yaklaşımların önem kazandığı ve yenileme faaliyetlerinin tüm yapım faaliyetlerinin neredeyse yarısını oluşturduğu göz önüne alındığında, bina yenileme süreçlerinde enerji verimliliği için kullanılabilecek araç ve yöntemlerin artırılmasının sektöre ve ülkeye katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Son yıllarda inşaat sektöründe önemli ilerlemeler kaydeden ve kullanımı yaygınlaşmaya başlayan BIM sisteminin bu amaçla kullanılabileceği düşünülmektedir.

BIM sisteminin bina yenileme süreçlerinde enerji verimliliği için kullanılabilirliğinin araştırılmasının amaçlandığı bu çalışmada, yenilenme süreçlerinde BIM sistemin kullanıldığı çeşitli büyüklüklerdeki ve işlevlerdeki örnek uygulamalar incelenmiştir. BIM sisteminin yenileme süreçlerindeki kullanımının potansiyel faydaları bu örnekler üzerinden ele alınmış ve sistemin kullanımına engel olabilecek faktörler araştırılmıştır. Çalışmada ayrıca, BIM'in yenileme projelerinde kullanımı sırasında karşılaşılan zorluklar, sistemin kullanımının olumlu ve olumsuz yönleri sorgulanmıştır. İncelenen örnekler doğrultusunda, BIM sistemin bina yenilemelerindeki çeşitli aşamalarda; enerji analizleri ve simülasyonları, çevresel etki değerlendirmeleri gibi çeşitli amaçlarla kullanılabildiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, döngüsel ekonomi, bina yenilemeleri, yapı bilgi modellemesi (YBM-BIM).

ABSTRACT

The changes and developments in daily life in various social, cultural and technological issues reveal the demands of users to make partial or holistic arrangements in their buildings. It is known that such renovation demands in existing buildings, which have increased especially with the Covid-19 pandemic, have also increased waste generation and resource consumption. However, it is observed that in recent years, in order to solve the energy and resource insufficiency problems experienced around the world, a focus has been placed on the preservation of the existing items and the circular economy model has begun to be adopted. Considering that such environmental approaches have gained importance and renovation activities constitute almost half of all construction activities, it is thought that increasing the tools and methods that can be used for energy efficiency in building renovation processes can contribute to the sector and the country. It is thought that the BIM system, which has made significant progress in the construction sector in recent years and has started to become widespread in use, can be used for this purpose.

In this study, which aims to investigate the usability of the BIM system for energy efficiency in building renovation processes, sample applications of various sizes and functions where BIM system is used in renovation processes are examined. The potential benefits of using the BIM system in the renewal processes are discussed through these examples and the factors that may prevent the use of the system are investigated.

In the study, the difficulties encountered during the use of BIM in renovation projects, the positive and negative aspects of the use of the system were questioned. According to the examples examined, it has been determined that the BIM system can be used for various purposes such as energy analysis and simulations, environmental impact assessments at various stages of building renovations.

Keywords: Energy efficiency, circular economy, building renovations, building information modeling (BIM).

1.GİRİŞ

Küresel ısınma, kaynakların azalması ve buna bağlı olarak enerji maliyetlerinin artması gibi çeşitli nedenlerle son yıllarda sürdürülebilir yaklaşım ve çözümlere odaklanılması söz konusudur. Dünya nüfusunun ve bireylerin konfor gereksinimlerinin artması enerji tüketimini artırırken, sınırlı enerji kaynaklarındaki tükenme riskini de artırmaktadır. Bu noktada ülkelerin enerjinin verimliliği konusunda çalışmalar yürütmeye başlamış, enerjiyi etkin kullanmayı ve mevcut olanı korumayı amaçlayan politikaları benimsemiş oldukları görülmektedir. Türkiye ve diğer dünya ülkelerinde yapı sektörü genel enerji kullanımında büyük bir paya sahip olduğu bilinen binalarda enerji verimliliği önemli bir sorun haline gelmiştir (Manioğlu, 2011). Günümüzde yeni inşaat projeleri yapılırken enerji tüketimini azaltmak ve enerji verimliliğini artırmak için enerji analizleri ve simülasyonları, yeşil bina ölçütleri, sanal şantiye teknikleri, akustik analizleri ve çevresel etki değerlendirmeleri gibi pek çok araç projelerin sık kullanılan unsurları haline gelmiştir. Fakat günümüz koşullarına göre yenilenmemiş ve gereksinimleri karşılamada yetersiz kalabilen mevcut binalarda enerji tüketimlerinin yüksek oranda olabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle mevcut stokun enerji etkin tasarım kriterleri göz önüne alınarak yenilenmesi inşaat sektörü kaynaklı enerji tüketimini kontrol altına almak ve azaltmak için atılabilecek önemli bir adım olarak görülmektedir (Vatan ve Soğukoğlu, 2014). Bununla birlikte, inşaat sektöründe teknoloji alanında yaşanan değişim ve gelişmelerden biri proje tasarım araç ve süreçlerinde yaşanmaktadır. Gelişen teknolojinin, bilginin paylaşılma şeklini, kullanılan süreçleri ve işlerin yönetilme şeklini değiştirdiği görülmektedir. Bu bağlamda ve ihtiyaçlar doğrultusunda süreci kolaylaştırmak adına yeni bir proje yönetim aracı olarak Yapı Bilgi Modellemesi (YBM-BIM) son yıllarda inşaat sektöründe yer almaya başlamıştır (URL-1, 2022). BIM, inşaat projelerinde tasarımdan yıkıma tüm yaşam döngüsünü kapsayan bilgileri yönetmeye ve performansı artırmaya yarayan bir çalışma sistemidir. Sistemin, günümüzde çoğunlukla yeni inşaat projelerinde kullanımına rastlanmakta olup, yenileme projelerinde henüz benimsenme aşamasında olduğu söylenebilir. Buna karşın, gün geçtikçe yaygınlaşan BIM kullanımı ile uyumlu olarak, BIM kullanımının yenileme süreçleri ile bütünleştirilmesinin inşaat sektörü ve enerji verimliliği açılarından önem arz ettiği düşünülmektedir. Bu anlamda, BIM'in bina yenileme süreçlerinde enerji verimliliği için kullanılabilirliğini araştırmanın amaçlandığı çalışmada; bu tür süreçlerde BIM sistemi kullanılmış çeşitli büyüklük ve işlevlerdeki bina örnekleri incelenmiştir. Bu doğrultuda, BIM'in bu projelerdeki enerji verimliliği konusundaki kullanımları değerlendirilmiştir.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1.Mevcut Yapılarda Yenileme

Yenileme kavramı, yapının belirli bölümlerinin veya tamamının yapısal ve teknik iyileştirilmesi veya modernize edilmesi sürecini ifade eder.(URL-2, 2022). Literatürde ve endüstride, bina yenileme projelerinin kapsamını belirlemek için bakım/onarım, tamirat, iyileştirme, dönüştürme, yeniden kullanım, uyarlanabilir yeniden kullanım gibi çok çeşitli terminolojiler kullanılmaktadır(Shahi vd, 2020). Yenileme için birçok sebep olabilir ancak en önemlisi yaşam konforunu ve iç mekan iklimini iyileştirmektir. Mevcut bir yapı yenilenerek iç ve dış ortam kalitesi arttırılabilir. Eski ve yıpranmış bir yapı söz konusu olduğunda yıkıp yeniden inşa etmek yerine mevcut olanı koruyarak ihtiyaçlar doğrultusunda yenilemek çoğu zaman daha çevreci bir yaklaşım olmuştur. Özellikle beton ve çelik olmak üzere bütün malzemeler oluşum enerjisine sahip olduğundan yenilemenin çevresel etkisi her zaman daha azdır. Yenileme faaliyetleri çevresel avantajların yanında daha düşük maliyet ve zaman tasarrufu da sağlamaktadır(URL-3, 2022).

Türkiye ve Dünya ülkelerinde sosyal ve ekonomik kalkınmanın temel girdisi olan enerjiye gün geçtikçe daha çok gereksinim duyulması, dünyanın enerji kaynaklarının sınırlı olması ve sürekli azalan yönde ivmelenmesi gerçeğinin daha geniş kesimlerce anlaşılması ülkeleri, enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye ve enerjiyi etkin kullanmaya yöneltmektedir (Seydioğulları, 2013). Özellikle Avrupa ülkelerinde binaların neredeyse yarıya yakın bir kısmının ve 50 yıldan eski enerji verimli olmayan yapılar olması nedeniyle mevcut

stokun enerji verimli olarak yenilenmesi bu tür ülkelerde önemli bir öncelik olarak karşılaşılmaktadır (Stegnar and Cerovsek, 2019). Bu anlamda Avrupa'da, 2002/91/EC sayılı 'Binaların Enerji Performansı Direktifi (EPBD)' olarak adlandırılan direktif ile ulusal enerji performansı ihtiyaçları tespit edilmeye başlanmıştır. Ayrıca, direktifle yapıların enerji performansının iyileştirilmesi ve enerjinin verimli kullanılması amaçlanmaktadır (Ganiç, 2012). Avrupa Komisyonu 2020 yılında mevcut binalardaki enerji tüketiminin azaltılması konusunda 'Yenileme Dalgası' adlı girişimi açıklamıştır. Bu girişime göre 2030 yılına kadar yıllık enerji yenileme oranını en az ikiye katlamak hedeflenmektedir (URL-4, 2022). AB'deki gelişmelere ek olarak, Türkiye' de de enerji verimliliğinin sağlanması için ulusal mevzuatlar geliştirilmiştir. Ülkede öncelikle, 27075 sayılı 05.12.2008 tarihli Resmi Gazete'de 'Bina Enerji Performansı Yönetmeliği' yürürlüğe girmiş ve 2020 yılında 5627 sayılı 'Enerji Verimliliği Kanunu' kabul edilmiştir. Bu düzenlemelerle, asgari düzeyde enerji performansı gereklilikleri tespit edilebilmektedir. Ayrıca mevzuatla, bina enerji kullanımının hesaplama yöntemlerini belirlemek, mevcut binaların yenileme faaliyetleri için minimum enerji ihtiyaçlarını tespit etmek ve enerji kaynaklarının sera gazı emisyonlarını önlemek amaçlanmıştır (Ganiç, 2012). Mevcut binalarda ısıtma, soğutma ve aydınlatmaya harcanan enerjinin azaltılması enerji tasarrufu açısından büyük bir potansiyel taşımaktadır. Yapılacak performans değerlendirmesi doğrultusunda enerji etkin yenileme çalışmaları ile binaların pasif sistemler olarak performansının artırılması ve aktif sistemlerin yükünün azaltılması mümkün olabilmektedir (Yetkin, 2014).

Yaşanan küresel enerji problemlerine ek olarak, aktif bir deprem bölgesinde bulunan Türkiye deprem ve kullanımdan kaynaklı çeşitli eskime riskleri ile karşı karşıyadır. Bu tür risklerin azaltılmasına yönelik olarak mevcut yapıların güçlendirilmesi sıklıkla gündeme gelmekte ve yapı stokunun yaklaşık %40'ının yenilenmesi veya güçlendirilmesi önerilmektedir (URL-5, 2022). Depreme ve mevzuatlara uygun tasarlanmayan binaların can ve mal kayıplarına neden olacağı göz önüne alındığında depreme dayanıklı binaların inşa edilmesi ve mevcut binaların güçlendirilmesi ile binalardan kaynaklı can ve mal kaybı risklerin büyük ölçüde önüne geçmenin olası olduğu bilinmektedir (Çakmak vd., 2022). Bu tür yenilemelerde deprem ve enerji başlıklarının bütünleşik bir şekilde çözüm olarak ele alınması Türkiye için önem arz etmektedir. Bununla birlikte çalışma kapsamı enerji verimliliği ile sınırlandırılmış olup, örnek seçiminde bu konuya odaklanılmıştır.

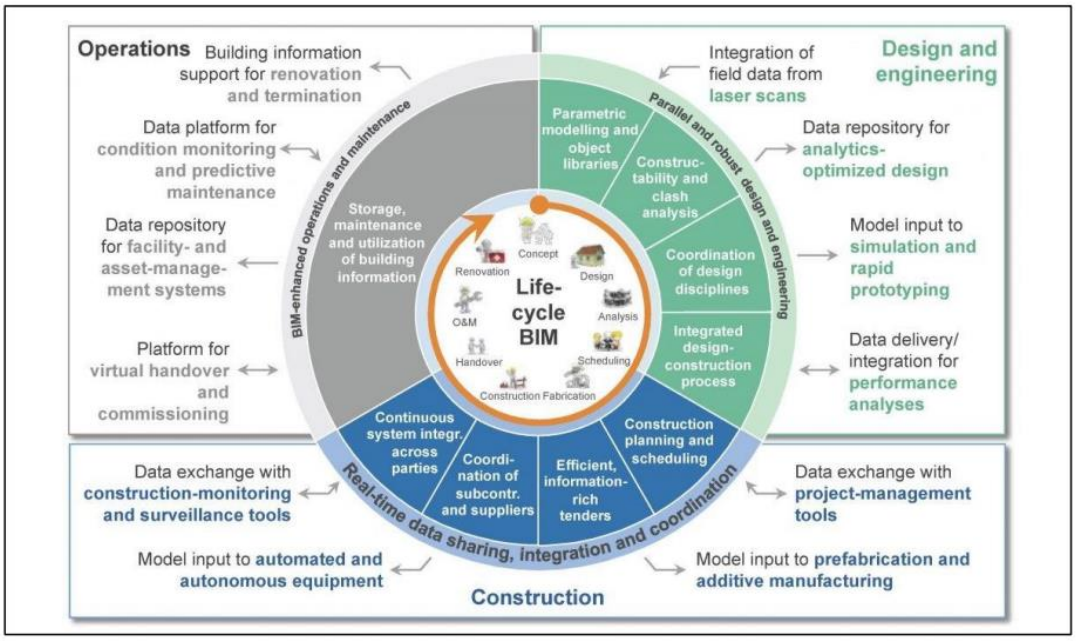
Son yıllarda dünya genelinde yaşanan enerji ve kaynak yetersizliği sorunlarının çözümüne yönelik olarak mevcudun korunması konusuna odaklanıldığı ve bu noktada döngüsel ekonomi modelinin benimsenmeye başlandığı görülmektedir. İklim değişikliğini yavaşlatmanın önemli bir parçası olan döngüsel ekonomi yaşam döngüsünü uzatmak adına mevcut malzeme ve ürünlerin mümkün olduğunca uzun süre paylaşılmasını, yeniden kullanılmasını, onarılmasını, yenilenmesini ve geri dönüştürülmesini içeren bir üretim ve tüketim modelidir(URL-6, 2022). "Al, yap, israf" ile özetlenen doğrusal ekonomide doğal kaynaklar, nihai olarak atık olmaya mahkum ürünlere dönüştürülür. Ancak döngüsel ekonomi, kaynak kullanımını, atık, kirlilik ve karbon emisyonlarını azaltarak kapalı döngüye dayalı bir sistem oluşturmayı hedefleyerek yeniden kullanım, paylaşım, onarım, yenileme, yeniden üretim ve geri dönüşümü kullanır(URL-7,2022). Döngüsel ekonomiye ulaşmada önemli bir bileşen olan bina yaşam döngüsü, yenileme çalışmaları ile büyük ölçüde artırılabilir(URL-8, 2022).

Yeni inşaat projelerine kıyaslandığında yenileme projeleri eksik ve güncel olmayan bina bilgilerinden dolayı oldukça karmaşıktır. Bu bağlamda mevcut iki boyutlu çizimler tüm proje süreci için yetersiz kalmaktadır. Sürdürülebilirlik ve enerji performansı gibi konuların dikkate alındığı yenileme projelerinde enerji verimliliği için kullanılabilecek araç ve yöntemlerin artırılmasının sektöre ve ülkeye katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Son yıllarda inşaat sektöründe bilgi ve iletişim teknolojileri alanında önemli ilerlemeler kaydeden ve kullanımı yaygınlaşmaya başlayan BIM sisteminin bu amaçla kullanılabileceği düşünülmektedir.

2.2.Yenileme Projelerinde BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) Kullanımı

BIM bir inşaat projesinin fiziksel ve işlevsel özelliklerinin tüm paydaşların ortak erişiminde olan bir üç boyutlu model üzerinden projelendirildiği disiplinler arası iş birliğine dayanan nesne tabanlı bir teknolojidir (Daneshvartarigh, 2021). BIM yazılımları yardımıyla yapı performansı, enerji analiz ve simülasyonları, maliyet analizleri, fiziksel çevre ve malzeme bilgileri ile gerçeğe uygun bir sanal model oluşturulur (Sur, 2020). Gelişim halinde olan BIM modelleri her biri farklı amaca hizmet eden üçten fazla boyuta sahiptir. Dördüncü boyut-zaman, beşinci boyut-maliyet, altıncı boyut-sürdürülebilirlik, yedinci boyut-işletme ve sekizinci boyut-güvenlik olarak tanımlanabilir. Projenin çok boyutlu olarak modellenmesi ile tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarında karşılaşılabilecek olası problemlerin önemli ölçüde önüne geçilmektedir

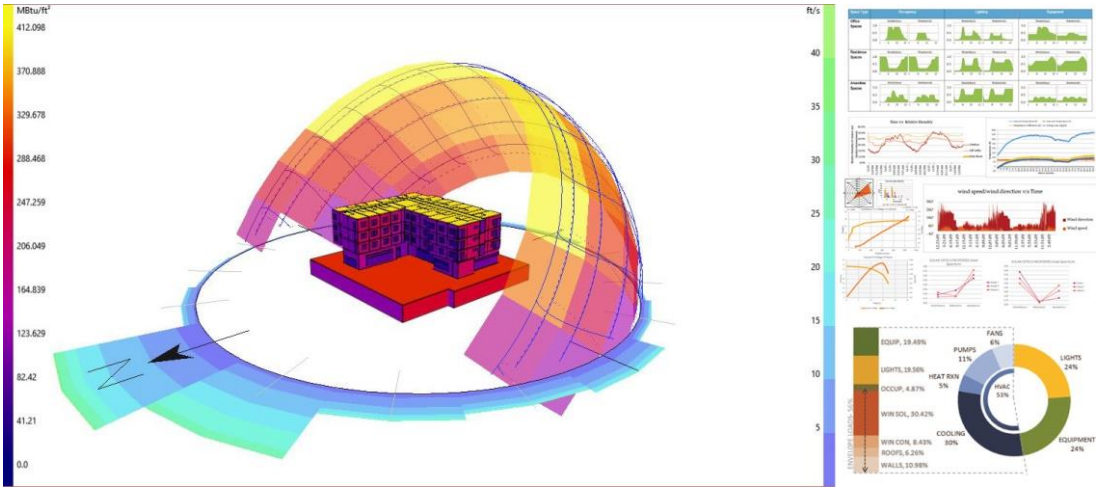
(Akın vd., 2018). BIM modeli yapının planlama aşamasından, tasarım, uygulama, işletme, yenileme, yıkım ve malzeme geri dönüşümü dahil olmak üzere tüm yaşam döngüsü boyunca kullanılabilmektedir (Şekil 1). Yeni inşaat projelerindeki uyumu ve kullanımı giderek artan BIM sistemine mevcut binaların yenilenme süreçlerinde çok daha az rastlanmaktadır. Yenileme projelerinde özellikle enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik alanlarına odaklanan BIM kullanımının potansiyel faydalarının araştırmacılar ve kullanıcılar tarafından farkına varıldıkça BIM'in yenileme projelerindeki kullanımın artacağı öngörülmektedir (Bahadır, 2018).



Şekil 1: BIM Proje Yaşam Döngüsü (Daneshvartarigh, 2021).

Günümüzde enerji verimli bina tasarımı sırasında; enerji tüketimi, termal konfor, maliyet analizi, aydınlatma, çevresel etki, akustik gibi performans değerlendirmelerini yapabilmek için analiz ve simülasyon araçlarının kullanımının önem kazandığı görülmektedir. Benzer şekilde, mevcut bina yenilemelerinde BIM ile bütünleşik yazılımların kullanımı binaların enerji verimliliğine katkı sağlamaktadır (Yıldız, 2018). Binaların en verimli şekilde yenilenmesi için farklı tasarım seçeneklerinin geliştirilip en uygun olanının seçilmesi gerekmektedir Bu nedenle yenileme projelerinde BIM kullanımı ile enerji performansı değerlendirmeleri gerçek bilgiye dayalı olduğu için proje sonunda tahmin edilen ve gerçekleşen enerji performansı arasındaki fark önemli ölçüde azaltılabilir (Stegnar and Cerovsek, 2019). BIM' in sağlamış olduğu erken enerji simülasyonları ile uygulama aşamasına geçilmeden bu tür analizlerin yapılıp tasarım kararlarının verilmesi, uygulama ve işletim aşamasında karşılaşılacak olası hataların ve revizelerin önüne geçilerek de zaman, maliyet ve iş gücü kazancı sağlanmış olur. Son zamanlarda bir tasarım keşif süreci olarak 'Autodesk Generative Design' yazılımının kullanıldığı görülmektedir. Bu yazılıma belirli parametre, sınırlama ve tasarım hedefleri girilerek; olası tüm tasarım seçeneklerinin üretilmesi ve en uygun olanının seçilmesi hedeflenmektedir (Sur, 2020).

Günümüzde BIM yazılımları ile LEED ve BREEAM gibi yeşil bina değerlendirme sistemlerinin de bütünleştiği birçok analiz yapılabilmektedir. Performans odaklı olan bu analizler; değişen iklim şartlarına uyum sağlayabilmek için iklimsel analizler, potansiyel enerji kazanım grafiklerinin oluşturulduğu tüm bina enerji analizi, yapıya en uygun olan doğal aydınlatma seçeneğine karar verebilmek için gün ışığı ve doğal aydınlatma analizi, güneş ve gölge analizi, güneş ışınım analizi, rüzgar ve hava akım analizi ve enerji yük analizi şeklinde sıralanabilir (Şekil 2) (Özcan, 2018).



Şekil 2: Enerji analizi (URL-9, 2022).

Yenileme projelerinde; inşaat teknolojisi, yönetim metodu, malzeme ve işçi kaynaklı atık üretimi, israf ve verimsizlik gibi problemler hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli problemler olarak ortaya çıkmaktadır (Akkaya, 2012). BIM modeli kullanılarak; yapı malzemesi kullanımı tahmini, bütçe tahmini, maliyet planlaması ve çakışma testleri gibi çeşitli çalışmalarla projede kaynak, zaman ve maliyet optimizasyonu sağlanabilmektedir (URL-10, 2022). BIM kullanımının sektöre sağladığı faydalardan bir diğeri de farklı disiplinler arasında erken işbirliği oluşturarak koordinasyon sağlamasıdır. Mevcut bina veri yetersizliği ve karmaşıklığın ön planda olduğu yenileme projelerinde, katılımcılarının planlama aşamasından itibaren birlikte çalışabildiği bu sistem ile daha az hata ile düşük maliyetli ve sürdürülebilir çalışmalar gerçekleştirilebilir (Özcan, 2018). Geleneksel yöntemler kullanılan projelerde tüm proje süreci içerisindeki hatalar yaklaşık %30-%33' lük bir değere sahipken BIM sistemi ile tasarım aşamasında olası hataların tespit edilip giderilmesiyle bu oran %3'lere kadar düşmektedir (Özcan, 2018).

Mevcut bir binayı BIM sistemi ile yenileme, yeniden inşa etme veya güçlendirme ile değiştirmek istendiği zaman, mevcut yapının doğru ve son derece ayrıntılı bir temsiline sahip olmak çok önemlidir. Orijinal ve güncel belgelerin bulunmadığı durumlarda onları yeniden oluşturmak gerekir. Mevcut bir yapının boyutları ve detayları ile sıfırdan doğru bir çizim yapmak zordur. Bu noktada '3D Lazer Tarama' teknolojisi devreye girmektedir. Yenileme projelerinin çoğunda karşılaşılan ve özellikle model oluşturma sırasında ortaya çıkabilecek sorunların giderilmesi ya da en aza indirilmesinde; modern fotogrametriden, lazer taramadan, üç boyutlu (3B) modellemeden ve BIM'in sunduğu diğer araçlardan faydalanabileceği bilinmektedir (Popov vd., 2010). Benzer şekilde; nokta bulutu taramalarından dönüştürülen 3D BIM modelleri, binaların rengine ve yansıtıcılığına kadar kaydedilen bilgilerle ayrıntılı olarak zengindir. Bu ayrıntılı bilgi, mimarların ve mühendislerin malzeme özelliklerini tam olarak anlamalarına yardımcı olur. Nokta bulutunun entegre edilmesi, modellenmesi ve değerlendirilmesi; paydaşların mevcut yapı hakkında eldeki bilgileri kullanmalarında kolaylık sağlamaktadır. Bu yolla sağlanan birlikte çalışabilirlik ile yenilemelerin maliyet ve zaman aşımları azaltılabilmektedir (URL-11, 2021).

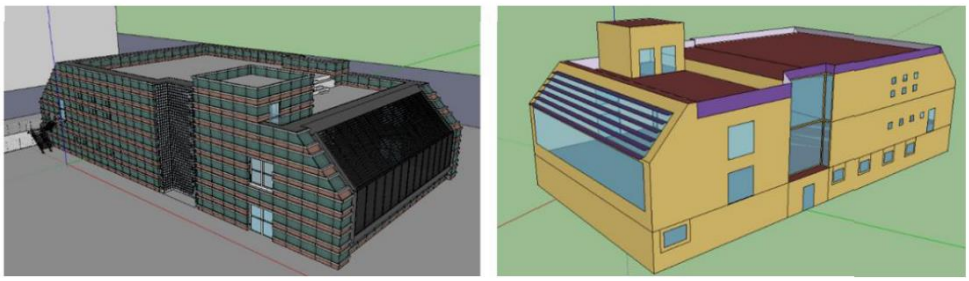
2.3.Örnek Projeler

BIM sisteminin bina yenileme süreçlerinde enerji verimliliği için kullanılabilirliğinin araştırılmasının amaçlandığı çalışmanın bu bölümünde; yenilenme süreçlerinde BIM sistemin kullanıldığı çeşitli büyüklüklerdeki ve işlevlerdeki örnek uygulamalar ele alınmıştır. Çalışma kapsamında Brescia Akıllı Kampüs (ABD), Atatürk Havalimanı İç Hatlar Terminali (Türkiye), Sorsby Tıbbi Uygulama Merkezi (Londra), Holidayy Inn Express (ABD) ve De Castilla 23 (İtalya) projeleri bu anlamda incelenmiştir (Tablo 1). Örnek seçimi sırasında, BIM kullanımının zorunlu olduğu ülkeler dikkate alınmıştır. BIM sisteminin yenileme süreçlerindeki kullanımının potansiyel faydaları bu örnekler üzerinden ele alınmış ve sistemin kullanımına engel olabilecek faktörler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada ayrıca, BIM'in yenileme projelerinde kullanımı sırasında karşılaşılan zorluklar, sistemin kullanımının olumlu ve olumsuz yönleri sorgulanmıştır.

Tablo 1: İncelenen örneklerin yapı bilgileri.

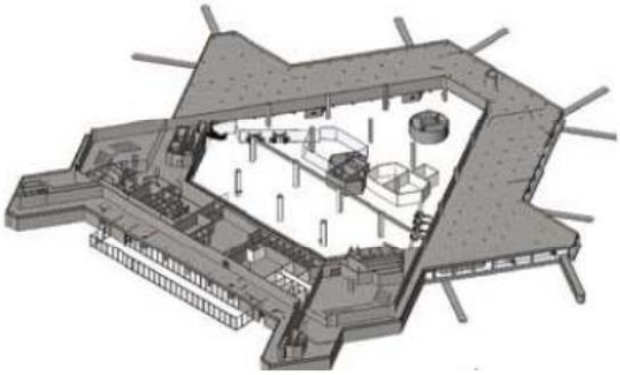
	YAPI	KONUM	TARİH	İŞLEV	YAZILIM	BIM KULLANIMI
	THE BRESCİA SMART CAMPUS	Owensboro, Kentucky, ABD		Eğitim	Autodesk Revit , Sketchup, Energyplus, Open Studio/Sketchup	Görselleştirme, ortak veri kullanımı, enerji analizi ve simülasyonları, cephe tasarım seçeneklerinin değerlendirilmesi.
	ATATÜRK HAVALİMANI İÇ HATLAR TERMİNALİ	İstanbul, Türkiye	2005	Ulaşım	Revit	3D Modelleme, Çakışma Analizi, Metraj, Tesis Yönetimi
	SORSBY MEDICAL PRACTICE	Hackney, Londra	2012	Sağlık		3D Modelleme, Çakışma Analizi, Enerji Analizi, Metraj, Tesis Yönetimi
	HOLIDAY INN EXPRESS	Chelmsford, Massachusetts, ABD	2018	Otel	Revit, Navisworks, Bluebeam, 3D Studio Max	3D Modelleme, Birlikte Çalışabilirlik, Enerji Analizi, Metraj, Tesis Yönetimi
	DE CASTILLIA 23	Milan, İtalya	2018	Ofis		3D Modelleme, Birlikte Çalışabilirlik, 4D BIM, Keşif, Metraj, Tesis Yönetimi

Son yıllarda döngüsel ekonominin gündeme gelmesiyle, inşaat sektöründe enerji tüketimini azaltmanın en etkili yollarından biri olarak mevcut yapıların yenilenmesi ile karşılaşılmaktadır. Bu anlamda ABD'de yer alan Brescia Akıllı Kampüs Projesi'nde; ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi enerji sistemleriyle mevcut bina iyileştirilerek enerji verimliliğini artırmak hedeflenmiştir. Birçok farklı disiplinin birlikte yürüttüğü projede; modelleme, analiz, yeni eklenen sistemlerin uyumluluğunu test etmek için BIM sistemi kullanılmıştır (De Angelis et al., 2015). Yenileme sürecinde ilk olarak; mevcut bina hakkında en güncel ve güvenilir proje verilerini oluşturmak için lazer tarama teknolojisi ile saha taraması yapılmıştır. Sonrasında, nokta bulutu verileri proje modelini oluşturmak için Revit programına aktarılmıştır. Ayrıca, yenileme sırasında enerji analizleri için Energyplus ve Open Studio/Sketchup yazılımları kullanılarak, projedeki akıllı sistemler ve alınan enerji güçlendirme yöntemleri test edilmiştir (Şekil 3). Yapılan çalışmalar doğrultusunda enerji tasarrufu, doğru iç mekan havalandırması için açıklıkların kullanımı, cephede güneş kırıcı ve gölgelendirme sistemiyle içeriye giren güneş ışığından uygun şekillerde yararlanılması üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Sur, 2020).



Şekil 3: BIM ve BEM (Bina Enerji Modeli) çıktıları (De Angelis et al., 2015).

BIM sistemin ayrıca 2005 yılında Türkiye'de Atatürk Havalimanı İç Hatlar Terminali Renovasyon Projesi'nde kullanıldığı bilinmektedir (Erdik, 2018). TAV Construction firması tarafından gerçekleştirilen projenin proje hazırlama aşamasında; çizimlerinin gerçekleştirilmesi, iklimlendirme hesaplarının yapılması, tesis işletiminin etkin kılınması gibi amaçlarla BIM kullanıldığı görülmektedir. Bu noktada, projenin başından sonuna Autodesk Revit yazılımından yararlanılmıştır (Şekil 4)(Erdik, 2018).



Şekil 4: İstanbul Atatürk Havalimanı İç Hatlar Terminali BIM modeli (Duru ve Badem, 2015).

Havalimanı yenileme projesinde; BIM modeli içerdiği hacimlerin gün ışığı seviyeleri bilgileri ile hızlı ve doğru karar vermede yardımcı olmuştur. Ayrıca, çevresel faktörlerin göz önüne alınmasıyla yenilenen cephe tasarımları projedeki önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlamıştır (URL-11, 2022). İç ve dış ortam arasındaki ısı alış verişinin en fazla olduğu bina cepheleri rüzgar, güneş ve yağmur etkilerine açıktır (Yarkın, 2017).

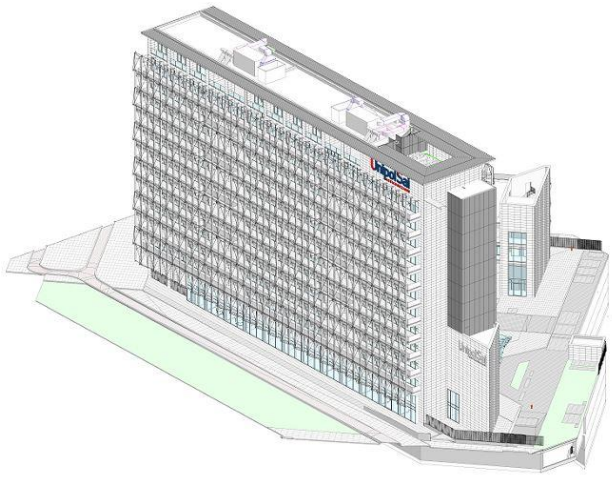
Havalimanı, otel, hastane gibi büyük ölçekli ve yoğun kullanıcı sirkülasyonuna sahip yapılar işletim süreçlerinde daha fazla enerji tüketmeleri sebebiyle yeni inşaat ve yenileme çalışmaları yapılırken enerji tüketimini azaltacak yaklaşımlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu etkileri doğru tasarım, malzeme ve pencere seçimleriyle en aza indirmek mümkündür. Bu anlamda, cephesi kötü durumda olan ve sıcak havalarda aşırı ısınan Sorsby Tıbbi Uygulama merkezi BIM kullanılarak yenilenen bir başka yapıdır. 2012 yılında yenilenen ve İngiltere'de yer alan yapı, hem mimari hem çevresel açıdan gereksinimleri karşılamak üzere yenilenmiştir. Yapının yenilenmesi sırasında; görselleştirme, ortak veri kullanımı, farklı tasarım seçenekleri ve analizler ile en verimli tasarıma ulaşmak için BIM sistemi kullanılmıştır (Klaschka, 2014).

Şekil 5: Sorsby Tıbbi Uygulama merkezi BIM modeli(URL-12, 2022).

Yenileme işlemleri sırasında BIM kullanılan bir başka örnek Holidayy Inn Express otel projesidir(Şekil 6). 2018 yılında yenilemesi yapılan ve ABD'de yer alan otelin yeniden markalaştırılmasıyla otele ait HVAC (ısıtma, soğutma, havalandırma, iklimlendirme) sistemleri, elektrik ve sıhhi tesisat sistemleri, dış cephe yenilemesi ve dekorasyonu gerçekleştirilmiştir. BIM sistemi kullanılan bu yenileme projesinde uygun malzeme ve HVAC yenilemeleri ile enerji performansı iyileştirilmiş, termal konfor ve iç mekan hava kalitesi sağlanmıştır (URL-13, 2021).

Şekil 6: Holidayy Inn Express BIM modeli (URL-13, 2021).

Çalışma kapsamında incelenen son örnek proje yıllardır bitmemiş ve terk edilmiş olan De Castilla 23 ofis binası yenilemesidir(Şekil 7). 2018 yılında yenilemesi yapılan ve İtalya'da yer alan yapının en dikkat çeken yönü dinamik hareket etkisi veren üçgen formlu cephesidir. Cephe tasarımı yapılırken BIM ile bütünleşik yazılımların kullanıldığı bilinmektedir. Bu yolla parametrik modelleme yapılmış ve farklı tasarım seçeneklerini inceleme fırsatı sağlanmıştır. Ayrıca, yapının enerji analizleri yapılarak ışığın yansıması, yapının havalandırılması ve enerji tüketimi dikkate alınarak bina kabuğunun formuna ve açısına karar verilmiştir (URL-14, 2022). BIM' in projeye kattığı bir diğer olumlu etki de projeyi ve şantiyeyi yönetme kolaylığı sağlamış olmasıdır. 4D BIM sayesinde projeye katılan uzmanlar farklı senaryoları yapım aşamasına geçilmeden değerlendirerek en uygun inşaat planını seçebilmişlerdir. Böylelikle düzeltme ve gecikmelerin önüne geçilerek zaman, iş gücü ve maliyetten tasarruf edilmiştir.



Şekil 7: De Castilla 23 BIM modeli (URL-14, 2022).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde enerji kullanımının büyük bir bölümünün inşaat sektöründen, standart ve yönetmeliklere uygun olmadan inşa edilen, enerji etki tasarım parametrelerin dikkate alınmadığı yapılardan kaynaklı olduğu bilinmektedir. Yeni inşaat veya yenileme projesi yapılırken enerji verimliliğini göz önüne alan tasarımlar yapılması enerji tüketimini azaltmada önemli bir etken olacaktır. Yapılan çalışma ile gelecekteki sürdürülebilirlik ihtiyaçlarına yönelik olarak BIM sisteminin yenileme projelerinde enerji verimliliği açısından nasıl ve ne şekilde kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu doğrultuda yenileme süreçlerinde BIM sistemini tercih etmiş olan örnek projeler incelenmiş, bu projelere son yıllarda ve büyük ölçekli projelerde rastlanmıştır. İncelenen eğitim, ulaşım, sağlık, otel ve ofis yapılarında genel olarak bilgilerin kalıcı olmasını sağlamak, ekipler arası koordinasyon, mekanik, elektrik, tesisat yenilemeleri, etkili proje yönetimi ve enerji analizleri için BIM yazılımlarını tercih ettikleri görülmüştür. Yenileme projeleri güncel bilgi eksikliklerinden dolayı olası riskleri ve belirsizlikleri beraberinde getirir. Literatür taraması ve örnek proje incelemesinden elde edilen

verilere göre yenileme süreçlerindeki BIM sistemi kullanımının, bilgi bütünlüğü, daha iyi iletişim, erken proje aşamalarındaki tasarım alternatifleri, analizler ve etkili proje yönetimi ile gecikmelerin, hataların, eksiklerin, atıkların ve maliyetin azaltmasına katkı sağladığı görülmüştür.

BIM'in uygulandığı projelerde gösterdiği faydaları sayesinde BIM kullanımı, dünyada ve ülkemizde giderek artmaktadır. Ancak bu kullanım çoğunlukla yeni inşaat projeleri için geliştirilmekte ve uygulanmaktadır, yenileme ve güçlendirme potansiyeli henüz daha az araştırılmaktadır. Geleneksel yöntemlerle çalışan firmalar, uzman eksikliği, üretkenlik kaybı endişesi, verimlilik, iş akışı, zaman ve maliyet kaybı gibi endişelerden dolayı BIM kullanımı konusunda yanılgıya düşmektedir.

Yenileme projelerinde karşılaşılan sorunların belirlenmesi ve bu sorunlara BIM kullanımının etkilerinin ölçülmesi, BIM' in mevcut binalar üzerindeki verimliliğinin anlaşılmasında büyük önem taşımaktadır. Mevcut bina stokunun büyük çoğunluğunun mekansal kalitesini ve düşük performansını iyileştirmeye yönelik toplumsal ihtiyaçları, özellikle enerji tüketimi açısından dikkate alınırsa, BIM, güçlendirme ve yenilemelerin daha verimli, akıllı ve sürdürülebilir olmasına katkıda bulunabilir. Bu sebeple hem akademinin hem sanayinin birlikte çalışmalar yürüterek BIM' in adaptasyonunu arttırarak inşaat sektörü ile bütünleştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Akın, Ö., Mert, B., Eroğlu, O., Arslan, M., Şeker, D.Z., Demirel, H., (2018) "Yapı Bilgi Modellerinde Mekansal Verilerin Rolü", Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır University. J. Inst. Sci. & Tech. 8(3): 137-143, 2018.

Akkaya, D., (2012) "İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi Hakkında İnceleme", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi.

Bahadır, Ü., (2018) "Yenileme Projelerinin Yönetim Süreçlerinde Yapı Bilgi Modellemesinin Kullanımı: Vaka Çalışması", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Çakmak C., Erdal M. ve Ekinci V., (2022) "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun Kapsamında Riskli Yapı Tespit Süreci Teşvikler ve Maliyet Analizi: Bir Vaka Çalışması", Politeknik Dergisi.

Daneshvartarigh, F., (2021) "Application of BIM in Renovation Projects in Europe", Yüksek Lisans Tezi, Metropolia University of Applied Sciences, Hochshule für Technik und Wirtschaft Berlin University of Applied Sciences.

De Angelis, E., Ciribini, A.L.C., Tagliabue, L.C., Paneroni, M., (2015) "The Brescia Smart Campus demonstrator. Renovation toward a zero energy classroom building", Procedia Engineering 118 (2015) 735 – 743.

Duru, S., Badem, Y., "Tesis Yönetiminde BIM: TAV Örneği", MBL 607E Yapı Bilgi Modelleme Dersi Vaka Çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Erdik, M., (2018) "Yapı Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin Adaptasyonu", Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi.

Ganiç, N., (2012) "Calculatıon Of Cost Optımal Levels Of Mınımum Energy Performance Requırements For Office Buıldıng Retrofits", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Gökgür, A., (2015) "Current And Future Use Of BIM İn Renovation Projects", Master's Thesıs, Chalmers University of Technology.

Klaschka, R., (2014) "BIM in Small Practices Illustrated Case Studies", Published by NBS, part of RIBA Enterprises Ltd.

Manioğlu, G., (2011) "Enerji Etkin Tasarım Ve Yenileme Çalışmalarının Örneklerle Değerlendirilmesi", X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, (1431, 1444).

Özcan U., Erol, İ., (2018) "Sürdürülebilir Tasarımda Yapı Bilgi Modellemesi (BIM)", International Congress on Engineering and Architecture-ENAR 2018.

Popov, V., Juocevicius, V., Migilinskas, D., Ustinovichius, L. ve Mikalauskas, S., (2010) "The Use of A Virtual Building Design and Construction Model for Developing an Effective Project Concept in 5D Environment", Automation in Construction, 19, 3, 357–367.

Seydioğulları, H.S., (2013) "Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji", Planlama 2013;23(1):19-25.

Shahi, S., Esfahani, M.E., Bachmann, C., Haas, C., (2020) "A definition framework for building adaptation projects", Sustainable Cities and Society 63 (2020) 102345.

Stegnar, G., Cerovsek, T., (2019) "Information Needs For Progressive BIM Methodology Supporting The Holistic Energy Renovation Of Office Buildings", Energy 173 (2019) 317-331.

Sur, Y., (2020) "BIM ve Akıllı Konut Teknolojilerinin Konut Yenileme Projelerinde Kullanımına Sürdürülebilirlik Bağlamında Yaklaşım", Yapı Bilgi Modelleme , 2 (2) , 66-78 .

Vatan, M., Soğukoğlu, M., (2014) "Mevcut Betonarme Konut Binalarında Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Mimari Çözüm Önerileri", İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi 21, (13-22).

Yarkın, S.A., (2017) "Mevcut Binalarda Yenileme Çalışmalarının Enerji Verimliliği Yaklaşımları Çerçevesinde Etkinliği Ve Uygulanabilirliği", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.

Yetkin, E.G., (2014) "Mevcut Yapılar Kapsamında Yeşil Bina Sertifika Sistemleri Enerji Kriterlerinin Belirlenmesi İçin Leed, Breeam Ve Dgnb Sistemlerinin Karşılaştırmalı Analizi", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yıldız, Y., (2008) "Retrofıttıng Exıstıng Mass Housıng For Energy Efficıncy: A Case Study In Gazıemır Emlak Bank Housıng Area, Izmır, Turkey", Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.

URL-1, https://geoslam.com/blog/2021/12/23/what-is-bim-and-how-does-it-impact-the-constructionindustry/#:~:text=Using%20Building%20Information%20Modelling%20(BIM,leads%20to%20better%20outcomes%20overall, 06.04.2022.

URL-2, https://www.geze.com/en/discover/topics/building-renovation#:~:text=Building%20renovation%20is%20defined%20as,resolving%20flaws%20(partial%20renovation), 01.12.2022.

URL-3, http://www.brener.com.tr/renovasyon-yenileme, 01.12.2022.

URL-4, https://www.bpie.eu/publication/deep-renovation-shifting-from-exception-to-standard-practice-in-eu-policy/, 21.11.2022.

URL-5, https://www.laldegerleme.com.tr/6306-sayili-kanun-ile-kentsel-donusumde-yeni-donem/, 24.11.2022.

URL-6, https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits, 09.12.2022.

URL-7, https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_economy, 09.12.2022.

URL-8, https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Refurbishment, 09.12.2022.

URL-9, http://urbantech.in/6d-energy-analysis/, 15.11.2022.

URL-10, https://excelize.com/blog/bim-an-effective-tool-for-renovation-projects, 28.11.2022.

URL-11, https://www.tavconstruction.com/eng/airport-project-05.html, 02.12.2022.

URL-12, https://www.thebuildinginspector.org/, 10.12.2022.

URL-13, https://www.bimcommunity.com/experiences/load/210/bim-during-hotel-re-branding, 02.12.2021.

URL-14, https://www.bimcommunity.com/experiences/load/146/bim-for-the-redevelopment-of-the-unipol-group-building-in-milan, 04.12.2021.

DAYLIGHTING OPTIMIZATION BASED ON DAYLIGHT FACTOR, DAYLIGHT AUTONOMY AND LUX ILLUMINANCE.STUDY CASE COMMERCIAL BUILDING IN BISKRA CITY

Hilab Manal

Architecture Department, university Mohamed khaider, Biskra, Algeria.
LACOMOFA laboratory, Biskra,algeria
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2867-7705

Srili Leila

Architecture Department, university Mohamed khaider, Biskra, Algeria.
LACOMOFA laboratory, Biskra,algeria
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5416-4989

Abstract

The study of daylight in buildings plays an important role in the indoor climate and provides the energy needed to light buildings while reducing energy consumption. It also demonstrates that the potential for daylight savings can be affected by location, climate, building use, and building shape. Buildings are affected, but also by certain location conditions, such as orientation or boundaries. The location, size optimization, and arrangement of daylight openings have a significant impact on achieving this goal. Daylighting in commercial buildings is essential to ensure the best possible store visibility from the outside, enhance the attractiveness of the building facade, highlight items, and protect products. It is also important for the well-being of the occupants, although many are designed to function without daylight openings, thereby having a significant negative impact on occupant well-being. This work evaluates the effect of daylight opening location on visual comfort through three main factors: the daylight factor, light autonomy, and lux lighting in desert climates. It also examines the availability and feasibility of natural light and visual comfort in a specific commercial building. The research method used is quantitative, obtained with the help of Dialux free simulation software, and evaluated after the collection process after on-site measurements with a portable lux meter. One of the results of this research was to illustrate the importance of simulation and modeling architectural lighting at an early stage of design in order to understand the amount of light required and to study openings and their placement for maximum benefit.

Keywords: daylighting ; building Energy; daylight factor.

STUDY ON MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON FIBER COMPOSITES

ZHAO Mingkai

Key Laboratory of Road Construction Technology and Equipment of Ministry of Education, School of Construction Machinery, Chang 'an University, Xian 710064, China

WANG Huihui

Key Laboratory of Road Construction Technology and Equipment of Ministry of Education, School of Construction Machinery, Chang 'an University, Xian 710064, China

JIN Xinyu

Key Laboratory of Road Construction Technology and Equipment of Ministry of Education, School of Construction Machinery, Chang 'an University, Xian 710064, China

Abstract

With the rapid development of society, the energy problem is becoming more and more prominent. As a new material, composite materials are widely used in the fields of aerospace, energy saving and emission reduction. In this paper, the impact experiments of carbon fiber composites were carried out by ABAQUS finite element software, and the effects of different impact velocity, layup sequence and impact shape on the mechanical properties of carbon fiber composites were investigated. The results show that with the increase of impact velocity, not only the residual energy of carbon fiber composites decreases rapidly, but also the damage forms are different. Under the same impact energy, the damage form is more significant when the punch shape is conical than cylindrical. Changing layup sequence has little effect on damage pattern. This discovery lays a foundation for subsequent practical engineering applications.

Keywords: Composite material, ABAQUS, Velocity of impact, Residual energy

COMPUTATIONAL SIMULATION AND OPTIMIZATION STUDY OF AN AMMONIA-WATER COOLING SYSTEM

Karlos Roberto da Silva Braga Martins

Institute of Sao Paulo, Department of Mechanical, Hortolandia, Brazil.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-61000-028

Vinicio Brasil Crepaldi

Institute of Sao Paulo, Department of Mechanical, Hortolandia, Brazil.
https://orcid.org/0000-0002-7373-5556

Abstract

The work received the optimization of a learning cycle by absorption of single effect using water-ammonia as working fluid and with three modifications in relation to the basic system: the addition of equipment, such as a liquid ammonia subcooler between the condenser and the evaporator, solution heat exchanger between the generator and absorber, and a rectifying column attached to the top section of the generator. The permanencies of conservation of mass, number of moles and energy in each component of the cycle, thermodynamic state relations for each point, as well as permanence of heat transfer in terms of global parameters, were applied to relate the heat transfer to effective temperature differences, using the Logarithmic Mean Temperature Difference and Effectiveness methods. The properties of the water-ammonia mixture evolved through the correlations proposed by Ibrahim and Klein (1993) available in the EES. The resulting distress system was solved using the EES software, which is an iterative Newton-Raphson calculation method. After the validation of the proposed model, an optimization study was carried out through the refrigeration effect, aiming to increase the cycle performance from the variation of the global parameters of the heat exchangers.

Keywords: Absorption refrigeration, Computational Simulation, Optimization

A NOVEL APPROACH FOR MODELING OF LITHIUM-ION BATTERIES

Seyed Saeed Madani

Institute of Applied Materials-Applied Materials Physics, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, Germany

Abstract

Electric vehicles are equipped with a large number of lithium-ion battery cells. To achieve superior performance and guarantee safety and longevity, there is a fundamental requirement for a Battery Management System (BMS). In the BMS, estimation of the State-of-Charge (SOC) is a crucial task. The SOC information is needed for monitoring, controlling, and protecting the battery, e.g. to avoid hazardous over-charging or over-discharging. Nonetheless, the SOC is an internal cell variable and cannot be directly measured. This paper presents a Kalman Filter (KF) approach based on an optimized second-order Rc equivalent circuit model to carefully account for model parameter changes. An effective machine learning technique based on Proximal Policy Optimization (PPO) is applied to train the algorithm. The results confirm the high robustness of the proposed method to varying operating conditions.

Keywords: Lithium-ion battery, State-of-Charge (SOC), extended Kalman Filter (EKF), Electric Vehicle (EV)

Introduction

Today, due to a large number of cars and the increase in the consumption of fossil fuels in them and, consequently, the increase in air pollution, the question arises as to how long the environment can withstand these conditions. Transportation electrification is an effective way to cut down pollution caused by the mobility sector. In this pathway, Lithium-ion (Li-ion) batteries play a key role. The battery pack in Electric Vehicles (Evs) is composed of a large number of cells that are operated based on the Battery Management System (BMS). To control and protect the batteries effectively, it is important to estimate their State-of-Charge (SoC) in the BMS. The information will be subsequently used to operate the battery within the safe charge limits, predict the driving range, etc. Various methods have been presented for estimating the battery SOC. Coulomb counting [1-3] is one of the simplest techniques, where SOC is computed by integrating the measured current. Another simple approach is the open-circuit voltage (OCV) technique, where the SOC is calculated using the OCV-SOC relation [4-6]. However, these methods are not suitable because error accumulation in the Coulomb counting method results in inaccurate SOC estimation, and the OCV technique is ineffective when EV is in use because the battery must be disconnected from the circuit to let it rest. Impedance spectroscopy is also used to determine the SOC of the battery by correlating the recorded impedances of the battery at different SOC values [7]. However, this technique is time-consuming and temperature-dependent in addition to being offline. It also requires additional laboratory testing, which drives up the cost. Neural Networks (NNs) [8-10], Kalman filter (KF), and KF extensions for nonlinear systems such as the extended Kalman filter (EKF), the unscented Kalman filter (UKF), and the sigma-point KF (SPKF) are other techniques for SOC estimation which outperform the traditional techniques [11-19].

The EKF technique, unlike classical estimation methods of SOC (such as the ampere-hour integration method), does not rely on the initial value of SOC and has no accumulated error, making it ideal for actual EV operating conditions. EKF is a model-based method and thus, the accuracy of the SOC estimation highly depends on the precision of the battery model and model parameters. The characteristics of Li-ion batteries change due to a variety of factors and indicate considerable nonlinearity and variance over time. The battery is approximated as a linear, time-invariant system in a typical EKF technique; however, this approach presents estimation errors [11-19]. So far, a set of methods for measuring or estimating SOC is presented, which is summarized in [20]. Among these methods, a number such as the KF-based methods in BMS have been used, successfully.

To eliminate the aforementioned problems and ameliorate the accuracy of SOC estimation, this paper presents an estimation technique that integrates time-varying battery parameters into the EKF algorithm. The proposed method is based on the Proximal Policy Optimization (PPO) to carefully optimize the model in the EKF algorithm for SOC estimation.

Battery Modeling

Fig.1 depicts a second-order RC equivalent circuit model (ECM) of a Li-ion battery. Voltages, resistors, and capacitors are employed in the model. The polarization response of the battery is represented by RC structures. The terminal voltage, measured directly at either end, is denoted by U_L.

$$\begin{bmatrix} V_1' \\ V_2' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{R_1 C_1} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{R_2 C_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} + I \begin{bmatrix} \frac{1}{C_p} \\ \frac{1}{C_e} \end{bmatrix} \quad (1)$$

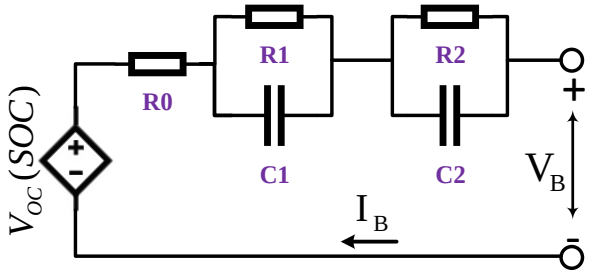


Fig. 1. Second-order RC ECM of the Li-ion battery

V_1 and V_2 denote the cell polarization voltages, respectively; V_1' denotes the first derivative of V_1; V_2' denotes the first derivative of V_2; and$[V_1 \quad V_2]^T$ denotes the state variable. The output equation of the model is:

$$U_L = U_{oc} - V_1 - V_2 - IR_0 \quad (2)$$

SOC AND EXTENDED KALMAN FILTER

A summary of EKF in SOC estimation is shown in Fig. 2. A nonlinear system and the observation model can be described by the state space as:

$$X_k = f(X_{k-1}) + W_{k-1} \quad (3)$$

$$Z_k = h(X_k) + V_k \quad (4)$$

X_k is the system's state vector with *n* dynamic variables, while $f(\cdot)$ and $h(\cdot)$ are nonlinear vector functions that represent the system and observation, respectively. Process and measurement noises are represented by W_k and V_k, while observation error is specified by Z_k.

The system has a random initial state X_0 with the mean and covariance of μ_0 and P_0 with the definition of:

$$\mu_0 = E[X_0] \quad (5)$$

$$P_0 = E[(X_0 - \mu_0)(X_0 - \mu_0)^T] \quad (6)$$

where $E[X_0]$ shows the expected value operator and the term T represents the transform factor. W_k and V_k are uncorrelated white noises and so, $E[W_k] = 0$, $E[V_k] = 0$, and $E[W_k V_j^T] = 0$ for all k and j. The covariance matrices are defined as $Q_k = E[W_k W_k^T]$ and $R_k = E[V_k V_k^T]$. With the only available information of mean and the covariance of the initial state, the first optimal state estimation would be $X_0^a = \mu_0 = E[X_0]$. By continuing iteratively, optimal estimates as $X_{k-1}^a = E[X_{k-1}|Z_{k-1}]$ with the covariance of P_{k-1} the next states would be obtained as:

$$X_k^f = E[f(X_{k-1})|Z_{k-1}] \quad (7)$$

$f(\cdot)$ can be approximated by Taylor Series expansion about the X_{k-1} point:

$$f(X_{k-1}) \equiv f(X^a_{k-1}) + \mathcal{J}_f(X^a_{k-1})(X_{k-1} - X^a_{k-1}) + H.O.T. \quad (8)$$

where $\mathcal{J}_f$ is the Jacobian of $f(\cdot)$, and $H.O.T.$ denotes the higher-order terms. Considering negligible $H.O.T.$ and the definition of $e_{k-1} = X_{k-1} - X^a_{k-1}$, (8) can be rewritten as:

$$f(X_{k-1}) \approx f(X^a_{k-1}) + \mathcal{J}_f(X^a_{k-1})e_{k-1} \quad (9)$$

Considering (9), applying the expected value on (10), and that $E[e_{k-1}|Z_{k-1}] = 0$, then the forecast state X^f_k, the error e^f_k, and covariance P^f_kwould be estimated as follows:

$$X^f_k \approx f(X^a_{k-1}) \quad (10)$$

$$\begin{aligned} e^f_k &\equiv X_k - X^f_k \\ &= f(X_{k-1}) + W_{k-1} - f(X^a_{k-1}) \\ &\approx \mathcal{J}_f(X^a_{k-1})e_{k-1} + W_{k-1} \end{aligned} \quad (11)$$

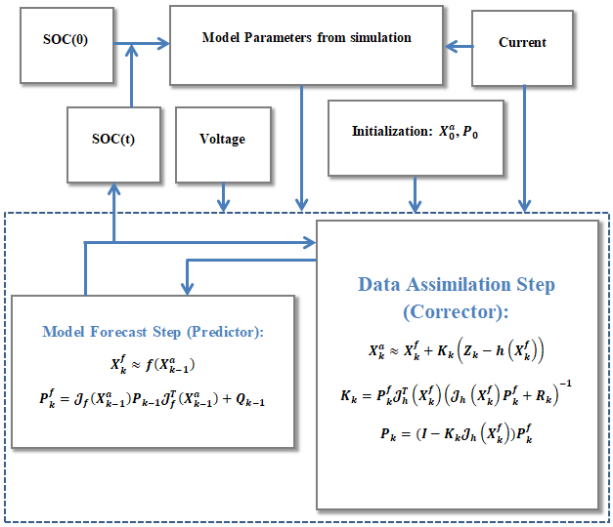


Fig. 2. EKF in SOC estimation scheme

$$\begin{aligned} P^f_k &\equiv E\left[e^f_k\left(e^f_k\right)^T\right] \\ &= \mathcal{J}_f(X^a_{k-1})E\left[e^f_{k-1}\left(e^f_{k-1}\right)^T\right]\mathcal{J}^T_f(X^a_{k-1}) + E\left[W_{k-1}W^T_{k-1}\right] \\ &= \mathcal{J}_f(X^a_{k-1})P_{k-1}\mathcal{J}^T_f(X^a_{k-1}) + Q_{k-1} \end{aligned} \quad (12)$$

A linear equation of X^a_k and Z_k to estimate the states:

$$X^a_k = a + K_kZ_k \quad (13)$$

To obtain the parameter a, the following term should provide the condition of unbiasedness:

$$\begin{aligned} &E[X_k - X^a_k|Z_k] = \\ &= E\left[\left(X^f_k + e^f_k\right) - (a + K_kh(X_k) + K_kV_k)|Z_k\right] \\ &= X^f_k - a - K_kE[h(X_k)|Z_k] \end{aligned} \quad (14)$$

$$a = X^f_k - K_kE[h(X_k)|Z_k] \quad (15)$$

Substituting a from (15) in (13) would be $X^a_k = X^f_k + K_k(Z_k - E[h(X_k)|Z_k])$. Expanding $h(\cdot)$ in Taylor Series about x^f_k using the same methods as in the model forecast phase yields:

$$h(X_k) \equiv h(X_k^f) + \mathcal{J}_f(X_k^f)(X_k - X_k^f) + \text{H.O.T.} \quad (16)$$

Using (16) and applying the expected value to (17), and assuming $E[e_k^f|Z_k)] = 0$, the forecast state X_k^a, error e_k, and posterior covariance P_k are calculated as follows:

$$X_k^a \approx X_k^f + K_k\left(Z_k - h(X_k^f)\right) \quad (17)$$

$$\begin{aligned} e_k &\equiv X_k - X_k^a \\ &\approx \left(I - K_k J_h(X_k^f)\right)\mathcal{J}_f(X_{k-1}^a)e_{k-1} + \left(I - K_k J_h(X_k^f)\right)W_{k-1} - K_k V_k \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} P_k &\equiv E[e_k e_k^T] \\ &= P_k^f - K_k\mathcal{J}_h(X_k^f)P_k^f - P_k^f\mathcal{J}_h^T(X_k^f)K_k^T + K_k\mathcal{J}_h(X_k^f)P_k^f\mathcal{J}_h^T(X_k^f)K_k^T + K_k R_k K_k^T \end{aligned} \quad (19)$$

Kalman gain is obtained as follows by optimizing (20) with respect to K_k.

$$K_k = P_k^f\mathcal{J}_h^T(X_k^f)\left(\mathcal{J}_h(X_k^f)P_k^f + R_k\right)^{-1} \quad (20)$$

P_k would then be rewritten as:

$$P_k = (I - K_k\mathcal{J}_h(X_k^f))P_k^t \quad (21)$$

The Proximal Policy Optimization Algorithm

In the Reinforcement Learning (RL) framework, a task can be described by a quintuple $\{S, A, r, p, \gamma\}$, where $S \in \mathbb{R}^n$ denotes the state space, $A \in \mathbb{R}^m$ denotes the action space, $r: S \times A \to \mathbb{R}$ denotes the reward function, $p: S \times A \times S \to [0,1]$ denotes the transition function which expresses the probability of transferring a new state s_{t+1}, emitting a reward r under executing. The RL aims to maximize the acquired rewards $\mathbb{E}[\sum_{t=0}^{\infty}\gamma^t r_t]$ using an initial state s_t, which is an arbitrary set.

PPO (Proximal Policy Optimization) is an actor-critic and policy-based RL algorithm that acts on an MDP (Mixed Distributed Proximal) environment by following an optimum policy. In many scenarios, the hyper parameters of PPO are more robust for a large number of tasks and converge very fast. PPO can provide optimal convergence by incorporating Kullback-Leibler (KL) divergence of policy updates in the optimization process. To approximate the samples of the policy loss function and the gradients of the loss function, the Monte Carlo (MC) approach is used:

The primary goal of policy gradient techniques is to decrease the variation of gradient estimations, resulting in more consistent progress. The Actor-Critic architecture has a substantial influence on this approach since it represents a new definition of value function:

$$Q^{\pi}(s,a) = \sum_t \mathbb{E}_{\pi_\theta}[R(s_t,a_t)|s.a] \quad (22)$$

$$V^{\pi}(s) = \sum_t \mathbb{E}_{\pi_\theta}[R(s_t,a_t)|s] \quad (23)$$

$$A^{\pi}(s,a) = Q^{\pi}(s,a) - V^{\pi}(s) \quad (24)$$

The advantage function $A^{\pi}(s,a)$ determines how advantageous an action is in comparison to the other options accessible in a given condition. $V(s)$ is a value function that determines how nice it is to be in that state. By evaluating the cumulative receiving rewards, the Critic network is trained to anticipate the value function. As one of the most effective Actor-Critical techniques, the PPO seeks to maximize the objective function, which is expressed as follows:

$$L(\theta) = \hat{\mathbb{E}}_t[\min(r_t(\theta)\hat{A}_t, clip(r_t(\theta), 1-\epsilon, 1+\epsilon)\hat{A}_t)] \quad (25)$$

where A and E are the advantage function and expectation estimations, respectively, and $r_t(\theta)$ is the probability ratio defined as follows:

$$r_t(\theta) = \frac{\pi_\theta(a_t, s_t)}{\pi_{\theta_{old}}(a_t, s_t)} \quad (26)$$

Vanilla policy gradients need instances of optimal policymaking that are inapplicable to the changed policy after one more optimization step. The significance of sampling is used by PPO to determine the expected number of samples from an old policy under the new policy. Each sample can be utilized for many gradient ascent steps for this purpose. When the new policy is refined, the old and new policies will diverge, causing the estimation variance to grow. The old policy will also be updated to the new policy. A comparable state transition function must exist to fulfill this aim, which is guaranteed by clipping the probability ratio to the area $[1-\epsilon, 1+\epsilon]$.

$$J(\theta) = \mathbb{E}_{\mathcal{T}\sim\pi_\theta(\tau)}\left[\sum_t R(s_t, a_t)\right] = \mathbb{E}_{\mathcal{T}\sim\pi_\theta(\tau)}[R(\tau)] \quad (27)$$

$$\nabla_\theta J(\theta) = \mathbb{E}_{\mathcal{T}\sim\pi_\theta(\tau)}\left[\left(\sum_{t=1}^{T} \nabla_\theta \log\pi_\theta(a_t|s_t)R(\tau)\right)\right] \quad (28)$$

PPO-based battery model parameter tuner

The PPO method is used in this study as an adaptive mechanism tuner to update the parameter of the RC model by making use of the online learning and model-independent properties of RL. The R_0, R_1, R_2, C_1 and C_2 are regarded as the design deciding parameters' objectives in the proposed approach, and the PPO tuner modifies these values by online learning of Actor-Critic NNs. Fig. 3 shows the the proposed adaptive ULM control system based on the PPO tuner.

The PPO generates the commands $[dR_0(t)\ \ dR_1(t)\ \ dR_2(t)\ \ dC_1(t)\ \ dC_2(t)]$ to modify the values using the Actor and Critic NNs, as shown in Fig. 3. As these parameters are generally non-zero, the updating parameters structure is constructed as follows:

$$R_i(t+1) = R_i(t) + dR_i(t),\ \ i = 0,1,2$$

$$C_j(t+1) = C_j(t) + dC_j(t),\ \ j = 1,2$$

The PPO agent seeks to decrease the error between the calculated battery voltage in the RC model and its real value from the applied data sets by training the coefficients of Actor and Critic NNs. The current from data set I, the battery's output voltage v_o, the error e of v_o, and the battery voltage from data set v_{data} ($e = v_o - v_{data}$) and their derivative e and v_o, i.e. $state = \left\{I, v_o, \left(\frac{dv_o}{dt}\right), e, \left(\frac{de}{dt}\right)\right\}$. To compensate for the output voltage, the PPO algorithm's reward signal r_t is adjusted to:

$$r_t = -e_t^2 \quad (29)$$

The Actor and Critic NNs are created with four completely connected HLs with 50 neurons. For all HLs in the NNs, the rectified linear unit (ReLU) is used as a non-linear mapping function. The rest of the parameters for the algorithm setup are provided in Table I, which includes the defined parameters of the PPO algorithm and the NNs configured in Fig. 4.

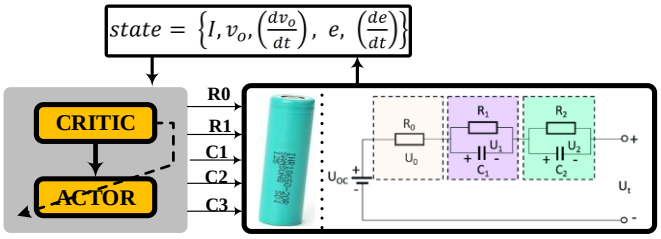


Fig. 3. Adaptive ULM control system based on the PPO tuner

TABLE I

PARAMETERS OF THE PPO

Parameter	Value	Parameter	Value
PPO training episode length	1800 ts	Discount factor	0.9
Batch size	1024 eps	Learning rate	0.001
Learning rate of Actor NN	0.008	MC cycles	1000
Learning rate of Critic NN	0.008		

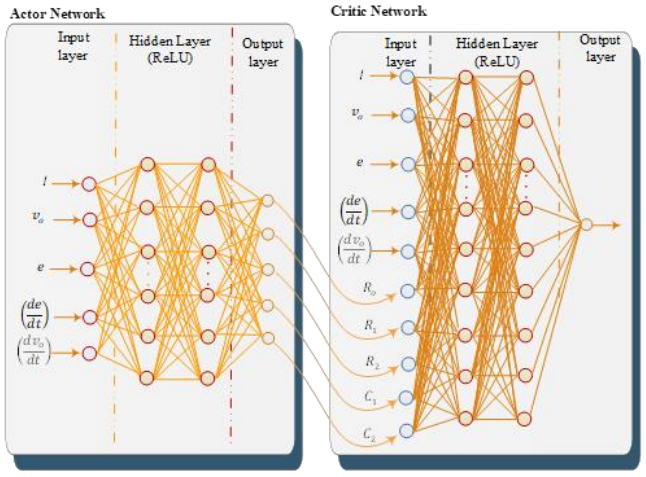


Fig. 4. Configuring the PPO algorithm and the NNs

References

[1] 1.Awadallah MA, Venkatesh B (2016) Accuracy improvement of state of charge estimation in lithium-ion batteries. J Energy Storage 6: 95–104.

[2] 2. Leksono E, Haq IN, Iqbal M, et al. (2013) STATE OF CHARGE (soc) estimation on lifepo4 battery module using coulomb counting methods with modified peukert. 2013 Joint International Conference on Rural Information Communication Technology and Electric-Vehicle Technology (rICT & ICeV-T) 2013.

[3] 3. Jeong YM, Cho YK, Ahn JH, et al. (2014) Enhanced coulomb counting method with adaptive state of charge reset time for estimating ocv. 2014 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition 1313–1318.

[4] 4. Lipu MH, Hannan M, Hussain A, et al. (2018) A review of state of health and remaining useful life estimation methods for lithium-ion battery in electric vehicles: Challenges and recommendations. J Cleaner Prod 2018.

[5] 5. Deng Y, Hu Y, Cao Y (2014) An improved algorithm of state of charge testing based on opencircuit voltage-ampere hour method. International Conference on Life System Modeling and Simulation and International Conference on Intelligent Computing for Sustainable Energy and Environment 258–267.

[6] 6. Murnane M, Ghazel A (2017) A closer look at STATE OF CHARGE (soc) and state of health (soh) estimation techniques for batteries. Available from: http://www.analog. com/media/en/technical-documentation/technicalarticles/A-Closer-Look-at-State- Of-Charge-and-State-Health-Estimation-Techniques-.... pdf.

[7] 7. State-of-health monitoring of lithium-ion batteries in electric vehicles by on-board internal resistance estimation, Journal of Power Sources 196 (2011) 5357–5363.

[8] 8. He W, Williard N, Chen C, et al. (2014) STATE OF CHARGE estimation for li-ion batteries using neural network modeling and unscented kalman filter-based error cancellation. Int J Electr Power Energy Syst 62: 783–791.

[9] 9. Wu J, Zhang C, Chen Z (2016) An online method for lithium-ion battery remaining useful life estimation using importance sampling and neural networks. Appl energy 173: 134–140.

[10] 10. Liu F, Liu T, Fu Y (2015) An improved state of charge estimation algorithm based on artificial neural network. 2015 8th International Symposium on Computational Intelligence and Design(ISCID) 2: 152–155.

[11] 11. Jiang C, Taylor A, Duan C, et al. (2013) Extended kalman filter based battery STATE OF CHARGE (soc) estimation for electric vehicles. 2013 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC) 2013: 1–5.

[12] 12. Topan PA, Ramadan MN, Fathoni G, et al. (2016) STATE OF CHARGE (soc) and state of health (soh) estimation on lithium polymer battery via kalman filter. International Conference on Science and Technology-Computer (ICST) 2016: 93–96.

[13] 13. Zhang S, Sun H, Lyu C (2018) A method of state of charge estimation for power li-ion batteries based on equivalent circuit model and extended kalman filter. 2018 13th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA) 2018: 2683–2687.

[14] 14. Sangwan V, Kumar R, Rathore AK (2017) State-of-charge estimation for li-ion battery using extended kalman filter (ekf) and central difference kalman filter (cdkf). 2017 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting 2017: 1–6.

[15] 15. Yang Y, Cui N, Wang C,et al. (2017) State of charge estimation of lithium-ion battery based on new adaptive fading extended kalman filter. Chinese Automation Congress (CAC). 2017: 5630–5634.

[16] 16. Liu Z, Wang Y, Du J, et al. (2012) Rbf network-aided adaptive unscented kalman filter for lithium-ion battery state of charge estimation in electric vehicles. 2012 7th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA). 2012: 1673–1677.

[17] 17. Yang D, Liu J, Wang Y, et al. (2014) State-of-charge estimation using a self-adaptive noise extended kalman filter for lithium batteries. 2014 IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC). 2014: 1–5.

[18] 18. Xing Y, He W, Pecht M, et al. (2014) STATE OF CHARGE estimation of lithium-ion batteries using the open-circuit voltage at various ambient temperatures. Appl Energy 113: 106–115.

[19] 19. Rahul K, Ramprabhakar J, Shankar S (2017) Comparative study on modeling and estimation of STATE OF CHARGE in battery. 2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon). 2017: 1610–1615.

[20] 20. M.A. Hannana,, M.S.H. Lipu, A. Hussain, A. Mohamed, A review of lithium-ion battery STATE OF CHARGE estimation and management system in electric vehicle applications: Challenges and recommendations, Renewable and Sustainable Energy Reviews,Volume 78, October 2017, Pages 834-854.

A NOVEL HIGH-FREQUENCY EENERGY TRANSFORMER MODELING USING AN EXPERIMENTAL EMC TESTING

Miloudi Mohamed

University of Relizane, Faculty of Science and Technology, Department of Electrotechnical & Automatic Engineering, Relizane, Algeria., ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0001-6416-0204

Mankour Mohamed

University of Relizane, Faculty of Science and Technology, Department of Electrotechnical & Automatic Engineering, Relizane, Algeria

Miloudi Houcine

University of Sidi Bel Abbes, Faculty of Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering, Sidi Bel Abbes, Algeria

Bendaoud Abdelber

University of Sidi Bel Abbes, Faculty of Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering, Sidi Bel Abbes, Algeria

Gourbi Abdelkader

University of Oran, ISTA, Department of Physics Measurement, Oran, Algeria

Rami Abdelkader

University of Sidi Bel Abbes, Faculty of Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering, Sidi Bel Abbes, Algeria

Abstract

The measurements in this paper show that the high-frequency (HF) linear operations of the two-winding measuring transformer (150 kHz to 30 MHz) have been well known. The electrical circuit was formed equivalent to localized constants, and experimental methods of characterization were presented for the evaluation of the components. The progressive measurement identification introduced here is a decisive advance, especially in the frequent case where all windings are well coupled. First, it makes it possible to propose a partial equivalent circuit when certain characteristic frequencies are not accessible to the measurement. The analytical model in the article is being checked to confirm and estimate their accuracy with simulations and measurements. In this paper, we are presenting novel research on electromagnetic compatibility (EMC) which has shown a solid grasp of the linear function of the HF dual winding transformer. A novel electrical circuit was built that corresponds to the localized constants and experimental characterization procedures for testing the components were established. Accelerated use of EMC standard for recognition. In this article, the analytical model provided confronts simulations and measurements to validate and evaluate its correctness. We provide an experimental characterization of magnetic materials investigations that have resulted in a solid knowledge of the HF linear operation of energy efficiency in a power transformer in this work. A localized constant electric circuit was constructed, and test techniques for evaluating the HF behavior of magnetic materials and their energy efficiency were presented. Measurements are used to validate and evaluate the correctness of the analytical model provided in this study. The challenges we found during several experimental validation attempts have caused us to reconsider our techniques. The measured and simulated findings show a high level of consistency. Finally, the procedures and safety measures proposed are verified and confirmed.

Keywords: Electromagnetic Compatibility, İmpedance Measurement, High-Frequency, Energy Transformer.

ANALYSİS OF AN HVDC CONNECTION USING A REAL-TIME SIMULATOR UNDER VARIOUS DISTURBANCES

Mankour Mohamed

University of Relizane, Algeria. Faculty of science and technology, Department of electro-technical and Automatic Engineering
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8544-8909

Miloudi Mohamed

University of Relizane, Algeria., Faculty of science and technology, Department of electro-technical and Automatic Engineering,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1283-4796

Abstract

A thorough and accurate simulation is necessary for the study of a High Voltage Direct Current (HVDC) link system during various types of disturbances, including internal faults on both converters, either on the rectifier or on the inverter, as well as external faults, such as AC or DC faults on both converter sides inside the DC link party. In this study, we examine how an HVDC inverter responds to three different types of failures, including faults at the inverter valve, system control faults, and single phase to ground AC faults at the sending end of the inverter side. As this phenomena represents the most frequent problem that may affect inverter valves, particularly those based on thyristor valves (LCC (line-Commutated converter)), it is more precise to explore which circumstance generates and raises the commutation failure on inverter valves. Because of the techniques used to accelerate the simulation, digital real-time simulators are now the most potent tools that provide simulation results. The real time-lab RT-LAB platform HYPERSIM OP-5600 is used to implement the Simulation in the Loop (SIL) technique, which is used to validate the results. It is demonstrated how to recover from both the internal faults and the AC problem. The simulation findings show how crucial a role the control system plays in fault recovery.

Keywords: Real time simulation, Hypersim simulator, HVDC systems, Mono-polar link, AC faults, Misfiring faults.

GLOBAL RESEARCH TRENDS ON THE USE OF BIM-BEM PROCESSES AND TECHNOLOGIES FOR ENERGY EFFICIENT BUILDING DESIGN

Selen ÖZTÜRK AKBIYIK

Kırıkkale University, Faculty Of Engineering And Architecture, Architecture Department, Kırıkkale

Semra ARSLAN SELÇUK

Gazi University, Faculty Of Architecture, Architecture Department, Ankara

ABSTRACT

The rapidly increasing energy requirement also increases the importance of energy efficient building design. Today, various tools and processes are used for Building Energy Modeling (BEM). With Building Energy Modeling (BEM), it is possible to reduce the energy consumption required for the building, to simulate the energy consumption and to optimize the architectural design. Building Information Modeling (BIM) can be defined as a technology that contributes to the life cycle management of buildings by supporting process integration in architectural design and implementation. The BIM model works as an information database by transferring data between various models and allows performing various analyzes including building energy analysis.The use of BIM for BEM in energy efficient building design is a new development in design practice that combines process and technology. In this article, it is aimed to determine how the use of BIM-BEM in energy efficient building design has diversified and to reveal current trends in this regard and to evaluate the results with potential study areas. For this purpose, 30 articles that were scanned with the keywords *ENERGY EFFICIENT BUILDING* AND BIM* AND BEM** in the Web Of Science (WOS) database at all times were examined in order to review the literature using a systematic approach, and the articles were categorized according to their contents. The articles categorized according to their content were also evaluated according to the publication years, the conferences and journals in which they were published, and the number of citations. As a result of the evaluations, it can be deduced that the BIM-BEM interaction in energy efficient building design will be a field of study that gains importance with technology.

Keywords: Energy Efficient Building, Building Energy Modeling (BEM), Building Information Modeling (BIM), BIM-BEM Process, Global Trends.

ENERJİ ETKİN YAPI TASARIMI İÇİN BIM-BEM SÜREÇLERİ VE TEKNOLOJİLERİNİN KULLANIMINA İLİŞKİN KÜRESEL ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ

ÖZET

Hızla artan enerji ihtiyacı, enerji etkin yapı tasarımının önemini de artırmaktadır. Günümüzde yapı Enerji Modellemesi (BEM) için çeşitli araç ve süreçler kullanılmaktadır. Yapı Enerji Modellemesi (BEM) ile yapı için gerekli enerji ihtiyacını değerlendirmek, enerji performansını simüle etmek ve mimari tasarımı optimize etmek mümkün olmaktadır. Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), mimari tasarım ve uygulamada süreç entegrasyonunu destekleyerek yapıların yaşam döngüsü yönetimine katkı sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanabilmektedir. BIM modeli, çeşitli modeller arasında veri aktarımı gerçekleştirerek bir bilgi veritabanı olarak çalışmakta ve yapı enerji analizlerinin de dahil olduğu çeşitli analizleri gerçekleştirmeye olanak sağlamaktadır. Enerji etkin yapı tasarımında BEM için BIM kullanımı, tasarım pratiğinde süreç ve teknolojiyi bir arada ele alan yeni bir gelişmedir. Makalede enerji etkin yapı tasarımında BIM-BEM kullanımının nasıl çeşitlendiğini saptamak ve bu konudaki güncel eğilimleri ortaya koyup sonuçları ve potansiyel çalışma alanlarını değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla, sistematik bir yaklaşım kullanılarak literatürün gözden geçirilmesi için Web Of Science (WOS) veri tabanında tüm zamanlarda *ENERGY EFFICIENT BUILDING* AND BIM* AND BEM** anahtar kelimeleri ile taratılan 30 makale incelenmiş ve makaleler içeriklerine göre kategorize edilmiştir. İçeriklerine göre kategorizasyonu yapılan makaleler aynı zamanda yayın yılları, yayınlandıkları konferans ve dergiler ve atıf sayılarına göre de değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler

sonucunda enerji etkin yapı tasarımında BIM-BEM etkileşiminin teknolojiyle birlikte önem kazanan bir çalışma alanı olacağı çıkarımı yapılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Etkin Yapı, Yapı Enerji Modellemesi (BEM), Yapı Bilgi Modellemesi (BIM), BIM-BEM Süreci, Küresel Eğilimler.

1. INTRODUCTION

Building energy consumption is increasing significantly due to increasing population, rising demands for quality of life and growing economy (Kelso, 2012). In this case, it is known that energy savings can be achieved if buildings can be evaluated from their design to their operating processes. With Building Energy Modeling (BEM), it is possible to reduce the energy consumption required for the building, to simulate the energy consumption and to optimize the architectural design. Building Information Modeling (BIM) can be defined as "a technology that contributes to the life cycle management of buildings by supporting process integration in architectural design and implementation" (Ahmad Latiffi et al., 2014). The BIM model works as an information database by transferring data between various models and allows performing various analyzes including building energy analysis.

With BIM integration, BEM uses information such as architectural design and technical details, systems related to the building, including HVAC systems, and material properties in the BIM model. In this way, BEM can be implemented in a more consistent, cost-effective, easy-to-use manner in a practical way. BIM-based BEM approaches can be used to design energy efficient buildings during the building design process. "The use of Building Information Modeling (BIM) for Building Energy Modeling (BEM) in energy efficient building design is a new development in design practice that combines process and technology" (Farzaneh et al., 2019). In this article, it is aimed to determine how the use of BIM-BEM in energy efficient building design has diversified and to reveal current trends in this regard and to evaluate the results with potential study areas.

2. MATERIALS AND METHOD

In the study, the publications containing the words ENERGY EFFICIENT BUILDING* AND BIM* AND BEM* are presented according to number of publications and citations by year, research areas, document types, number of publications by country and their content analysis. As stated in Figure 1, 30 publications containing the words ENERGY EFFICIENT BUILDING* AND BIM* AND BEM* were filtered in the Web of Science database. 30 articles that were scanned in order to review the literature using a systematic approach. The 5 most cited publications are mentioned, with the search filter remaining the same.

Web of Science database was preferred in the study due to the fact that it provides filtering of search inquiries and searching in the search index with high quality data. "As one of the globally known analytical information resource, Web of Science is a platform for scientific citations and researches" (Li et al., 2018; Chavarro et al., 2018).

Figure 1: Search parameter performed in the Web of Science database

3. FINDINGS

3.1. Number of publications and citations by year

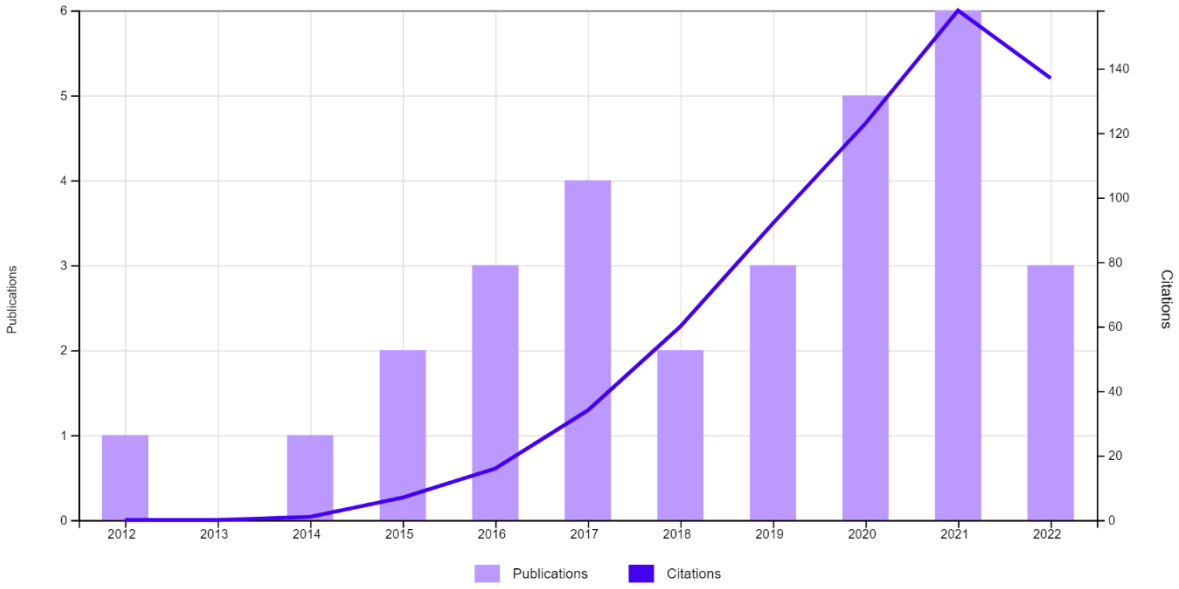


Figure 2: Publication and citation numbers according to years

Figure 2 shows the number of publications and citations of 30 publications obtained as a result of the filtering process, by years. The first publication was in 2012. Although there were no publications in 2013, the number of publications has started to increase since 2014. The year 2021 with the most publications is followed by 2020 and 2017, respectively. The number of publications increased from 2014 to 2017 and decreased in 2018. A similar situation was experienced between the years 2018-2021. When the curve in which the citations are expressed is examined, it is possible to say that the curve has an upward trend from 2012 to 2022. Among the researched publications, the highest number of citations was made in 2021. However, there has been a decrease in the number of citations in 2022.

3.2. Research Areas

Field: Research Areas	Record Count	% of 30
Engineering	16	53.333%
Construction Building Technology	15	50.000%
Science Technology Other Topics	8	26.667%
Energy Fuels	6	20.000%
Environmental Sciences Ecology	5	16.667%
Computer Science	3	10.000%
Architecture	2	6.667%
Operations Research Management Science	2	6.667%
Remote Sensing	2	6.667%
Imaging Science Photographic Technology	1	3.333%
Public Administration	1	3.333%
Thermodynamics	1	3.333%

Figure 3: Research Areas Of All Publications

According to Figure 3, publications are highly related to the engineering (16 records, 53,333%) and construction building technology (15 records, 50.000%) research areas. Apart from these two, there are 10 other research areas including science technology, energy fuels, environmental sciences ecology, computer science, architecture, operations research management science, remote sensing, imaging science photographic technology, public administration and thermodynamics. It can be concluded that the publications are generally related to more than one field.

3.3. Document Types

Field: Document Types	Record Count	% of 30
Article	18	60.000%
Proceeding Paper	10	33.333%
Review Article	3	10.000%

Figure 4: Document Types Of The Publications

In the Web of Science database, publication types are divided into 3 subheadings: articles, proceeding papers and review articles. When Figure 4 is examined it can be stated that the majority of the 30 publications analyzed (18 publications, 60.000%) were published as articles. 10 publications (33.333%) are in the form of proceedings papers and 3 of them (10.000%) are review articles.

3.4. Number of publications by country

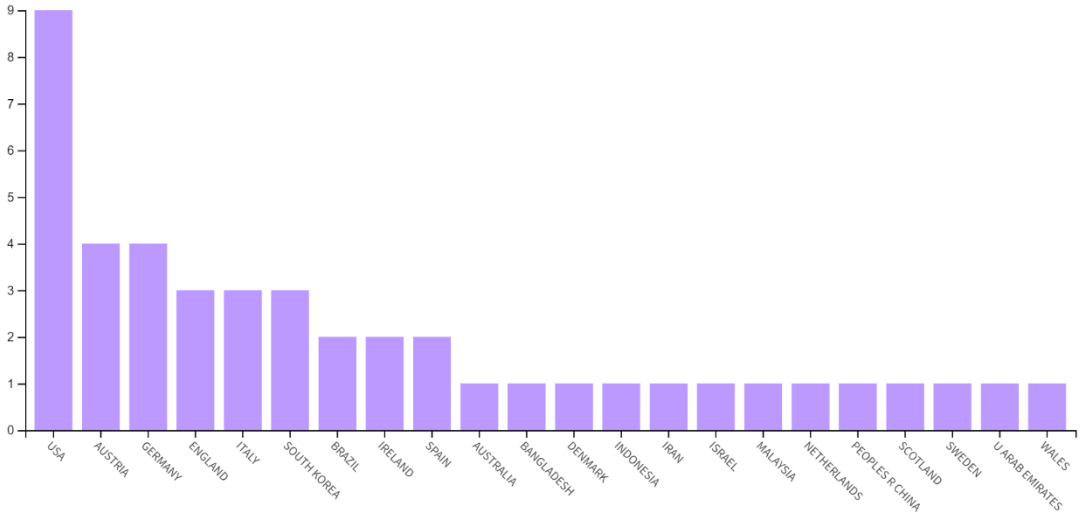


Figure 5: Publication Numbers By Country

Figure 5 shows the numerical distribution of 30 publications obtained from Web Of Science database, according to the countries in which they are made. According to the data obtained, America has the highest number of publications on the researched subject with 9 publications. Austria and Germany follow America with 4 publications. Apart from this, England, Italy and South Korea have 3, Brazil, Ireland and Spain 2 publications, the other countries seen in the table have 1 publication number.

3.5. Content Analysis Of 30 Publications

All 30 sources define their own problems in the upper frame of the BIM-BEM interaction, energy efficient building design topic, and seek an answer to this problem with an appropriate methodology. It can be expressed that although there are reviews and analysis evaluations about the literature (Gao et al., 2019; Li et al., 2022; Pezeshki et al., 2019; Ohlsson & Olofsson, 2021) most of the publications proceed with an approach for existing situation.

Problems with simulation tools can cause inconsistencies between actual and predicted building energy performance. These problems may arise from reasons such as interoperability or limited approaches to data exchange. "The inability of collaboration, the information transformation with its limits and the inadequacies in the transformation from BEM to BIM are the main obstacles to the interoperability of BIM and BEM". (Li et al., 2022).10 of the analyzed publications (Sun et al., 2016; Kim et al., 2015; Gao et al., 2019; Galiano-Garrigos et al., 2021;Duarte et al., 2021; Cao et al., 2017; Jeong & Kim, 2016; Reeves et al., 2012; Li et al., 2022; Sun et al., 2020) point to this problem.

"Building Energy Management Systems (BEMS) is one of the frequently encountered expressions" (Lee et al., 2016; Dong et al., 2014; Stenzel et al., 2015; McGlinn et al., 2017; Kang et al., 2017)

4 of the publications work on industrial buildings. It is stated that industrial buildings demand more energy than other building typologies, and therefore more work is done on energy efficient building designs (Gourlis & Kovacic, 2017).There are also studies on urban scale, public and residential buildings. 2 studies works on the re-evaluation of existing educational buildings in the context of energy efficient building design. Both of these studies were conducted in the USA.

There are 3 publications published in 2022. In one of them, a comprehensive simulation and modeling frame was presented using digital twins. Second one proposes combination of HBIM and BPS technologies for modern buildings built in Italy between years 1920-1960. Last one is a literature review about bidirectional interoperability between BIM and BEM.

Table 1: Content Analysis Of The Publications

YEAR	DESCRIPTION	REFERENCE
2022	A modeling and simulation workflow with digital twin technology in order to evaluate the energy of the elements in industrial buildings.	(Gourlis & Kovacic, 2022)
2022	A combination of HBIM and BPS technologies for modern buildings built in Italy between years 1920-1960.	(Massafra et al., 2022)
2022	A literature review and possible approach to provide bidirectional interoperability considering the relationship between BIM-BEM.	(Li et al., 2022)
2021	Investigation of the differentiation of 3 variables, namely HVAC systems,lighting and plug load efficiency according to electricity demand using Autodesk Insight program.	(Gonzalez et al., 2021)
2021	Discussion for energy performance and comfort evaluations of a new BIM based simulation tool on a selected project.	(Galiano-Garrigos et al., 2021)
2021	Making energy efficiency user-oriented with the help of BIM technology and facilitating the process.	(Duarte et al., 2021)
2021	Evaluation of V&V framework and benchmarking together, and examination of BEM and UA application.	(Ohlsson & Olofsson, 2021)
2021	Simulating a new modular project that can be differentiated according to the user's wishes with BIM-BEM integration and discussing its potentials.	(Roggeri et al., 2021)
2021	Investigation of the relationship between BIM-BEM processes and design factors in order to make energy efficient design in residential buildings.	(Watfa et al., 2021)
2020	Determining the most appropriate design decisions in building design for Bangladesh climate and discussing the energy efficient building envelope and its economic applicability.	(Rana et al., 2020)

2020	To propose the BIM-BPM-BEM combination to renovate educational buildings with the goal of energy efficient building design.	(Hu, 2020)
s2020	A model to test the solar active and solar passive features of facades in a virtual world.	(Magni et al., 2020)
2020	Two different approach proposals specific to building subsystems in order to optimize the energy demand in industrial buildings.	(Gourlis et al., 2020)
2020	Analyzing and evaluating HVAC system rules with gbXML 6.01	(Sun et al., 2020)
2019	Analysis of BIM-BEM co-usability between 2015-2018 over the literature.	(Pezeshki et al., 2019)
2019	Evaluation of BIM-BEM applications in the building design process.	(Gao et al., 2019)
2019	Integrating corporate social responsibility as a third dimension to ensure BIM and BEM integration.	(Maskil-Leitan & Reychav, 2019)
2018	A method proposal for BIM-BPM-BEM interoperability to achieve energy efficient targets when renovating educational buildings.	(Hu, 2018)
2018	A method development that supports the use of gbXML-BEM to analyze the geometry of existing structures and modify them when necessary.	(Garwood et al., 2018)
2017	Auditing the availability of the BuildVis program for energy efficiency assessment in public buildings..	(McGlinn et al., 2017)
2017	An approach for automatic modeling of facades of existing structures and their use for BEM.	(Cao et al., 2017)
2017	Re-evaluation of BIM DB and BIM language constructs to improve BSD structure	(Kang et al., 2017)
2017	Using BIM-BEM technologies together in industrial structures and evaluating the results.	(Gourlis & Kovacic, 2017)
2016	Discussing different case studies of automatic conversion of building topologies from BIM to BEM.	(Jeong & Kim, 2016)
2016	Optimization proposal for energy efficient operation stations in smart cities.	(Lee et al., 2016)
2016	Method development for calculating energy usage intensity and cost in buildings.	(Sun et al., 2016)
2015	BIM library proposal for energy simulation application in buildings.	(Kim et al., 2015)
2015	A study for automatic generation of BEMS calculator so that HVAC systems can be used for energy efficiency assessment of the building.	(Stenzel et al., 2015)
2014	BIM-based infrastructure framework to enable the improvement of FDD.	(Dong et al., 2014)
2012	Discussing the processes by experiencing 3 different BEM tools.	(Reeves et al., 2012)

3.6. The Most Cited 5 Publications

At the last stage of the findings, the 5 most cited publications among the sources analyzed for content were examined. The first of these publications has 106 cited numbers. Kim et al. (2015) proposes a BIM library for energy simulation using the OOPM approach. The second most cited publication is a review of the literature. Although it was published in 2019, it has 104 citations. We can say that this situation expresses the current trend towards BIM-BEM interaction. Dong et al. presents a BIM-based information infrastructure for FDD in their publication with 102 citations. 4th on the list, Gourlis & Kovacic (2017) explores the use of BIM for energy analysis in industry structures through a case study (83 citations). Finally, McGlinn et al. (2017) (48 citation) presents an assessment of the use of the BuildVis interface to measure energy efficiency in public buildings. As a result, considering the years of these studies, it is possible to say that BIM-BEM interaction in energy efficient building design is a current issue in both theory and application areas.

Table 2: The Most Cited 5 Publications Among All Publications

TITLE	CITATION
"Developing a physical BIM library for building thermal energy simulation" (Kim et al., 2015)	106
"Building information modelling based building energy modelling: A review" (Gao et al., 2019)	104
"A BIM-enabled information infrastructure for building energy Fault Detection and Diagnostics" (Dong et al., 2014)	102
"Building Information Modeling for analysis of energy efficient industrial buildings – A case study" (Gourlis & Kovacic, 2017)	83
"Usability evaluation of a web-based tool for supporting holistic building energy management" (McGlinn et al., 2017)	48

4. CONCLUSIONS AND POTENTIAL STUDY AREAS

In this study number of publications and citations by year, research areas, document type, number of publications by country and content analysis of 30 publications are conducted. With the search filter remaining the same, the most cited 5 publications are mentioned.

As a result of the evaluations, it can be deduced that the BIM-BEM interaction in energy efficient building design will be a field of study that gains importance with technology. The results are as follows:

- The year with the most publications is 2021. This information can be considered as proof of the up-to-dateness of the researched subject.
- Publications are highly related to the engineering (16 records, 53,333%) and construction building technology (15 records, 50.000%) research areas.
- It can be stated that the majority of the 30 publications analyzed (18 publications, 60.000%) were published as articles. 10 publications (33.333%) are in the form of proceedings papers and 3 of them (10.000%) are review articles.
- According to the data obtained, America has the highest number of publications on the researched subject with 9 publications. The reason for this can be joined to future studies. Austria and Germany follow America with 4 publications.
- Although there are reviews and analysis evaluations about the literature most of the publications proceed with an approach for existing situation.
- 10 of the analyzed point to the expression that simulation tools can cause inconsistencies between actual and predicted building energy performance.
- Building Energy Management Systems (BEMS) is one of the frequently encountered expressions.
- Due to the reason that industrial buildings demand more energy than other building typologies, it can be stated that more work is needed in this area.
- Publications that are published in 2022 can indicate that Information Technologies in the field of energy efficiency and BEM is gaining importance.
- According to the most cited 5 publications among all publications, it can be stated that it is considered important to create a unique framework and literature review by evaluating the BIM-BEM process together.

5. REFERENCES

Ahmad Latiffi, A., Brahim, J., & Fathi, M. S. (2014). The Development of Building Information Modeling (BIM) Definition. *Applied Mechanics and Materials*, *Volume 567*, 625-630. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.567.625

Cao, J., Metzmacher, H., O'Donnell, J., Frisch, J., Bazjanac, V., Kobbelt, L., & van Treeck, C. (2017). Facade geometry generation from low-resolution aerial photographs for building energy modeling. *Building and Environment*, *123*, 601-624. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.018

Dong, B., O'Neill, Z., & Li, Z. W. (2014). A BIM-enabled information infrastructure for building energy Fault Detection and Diagnostics. *Automation in Construction*, *44*, 197-211. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.04.007

Duarte, J., Zemero, B. R., de Souza, A., Tostes, M. E. D., & Bezerra, U. H. (2021). Building Information Modeling approach to optimize energy effciency in educational buildings. *Journal of Building Engineering*, *43*, Article 102587. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102587

Farzaneh, A., Monfet, D., & Forgues, D. (2019). Review of using Building Information Modeling for building energy modeling during the design process. *Journal of Building Engineering*, *23*, 127-135. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.01.029

Galiano-Garrigos, A., Domenech-Mataix, M., Gonzalez-Aviles, A. B., & Rizo-Maestre, C. (2021). Evaluation of Energy Performance and Comfort: Case-Study of University Buildings with Design Adapted to Local Climate. *Sustainability*, *13*(13), Article 7155. https://doi.org/10.3390/su13137155

Gao, H., Koch, C., & Wu, Y. P. (2019). Building information modelling based building energy modelling: A review. *Applied Energy*, *238*, 320-343. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.032

Garwood, T. L., Hughes, B. R., O'Connor, D., Calautit, J. K., Oates, M. R., & Hodgson, T. (2018). A framework for producing gbXML building geometry from Point Clouds for accurate and efficient Building Energy Modelling. *Applied Energy*, *224*, 527-537. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.04.046

Gonzalez, J., Soares, C. A. P., Najjar, M., & Haddad, A. N. (2021). BIM and BEM Methodologies Integration in Energy-Efficient Buildings Using Experimental Design. *Buildings*, *11*(10), Article 491. https://doi.org/10.3390/buildings11100491

Gourlis, G., & Kovacic, I. (2017). Building Information Modelling for analysis of energy efficient industrial buildings - A case study. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *68*, 953-963. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.009

Gourlis, G., & Kovacic, I. (2022). A holistic digital twin simulation framework for industrial facilities: BIM-based data acquisition for building energy modeling. *Frontiers in Built Environment*, *8*, Article 918821. https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.918821

Gourlis, G., Kovacic, I., & Iop. (2020, Oct 23-25). Energy efficient operation of industrial facilities: the role of the building in simulation-based optimization.*IOP Conference Series-Earth and Environmental Science* [Sustainability in the built environment for climate change mitigation (sbe19)]. Conference on Sustainability in the Built Environment for Climate Change Mitigation (SBE), Thessaloniki, GREECE.

Hu, M. (2018). Optimal Renovation Strategies for Education BuildingsA Novel BIM-BPM-BEM Framework. *Sustainability*, *10*(9), Article 3287. https://doi.org/10.3390/su10093287

Hu, M. (2020, Sep 02-04). Optimized Renovation Strategies of Education Building - a novel BIM/BPM/BEM framework.*Building Simulation Conference Proceedings* [Proceedings of building simulation 2019: 16th conference of ibpsa]. 16th Conference of the International-Building-Performance-Simulation-Association (IBPSA), Rome, ITALY.

Jeong, W., & Kim, K. H. (2016). A Performance Evaluation of the BIM-Based Object-Oriented Physical Modeling Technique for Building Thermal Simulations: A Comparative Case Study. *Sustainability*, *8*(7), Article 648. https://doi.org/10.3390/su8070648

Kang, T., Choi, H., & Kim, J. (2017). Development of context-based BIM query Style Description. *Spatial Information Research*, *25*(1), 1-10. https://doi.org/10.1007/s41324-016-0072-4

Kelso, J. D. (2012). Buildings energy data book. *Department of Energy*, *38*.

Kim, J. B., Jeong, W., Clayton, M. J., Haberl, J. S., & Yan, W. (2015). Developing a physical BIM library for building thermal energy simulation. *Automation in Construction*, *50*, 16-28. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.10.011

Lee, D., Cha, G., & Park, S. (2016). A Study on Data Visualization of Embedded Sensors for Building Energy Monitoring using BIM. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, *17*(6), 807-814. https://doi.org/10.1007/s12541-016-0099-4

Li, H., Zhang, J. S., Xue, X. R., Debs, L., Chang, S., Qu, M., Sparkling, A., & Goldwasser, D. (2022, Mar 09-12). Issues in Bi-Directional Interoperability between BIM and BEM. [Construction research congress 2022: Computer applications, automation, and data analytics]. Construction Research Congress (CRC) on Project Management and Delivery, Contracts, and Design and Materials, Via Dept Civil & Environm Engn, Vecellio Construct Engn & Management Progr, Arlington, VA.

Magni, M., Ochs, F., Bonato, P., D'Antoni, M., Geisler-Moroder, D., de Vries, S., Loonen, R., Maccarini, A., Afshari, L., & Calabrese, T. (2020, Sep 02-04). Comparison of Simulation Results for an Office Building Between Different BES Tools - The Challenge of Getting Rid of Modeller Influence and Identifying Reasons for Deviations.*Building Simulation Conference Proceedings* [Proceedings of building simulation 2019: 16th conference of ibpsa]. 16th Conference of the International-Building-Performance-Simulation-Association (IBPSA), Rome, ITALY.

Maskil-Leitan, R., & Reychav, I. (2019). BIM's social role in building energy modeling. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *21*(2), 307-338. https://doi.org/10.1007/s10098-018-1637-9

Massafra, A., Predari, G., & Gulli, R. (2022, Feb 07-08). TOWARDS DIGITAL TWIN DRIVEN CULTURAL HERITAGE MANAGEMENT: A HBIM-BASED WORKFLOW FOR ENERGY IMPROVEMENT OF MODERN BUILDINGS.*International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [Measurement, visualisation and processing in bim for design and construction management ii]. ISPRS WG V/7 Conference on Measurement, Visualisation and Processing in BIM for Design and Construction Management II, Prague, CZECH REPUBLIC.

McGlinn, K., Yuce, B., Wicaksono, H., Howell, S., & Rezgui, Y. (2017). Usability evaluation of a web-based tool for supporting holistic building energy management. *Automation in Construction*, *84*, 154-165. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.033

Ohlsson, K. E. A., & Olofsson, T. (2021). Benchmarking the practice of validation and uncertainty analysis of building energy models. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *142*, Article 110842. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110842

Pezeshki, Z., Soleimani, A., & Darabi, A. (2019). Application of BEM and using BIM database for BEM: A review. *Journal of Building Engineering*, *23*, 1-17. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.01.021

Rana, J., Hasan, R., Sobuz, H. R., & Sutan, N. M. (2020). Evaluation of passive design strategies to achieve NZEB in the corporate facilities: the context of Bangladeshi subtropical monsoon climate. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, *39*(4), 619-654. https://doi.org/10.1108/ijbpa-05-2020-0037

Reeves, T., Olbina, S., & Issa, R. (2012, Dec 09-12). VALIDATION OF BUILDING ENERGY MODELING TOOLS: ECOTECT (TM), GREEN BUILDING STUDIO T AND IES < VE >(TM).*Winter Simulation Conference Proceedings* [2012 winter simulation conference (wsc)]. Winter Simulation Conference (WSC), Berlin, GERMANY.

Roggeri, S., Olivari, P., & Tagliabue, L. C. (2021, Sep 08-10). Green and Transportable Modular Building: a prefabricated prototype of resilient and efficient house.*Journal of Physics Conference Series* [Carbon-neutral cities - energy efficiency and renewables in the digital era (cisbat 2021)]. International Hybrid Conference on Carbon Neutral Cities - Energy Efficiency and Renewables in the Digital Era (CISBAT), Ecole Polytechnique Fed Lausanne, Solar Energy & Bldg Phys Lab, Lausanne, SWITZERLAND.

Stenzel, P., Haufe, J., & Jimenez-Redondo, N. (2015, Sep 17-19). Using a multi-model for a BIM-based design and operation of building energy management systems. [Ework and ebusiness in architecture, engineering and construction 2014]. Proceedings of the 10th European Conference on Product and Process Modelling (Ecppm 2014), Department of Building Physics and Building Ecology of the Vienna Universi, Vienna, AUSTRIA.

Sun, R. J., Hu, Z. Z., Gowri, K., Xu, W. L., & Ashrae. (2020, Jun 29-Jul 02). Improving the Interoperability of gbXML Data Model through Redefining Data Mapping Rules of HVAC Systems.*ASHRAE Transactions* [Ashrae transactions 2020, vol 126]. ASHRAE Virtual Conference, Electr Network.

Sun, S., Kensek, K., Noble, D., & Schiler, M. (2016). A method of probabilistic risk assessment for energy performance and cost using building energy simulation. *Energy and Buildings*, *110*, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.070

Watfa, M. K., Hawash, A. E., & Jaafar, K. (2021). USING BUILDING INFORMATION & ENERGY MODELLING FOR ENERGY EFFICIENT DESIGNS. *Journal of Information Technology in Construction*, *26*, 427-440. https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.023

TÜRKİYE TAŞKÖMÜRLERİ KURUMU(TTK) GELİK İŞLETMESİNDE ANA HAVALANDIRMA FANININ EKONOMİK AÇIDAN VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Yasin DURMAZ

Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Zonguldak, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8849-6909

Özet

Giriş ve Amaç: Bu çalışmada Gelik İşletme Müdürlüğü yeraltı havalandırma kriterleri incelenmiştir. Kömür madeninde yapılan hava ölçüm verileri analiz edilerek havalandırma optimizasyonu sağlanmıştır. Kullanılan fanların enerji verimliliği açısından incelenerek enerji tasarrufu sağlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Gelik İşletme Müdürlüğü taş kömürü madenidir. İşletme yer altı sahasında havalandırma şebekesi incelendi. 2021 yılında alınan hava ölçüm raporları incelenerek ve yeraltında hava ölçümleri yapılarak hava akış optimizasyonu sağlanmıştır. Kullanılan fanlara frekans invertör sistemi adapte edilerek enerji tüketim maliyetleri incelenmiştir. **Bulgular**: 2021 yılı içerisinde her on günde bir alınan hava ölçüm raporları incelenerek temiz hava istasyon numaraları belirlenmiştir. Temiz hava istasyonlarının hava akış şeması çıkartılarak havalandırma analizi yapılmıştır. 2021 yılı içerisinde yapılan ölçümlerde her temiz hava istasyonu kendi içerisinde değerlendirilerek yıl bazında ortalama hava miktarı belirlenmiştir. Ana fanın çalışma hava debisi ile hesaplanan hava miktarları arasında yüzde olarak oransal hesaplanmıştır. Belirlenen yüzde oransal hesaplanan hava miktarları ile gerçek ölçülen hava miktarları karşılaştırılmıştır. Bu veriler ışığında kömür madeninde gerekli olan hava miktarları belirlenmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında hafta içi ve hafta sonu aynı hava miktarı maden içerisinde dolaştırılıp pis hava olarak tahliye edilmektedir. Havalandırma için kullanılan ana fan ve yeraltında kullanılan tali fanların teknik özelliklerini incelenmiştir. Fanlara frekans inverter sistemi adapte edildiğinde fanların elektrik motor devrini düşürülmek suretiyle enerji tüketim miktarları hesaplanmıştır. İki farklı yaklaşım olarak enerji verimliliği analiz edilmiştir. Kömür madeninde hafta içi her vardiya da ortalama maksimum 500 kişi hafta sonu maksimum 20 kişi çalışmaktadır. Birinci yaklaşımda; mevcut çalışma koşullarında ana fan 33° fan kanat açısında 7000 m^3/dk hava debisi ile çalışmaktadır. Fan elektrik motor devrini frekans invertör sistemi ile % 70 ‘e kadar düşürülerek enerji tüketim miktarları incelenmiştir. Ana fan ve tali fanlar, hafta içi 124 saat normal çalışarak hafta sonu 44 saat düşük devirde çalışması durumunda yıl bazında **976489,1 kW** daha az enerji harcadığı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yeraltına hava miktarını minimum olarak gönderilerek madenin havalandırılması sağlanmıştır(Q= 4900 m^3/dk). İkinci yaklaşımda; maden içindeki hava miktarı değiştirilmeyerek(7000m3/dk) ana fanın kanat açısı yükseltilmiştir. Fanın kanat açısı 37,93° iken 10000m3/dk çekmesi gerekirken motor devrini %70 düşürülerek hava debisi 7000 m3/dk olarak çalıştırılmıştır. Bu yaklaşımda yıl bazında **329880,096 kW** enerji tasarrufu sağlanmıştır. **Sonuç:** Her iki yaklaşımda da ciddi enerji tasarrufları kazanımı sağlanmıştır. Birinci yaklaşımda işletme bazında %18’lik bir enerji tasarrufu müessese müdürlüğü bazında %2 ‘lık bir enerji tasarrufu sağlanmıştır. İkinci yaklaşımda işletme bazında % 19’lik bir enerji tasarrufu müessese müdürlüğü bazında yaklaşık %1 ‘lık bir enerji tasarrufu sağlanmıştır. Her iki yaklaşımda da fan bakım maliyetleri düşmüş ve kullanım ömürleri uzamıştır.

Anahtar kelimeler: Havalandırma, Frekans İnverter, Taş kömürü, Fan,

INVESTIGATION OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE MAİN FAN OF VENTILATION IN THE GELİK ENTERPRISE OF THE TURKEY HARD COAL AUTHORITY(TTK)

Abstract

Objectives: In this study, Gelik operation directorate underground ventilation criteria were examined. Air measurement data made in the coal mine were analyzed and ventilation optimization was achieved. Energy savings were achieved by examining the fans used in terms of energy efficiency. **Materials and Methods:** Gelik Operations Directoate is a hard coal mine. The ventilation network in the underground site of

the enterprise was examined. Air flow optimization was achieved by examinig the air measurement reports received in 2021 and making underground air measurements. Energy consumption costs were examined by adapting the frequency inverter system to the fans used. **Results:**In 2021, the air measurement reports receieved every ten days were examined and the clean air station numbers were determined. Ventilation analysis was performed by removing the air flow chart of the clean air stations. In the measurements made in 2021, each clean air station was evaluated within itself and the average amount of air was determined on a yearly It is calculated proportionally as a percentage between the working air flow rate of the main fan and calculated air quantities. The determined percentage proportional to calculated air quantities were compared with the actual measured air quantities. In the light of these data, there quired air quantities in the coal mine were determined. As a result of the analysis, the same amount of air is circulated in the mine on weekdays and weekends and discharged as dirty air. The technical characteristics of the main fan used for ventilation and the secondary fans used underground were examined. When the frequency inverter system is adapted to the fans, the energy costumption amounts are calculated by reducing the electric motor speed of the fans. Energy efficiency was analyzed as two different approaches. In the coal mine, an average of 500 people work each shift on weekdays and a maximum of 20 people work on weekends. In the first approach; In the current workking conditions, the main fan operates with an air flow rate of 7000 m^3/min at 33° fan blade angle. Energy consumption amounts were examined by reducing the fan electric motor speed up to 70% with the frequency inverter system. Main fan and secondary fans, ıt has been calculated that if it Works normally for 124 hours on weekdays and runs at 44 hours at low rpm on weekends, it consumes 976489,1 kW less energy on a yearly. These calculations were made to ventilate the mine by sending a minimum amount of air underground(Q=4900 m^3/min). In the second approach; the amount of air in the mine was not changed 7000 m^3/min and the wing angle of the main fan was increased. While the fan should have pulled 10000 m^3/min with a wing angle of 33,93°, the engine speed was reduced by 70% and the air flow rate was operated as 7000 m^3/min. In this approach, 329880,096 kW of energy saving were achieved on a yearly. **Conclusions:** Bot happroaches have resulted in significant energy saving. In the first approach, an energy saving of 18% on the basis of operation was achieved and an saving 2% was achieved on the basis of the institution directorate. In the second approach, an energy saving of 19% on the basis of the enterprise, was achieved and an energy saving of approximately 1% was achieved on the basis of the institution directorate. In both approaches, fan maintenance costs have been reduced and their service life has been extended.

Keywords: Ventilation, Frequency Inverter, Hard Coal, Fan,

ISI GERİ KAZANIMI SİSTEMİNE SAHİP BİR EV TİPİ BULAŞIK MAKİNESİNİN ENERJİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Umut MORDOĞAN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7414-1066

Onur POYRAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1527-9273

Erdoğan Mert ŞEREN

Boğaziçi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9069-8999

Derya Burcu ÖZKAN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9959-0287

Özet

Küresel ısınmanın olumsuz etkilerini azaltmak için uzun yıllardır pek çok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalarda temel olarak, mevcut sistemlerin enerji tüketimini ve CO_2 salınımını düşürecek iyileştirmeler yapılarak daha enerji verimli ürünler elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, bir ev tipi bulaşık makinesinin ana yıkama adımında, makine içindeki sıcak kirli sudan şebekeden alınan temiz soğuk suya ısı geri kazanımı yapılarak elde edilen enerji kazancı incelenmektedir. Temiz soğuk su bulaşık makinesine entegre edilmiş bir su deposuna alınmaktadır ve ısının verimli bir şekilde aktarılması için su deposuna bir borulu ısı değiştirici yerleştirilmiştir. Isı geri kazanımı sisteminin performansını enerji açısından değerlendirmek için yıkama çevrimindeki tahliye işleminden önce ısı geri kazanımı adımını içeren bir algoritma oluşturulmuştur. Geliştirilen algoritmayla beraber, bulaşık makinesinin sıcaklık davranışını analiz etmek ve enerji kazancı hesaplayabilmek için çok sayıda deney yapılmıştır. Ek olarak, Modelica dilini kullanan Dymola programında bir sayısal model geliştirilmiş ve bu model deneysel sonuçlarla doğrulanmıştır. Modelica, ayrıntılarında matematiksel denklemler içeren nesne yönelimli bir dildir. Geliştirilen model deneysel sonuçlarla yaklaşık 97,8% oranında uyum göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, sisteme ısı geri kazanımı uygulamanın bulaşık makinesi enerji tüketimini 2,3%'e kadar azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Sıcak kirli su ile temiz soğuk suyun denge sıcaklığına göre ısı geri kazanımının etkenlik değeri yaklaşık 94,5% iken, hiç ısı kaybı olmadığı varsayılarak sıcak kirli suyun başlangıç anındaki toplam ısı enerjisine göre etkenlik değeri ise yaklaşık 79,6%'dır.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, ısı geri kazanımı, atık su, enerji kazancı, modelleme

ENERGY PERFORMANCE EVALUATION OF A DOMESTIC DISHWASHER WITH HEAT RECOVERY SYSTEM

Abstract

Many studies have been carried out for many years to reduce the negative effects of global warming. In these studies, it is aimed to obtain more energy efficient products by making improvements that will reduce the energy consumption and CO_2 emission of existing systems. In this study, energy gain by recovering the heat from the hot wastewater to the cold water taken from the tap in the washing step of a domestic dishwasher was investigated. The fresh cold water was taken into a water storage tank which was integrated into the dishwasher, and a tube heat exchanger was located in a water storage tank in order to transfer the heat effectively. An algorithm which includes the heat recovery step in the washing cycle before discharging was

created to evaluate the performance of the heat recovery system in terms of the energy. A lot of experiments were carried out to analyze the temperature manner of the dishwasher and calculate the energy gain. Additionally, a numerical model was developed in Modelica language via Dymola programme and the results of experiments were verified by the model. Modelica is an object-oriented language which contains mathematical equations in the detail of the objects. The model ran in good agreement with the experimental results at the rate of about 97,8%. According to the results, it was concluded that energy consumption of the dishwasher was decreased up to 2,3% by applying wastewater heat recovery within the system. The effectiveness of the heat recovery was approximately 94,5% according to the equilibrium temperature of hot and cold water, and approximately 79,6% according to the total heat energy of the hot water without heat losses.

Keywords: Energy efficiency, heat recovery, wastewater, energy gain, modeling

1. GİRİŞ

Son zamanlarda küresel ısınma ve onun negatif etkileri çok tartışılan konulardan biri olmuştur. Küresel ısınmanın önüne geçmek için bazı kurumlar önemli kararlar almışlardır. Bunun başlıca örneği olarak Avrupa Birliği (AB)'nin 195 ülke tarafından imzalanan Paris Antlaşması'nı yürürlüğe koyması gösterilebilir. Antlaşmanın temel amacı, enerji tüketiminin en azından %40 oranında düşürülmesiyle 2030 yılına kadar küresel sıcaklık artışını 2 °C'nin altında tutmaktır [1]. Ayrıca, elektrik tüketimi gelişen dünya ile birlikte her geçen gün daha da artmaktadır. Bulaşık makinesi, buzdolabı, çamaşır makinesi gibi ev tipi cihazlar yerleşim alanlarındaki elektrik tüketimi açısından önemli bir yer tutmaktadır. Örnek olarak, AB bölgesindeki binaların yaklaşık %45'inde bulaşık makinesi kullanılmaktadır ve temel bir varsayımla bulaşık makinesinin 2030 yılındaki enerji tüketimi 15 milyon ton karbon emisyonuyla yaklaşık olarak 40 TWh/yıl olacaktır [2]. Dolayısıyla, pek çok kurum ve insan, suyu ısıtmak için elektrik enerjisi kullanan bulaşık makinesi gibi ev tipi cihazlarda enerji verimliliğine ve karbon salınımı düşüşüne dikkat çekmiştir. Ev tipi sistemlerdeki enerji verimliliği uygulamalarına ilişkin olarak bulaşık makinelerindeki enerji tüketimini azaltmak için literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, özellikle evsel sistemlerdeki ısı geri kazanımı uygulamalarına yönelik yapılan çalışmalar araştırılmıştır.

Bansal ve arkadaşları [3] enerji verimliliği, maliyet ve kompleksite açısından buzdolabı-derin dondurucu, bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, kurutma makinesi ve fırın gibi ev tipi cihazlar için elektrik kullanımını, azami talebi ve CO2 emisyonunu düşürmek için seçenekleri ve potansiyel engel ve riskleri araştırmışlardır. Enerji tasarrufu uygulamalarındaki en büyük engelin yüksek başlangıç maliyetini olduğunu belirtmişlerdir. Sistemlere entegre edilen atık su ısı geri kazanımı gibi teknolojik iyileştirmeler ile %17'ye varan enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Bu oranı elde etmek için daha sıkı enerji standartları, enerji verimli ürünler için destek ve hem üreticiler hem de tüketiciler için bazı teşvikler uygulanmalıdır.

Paepe ve arkadaşları [4] teorik ve ekonomi açısından bulaşık makinesindeki atık sudan ısı geri kazanımını incelemişlerdir. Valfli ve valfsiz sistemler için geri kazanım oranını görmek için bir prototip kurulmuştur. Testlerin sonunda sırasıyla valfsiz ve valfli sistem kullanılarak %25 ve %34 oranında geri kazanım olacağını hesaplamışlardır. Bununla birlikte, sistem ekonomik açıdan değerlendirildiğinde 6,4 yıllık geri ödeme süresine sahip olduğu için valfsiz sistem kullanılmalıdır. Bu periyot valfli bir sistemin geri ödeme süresinin yarısından daha azına tekabül etmektedir.

Pomianowski ve arkadaşları [5] atık su ısı geri kazanımının enerji veriminin ne derece önemli olduğuna değinmişlerdir. Evsel ısıtılan sularla ilgili çalışmaları konsolide etmişlerdir. Tüm çalışmaların sonucuna göre, sırasıyla yatay ve dikey yerleşimler için ısı geri kazanımı oranı %40 ve %60'tır.

Başka bir ısı geri kazanımı çalışmasında ise, Ramadan ve arkadaşları [6], nerede uygulandığı gözetilmeksizin tüm sistemlerin faydalarını değerlendirmek için bir hesaplama prosedürü sunmuşlardır. Çalışmanın sonucuna göre kayıplar sebebiyle tüm kütlesel debi elde edilememektedir. Soğuk su sıcaklığı arttığı için sistemin verimi ve etkenliği düşmektedir. Sıcak su sıcaklığı arttığında sistemdeki kazanç da artmaktadır.

Saker ve arkadaşları [7] sıcak doldurmalı evsel yıkama cihazlarının potansiyel faydalarını değerlendirmek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada suyu ön ısıtma prosesinde enerji verimliliği, karbon emisyonu ve zaman düşümü açısından sıcak doldurmalı sistemler incelenmiştir. Ayrıca, faydayı hesaplamak için bir sayısal yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, sıcak doldurmanın önemli seviyede enerji tasarrufu sağladığı ortaya çıkmıştır.

Başka bir çalışmada, çamaşır makinesi ve bulaşık makinesini ısıtmak için bir sıcak su sirkülasyonu döngüsü Persson [8] tarafından çalışılmıştır. Bir iç içe ısı değiştiricisi aracılığıyla bir sıcak su sirkülasyonu döngüsünden soğuk suya ısı transferi yapılarak bulaşık makineleri ve çamaşır makinelerinin ısı talebinin karşılanmasını araştırmıştır. Araştırmadaki ölçümlere ve simülasyonlara göre yaklaşık 70 °C'lik besleme suyu ile tüm enerji ihtiyacı karşılanabilmektedir. Ek olarak, Persson enerji tasarrufu sağlamak için küçük boru çapına ve düşük basınç düşümüne sahip ayrık bir dağıtım sistemi önermiştir.

Benzer olarak, Selimli ve arkadaşları [9] bulaşık makinesinde atık sıcak sudan ısı kazancı üzerine çalışmışlardır. Isı geri kazanımı yaklaşımının faydalarını göstermek için bir su deposu içine yerleştirilmiş ısı değiştirici kullanmışlardır. Bulaşık makinesinin farklı programlarında birkaç test gerçekleştirmişlerdir; eko, hızlı ve yoğun. Eko, hızlı ve yoğun programlar için sırasıyla 0,113 kWh, 0,134 kWh ve 0,271 kWh enerji geri kazanmışlardır. Bu değerler her bir bulaşık makinesi için yıllık olarak yaklaşık 7,77$ enerji tasarrufu ve 21,08 kg daha az CO2 anlamına gelmektedir.

Teke ve arkadaşları [10] ise sıcak atık sudan ısı geri kazanımı için en uygun ısı değiştiricisini belirlemek için yeni bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde, teknik ve ekonomik parametreleri hesaplamak için bir boyutsuz E sayısı tanımlanmıştır. Boyutsuz E sayısı NTU'nun ve ısı kapasiteleri oranının bir fonksiyonu olarak grafiklerde gösterilmiştir. En fazla ısı geri kazanımı oranına sahip ısı değiştiricisi bu grafiklerden elde edilebilmektedir.

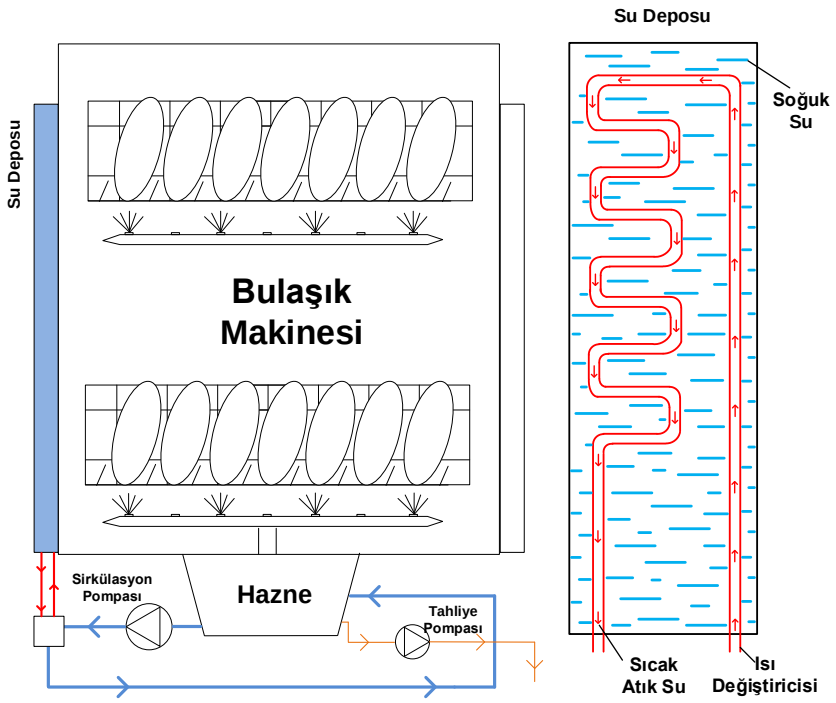
Morales-Ruiz ve arkadaşları [11], ev tipi cihazlar için FDM levhalarıyla donatılmış bir atık su ısı geri kazanımı sistemi üzerinde çalışmışlardır. Maksimum temas alanı ve minimum hacme sahip bir FDM levhası elde etmeyi hedeflemişledir. Bu bağlamda, suyun termal ve akışkan dinamiği davranışlarını gösteren sayısal bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu tasarımla, ısı depolama kapasitesi ve ısı geri kazanımı oranı sırasıyla %75 ve %50'dir. Sistemin verimini düşürmemek adına ısı değişimi için harcanan sürenin daha az olmaması gerektiği belirtilmiştir.

McNabola ve arkadaşları [12] evsel duşlar için yatay tahliye suyu ısı kazanımı sisteminin analizine ve gelişimine odaklanmıştır. Geliştirilen sayısal modele göre, sistemin etkinliği 50%'nin üstündedir. Herkesçe bilinen düşey tasarlanmış DWHR sisteminin aksine, yatay DWHR yöntemi yerleşim açısından daha uygulanabilir bir yapıdadır. Fakat, yatay DWHR'nin tıkanma ve basınç düşümü gibi dezavantajları vardır. Sistem ekonomik açıdan uygulanabilir ve geri ödeme süresi 5 yıldır. Yüksek verimlilik için sistemin soğuk bölgelerde kullanılması tavsiye edilmiştir.

Literatürdeki ısı geri kazanımı uygulamaları üzerine yapılan çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada, pazarda kolayca bulanabilecek mevcut bir bulaşık makinesine ısı geri kazanımı sistemi eklenmiş ve geliştirilen algoritmalar ile bulaşık makinesinin çalışma prensibi değiştirilmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmanın amacı ev tipi bir bulaşık makinesindeki ısı geri kazanımı sisteminin faydalarının sunulmasıdır. Kazanç hem deneysel hem de geliştirilmiş bir modelde değerlendirilmiştir. Modelden alınan sonuçlar deneysel sonuçlarla kıyaslandığında, modelin %97,8 oranında uyumlu olduğu görülmüştür. Sonuçlara göre, ısı geri kazanımı verimli bir şekilde uygulanabilmekte ve enerjiyi önemli ölçüde iyileştirebilmektedir.

2. DENEYSEL PROSEDÜR

Bu çalışmada, testleri gerçekleştirmek için bir deney düzeneği kurulmuştur. Deney düzeneği Şekil 1'de gösterilmektedir. Bir su deposuna sahip bulaşık makinesi kullanılmıştır ve su deposunun içine bir ısı değiştiricisi yerleştirilmiştir.



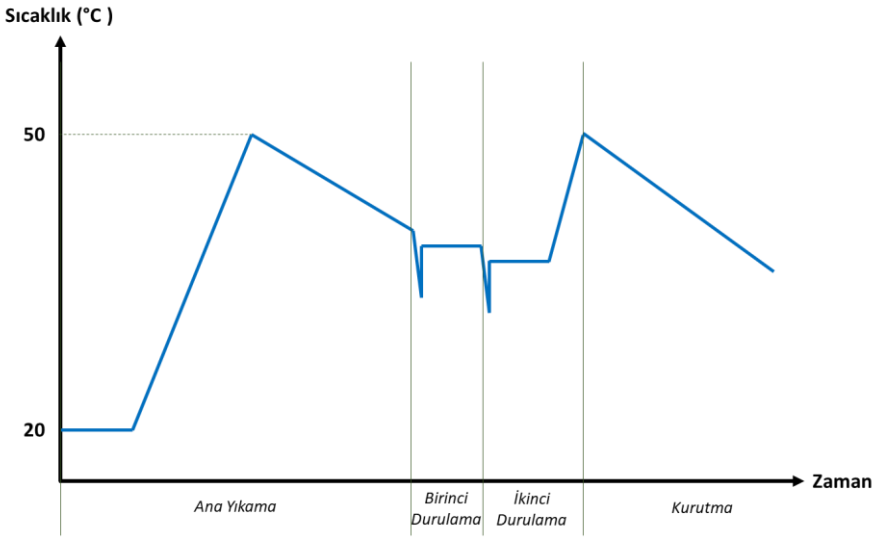
Şekil 1. Deney düzeneğinin şematik gösterimi

(Mavi: Su hattı, Kırmızı: Isı geri kazanımı hattı, Turuncu: Tahliye hattı)

2.1 Bulaşık Makinesinin Çalışma Prensibi

Testlerde kullanmak için pazarda bulunabilen ev tipi bir bulaşık makinesi seçilmiştir. Bulaşık makinesi birkaç programa sahip olmasına rağmen, hedef enerji tüketimini düşürmek olduğu için sadece "Eko-50" programı kullanılmıştır. "Eko-50" programı, uluslararası regülasyonlara göre enerji tüketimi deklarasyonlarının yapıldığı programdır.

Bir Eko-50 programı genel olarak dört farklı adımdan oluşmaktadır; ana yıkama, birinci durulama, ikinci durulama ve kurutma (Şekil 2'de gösterilmiştir). Kullanıcı Eko-50 programını başlattığında, ana yıkama adımı başlar ve makine bir sonraki çevrimde kullanmak için bir önceki çevrimin kurutma adımında depoladığı temiz suyu su deposundan almaktadır. Ardından, kirli bulaşıklar pervaneler aracılığıyla püskürtülen suyla yıkanmaktadır. Bulaşıkları iyice temizleyebilmek için bulaşık makinesindeki bir ısıtıcı aracılığıyla su set sıcaklığına ısıtılmaktadır. Su sıcaklığı set sıcaklığına ulaştığında ısıtıcı devre dışı olmaktadır. Ana yıkama adımının sonunda makine içindeki sıcak su tahliye edilmektedir. Devamında, birinci durulama adımında, bulaşıkları yıkamak için şebekeden makine içine temiz soğuk su alınmaktadır. Yıkama sonunda makine içinde su aynı şekilde tahliye edilmektedir. İkinci durulama adımında tekrardan şebekeden makine içine temiz soğuk su alınmaktadır ve bulaşıkları kurutma adımına hazırlamak için su ısıtılmaktadır. Yıkama sonrasında sıcak su makineden tahliye edilmektedir ve su deposu şebekeden alınan temiz soğuk suyla doldurulmaktadır. Son olarak kurutma adımı başlamaktadır. Kurutma adımında nemli ve temiz bulaşıklar kurutulmakta ve çevrim tamamlanmaktadır.



Şekil 2. Bir Eko-50 programının sıcaklık-zaman grafiği

2.2 Değiştirilmiş Bulaşık Makinesi Çalışma Prensibi

Bulaşık makinesinin çalışma prensibi ısı geri kazanımı kavramıyla uyumlu olacak şekilde değiştirilmiştir. Suyun kurutma adımında su deposuna doldurulması işlemi testlerin daha hızlı yapılabilmesi için iptal edilmiştir. Ayrıca, kazanılan enerji kurutma adımından bağımsız olduğu için kurutma adımı iptal edilmiştir.

Enerjinin çoğu tahliye anında kaybedildiği için, atık sıcak su tahliye edilmeden önce, ana yıkama ve birinci durulama sonuna ısı geri kazanımı adımları eklenmiştir. Isı geri kazanımı süresince sepetteki bulaşıkları soğutmamak için yıkama durdurulmuştur ve su bir vana vasıtasıyla yalnızca ısı değiştiricisine yönlendirilmiştir. Isı geri kazanımı bittikten sonra, sıcak atık su tahliye edilmiştir.

2.3 Isı Geri Kazanımı Sistemi Tasarımı

Yapılacak deneylerle ısı geri kazanımının faydalarını göstermek için bir sistem tasarlanmıştır. Isı geri kazanımı depo içerisine yerleştirilen bir borulu ısı değiştirici ile yapılmıştır (Şekil 1'de gösterilmiştir). Isı değiştiricisi bulaşık makinesinin haznesine bağlıdır ve haznedeki su ısı değiştiricisine sirkülasyon pompası vasıtasıyla yönlendirilmektedir. Depodaki soğuk su, ısı değiştiricisi boyunca akan sıcak su tarafından ısıtılmaktadır. Borulu ısı değiştiricisinin özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Malzeme: AISI 304L
- Uzunluk: 1,6 m
- Çap (D_i/D_o): 7,1/9,5 mm

2.4 Test Koşulları ve Ölçüm Sistemi

Testler laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Ortam koşulları test sonuçlarını etkileyebilmektedir. Test koşulları Tablo 1'de gösterilmektedir ve AB standartları ile uyumludur [13].

Tablo 1. Laboratuvardaki Test Koşulları

Test Koşulları	
Ortam Sıcaklığı	23 ± 2 °C
Bağıl Nem	55 ± 5% RH
Su Besleme Sıcaklığı	15 ± 2 °C
Gerilim	230 ± 10% V

Havanın, makine gövdesinin duvarlarının, bulaşıkların ve hem sıcak hem de soğuk suyun sıcaklığı T-tipi termokupllar ile ölçülmüştür. Termokupllardan, elektrik şebeke sisteminden ve wattmetreden alınan veriler bir veri toplama sistemiyle (data acquisition system) toplanmıştır ve veriler MS Excel programında işlenmiştir. Deney düzeneğinin belirsizlikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Ölçüm Sisteminin Belirsizlikleri

Belirsizlikler	
Ortam Sıcaklığı	± 0,5 °C
Bağıl Nem	≤0,2% RH
Su Besleme Sıcaklığı	± 0,5 °C
Güç / Enerji	± 0,05% W
Gerilim	± 0,25% V

3. METODOLOJİ

Isı geri kazanımı kavramının teorik temelleri Denklem (1) ile Denklem (14) arasında verilmektedir. Denklen (1)'deki termodinamiğin enerji korunumu kanununa dayanılarak, sisteme giren toplam enerji ile sistemden çıkan toplam enerji arasındaki fark sistemin toplam enerjisindeki değişime eşittir.

$$E_g - E_ç = \Delta E_{sistem} \tag{1}$$

Isı transferi hızı Denklem (2) ve Denklem (3) ile hesaplanabilir.

$$\dot{Q} = \dot{m} c_{ort} (T_g - T_ç)$$

(2)

$$\dot{Q} = UA\Delta T_{lm} \tag{3}$$

Logaritmik ortalama sıcaklık farkı (ΔT_{lm}) Denklem (4)'te olduğu gibi bulunabilir.

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{ln\Delta T_1 / \Delta T_2} \tag{4}$$

Yukarıdaki denklemdeki ΔT_1 ve ΔT_2 sıcak ve soğuk su arasındaki sıcaklık farkını temsil etmektedir ve Denklem (5) ve Denklem (6)'da detayı verilmektedir.

$$\Delta T_1 = T_{h,g} - T_{c,g} \tag{5}$$

$$\Delta T_2 = T_{h,ç} - T_{c,ç} \tag{6}$$

Dolayısıyla, logaritmik ortalama sıcaklık farkı Denklem (7) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{ln\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{(T_{h,g} - T_{c,g}) - (T_{h,ç} - T_{c,ç})}{ln(T_{h,g} - T_{c,g})/(T_{h,ç} - T_{c,ç})} \quad (7)$$

Toplam ısı transferi katsayısı *(U)* toplam ısı direnci *(R)* ile ifade edilmektedir. Toplam ısıl direnç Denklem (8) ve Denklem (9)'da sunulmaktadır.

$$\frac{1}{UA_i} = R = R_i + R_{silindir} + R_o = \frac{1}{h_i A_i} + \frac{1}{2\pi kL} ln\frac{D_o}{D_i} + \frac{1}{h_o A_o} = \frac{1}{UA_o} \quad (8)$$

$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{h_i \pi D_i L} + \frac{1}{2\pi kL} ln\frac{D_o}{D_i} + \frac{1}{h_o \pi D_o L} \quad (9)$$

Boru içindeki taşınımla ısı transferi katsayısı *(h_i)* Nusselt ile ilişkilidir ve Denklem (10) ve Gnielinski tarafından geliştirilen Denklem (11) uygulanarak hesaplanmaktadır.

$$Nu = \frac{hD}{k} \quad (10)$$

$$Nu = \frac{(f/8)(Re-1000)Pr}{1+12{,}7(f/8)^{0{,}5}(Pr^{2/3}-1)} \quad \begin{pmatrix} 0{,}5 \le \mathrm{Pr} \le 2000 \\ 3\,x\,10^3 \le Re \le 5\,x\,10^6 \end{pmatrix} \quad (11)$$

Yukarıda verilen denklemde, f sürtünme katsayısını temsil etmektedir ve Petukhov tarafından geliştirilen Denklem (12)'te verilmektedir.

$$f = (0{,}790\,ln\,Re - 1{,}64)^{-2} \qquad (10^4 \le Re \le 10^6) \quad (12)$$

Isı geri kazanımının etkenliği sıcak kirli suyun ısı enerjisine bağlıdır ve Denklem (13) ile bulunabilir. Soğuk su hiç ısı kaybı olmadan sıcak suyun tüm ısı enerjisini alabilirse, ısı geri kazanımının etkenliği %100 olacaktır. Aşağıdaki denklemde ısı geri kazanımından elde edilen ısı yükü $\dot{Q}_{ıgk}$ ile gösterilmektedir.

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_{ıgk}}{\dot{Q}_h} \quad (13)$$

4. MODELLEME METODOLOJİSİ

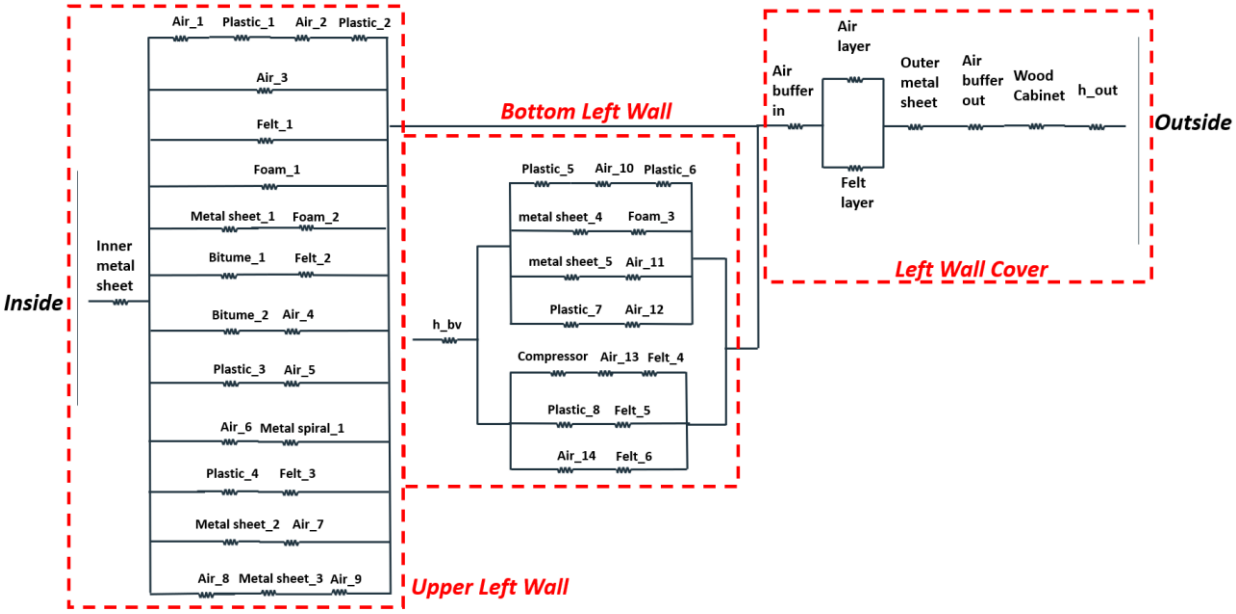
Bulaşık makinesinin komponentlerinin dahil olduğu sistemi değerlendirmek için Dymola programında bir model geliştirilmiştir. Dymola programı yazılım dili olarak Modelica'yı kullanmaktadır [14,15]. Modelica içinde denklemlerin gömülü olduğu nesne tabanlı bir dildir ve veri tabanında hazır olarak sunulan temel nesneler ile veya özelleştirilerek oluşturulabilen nesneler ile termal, mekanik veya elektriksel sistemlerin modeli kolayca kurulabilmektedir. Ayrıca, kurulan modeller matematiksel denklemleri diferansiyel cebirsel denklem (DAE) sistemine dönüştüren algoritmalarla desteklenebilmektedir. Ek olarak, Dymola programı çeşitli mühendislik uygulamalarında kullanılması için açık kaynak, ticari kaynak ya da oluşturulmuş iç kaynak kütüphanelerini içermektedir. Bulaşık makinesinin ve diğer komponentlerin modelleme çalışmasında açık kaynak termal kütüphane kullanılmıştır. Ayrıca, ısı geri kazanımı sistemine sahip bulaşık makinesinin algoritması da Modelica dilinde oluşturulmuştur.

4.1 Gövde Duvarı Modeli

Enerji tüketimi, bulaşık makinesi gövdesinin duvarlarından ortama kaybedilen ısı ile ilişkili olduğundan, bulaşık makinesi gövdesinin duvarlarının modellenmesi oldukça önemli bir aşamadır. Dolayısıyla, sistemdeki anlık sıcaklık değişimini ve ısı kaybını değerlendirebilmek için bulaşık makinesi gövdesinin modellenmesi ihmal edilemez. Bulaşık makinesinin gövdesi çelik, bitüm ve yalıtım malzemesi gibi birkaç katmandan

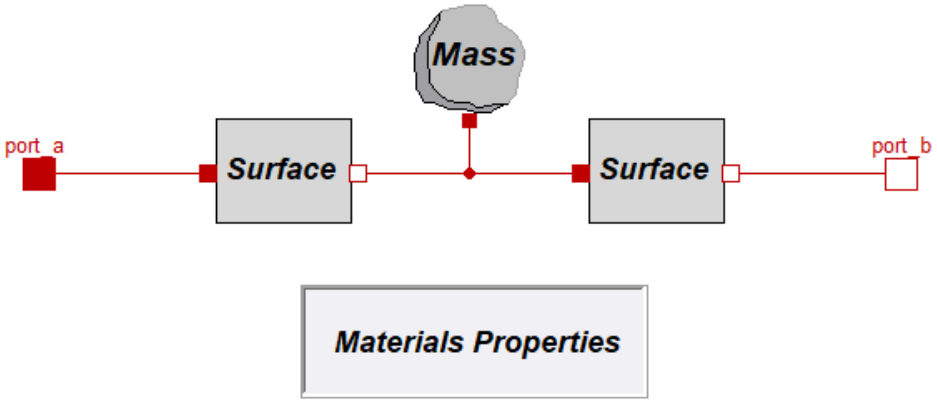
oluşmaktadır. Bununla birlikte, katmanların malzemesi, boyutu ve yapısı gibi özellikler farklılık gösterebilmektedir. Dolayısıyla, her bir katmanın sahip olduğu tüm spesifik özellikler detaylı bir şekilde tanımlanmalıdır, çünkü bu karakteristik özellikler bulaşık makinesi parçaları ile ortam arasındaki ısı transferi mekanizmasını doğrudan etkilemektedir. Öte yandan, katmanların kalınlığı katmanların uzunluğuna ve genişliğine kıyasla oldukça küçüktür. Dolayısıyla, bulaşık makinesi gövdesinin duvar modeli tek boyutlu oluşturulmuştur.

Model yapısı ısıl dirençlerden meydana gelmektedir. Her bir ısıl direncin ısıl kapasitesi kütlesine, sıcaklığına ve malzeme özelliklerine göre değişmektedir. Her bir katmanın sıcaklığı ve ısıl kapasitesi termodinamiğin birinci kanunu temel alınarak hesaplanmaktadır. Ek olarak, iletimle ısı transferi için Fourier Kanunu kullanılırken, taşınımlı ısı transferi için Newton'un Soğuma Kanunu kullanılmaktadır.



Şekil 3. Bulaşık makinesinin sol duvarının direnç yapısı

Modelleme programında ısıl direnci temsil edecek bir duvar elemanı oluşturulmuştur.



Şekil 4. Dymola programındaki bir direnç yapısı gösterimi

Modelde bir ısıl direnç devresi oluşturmak için tüm ısıl direnç birimleri birbirine bağlanmaktadır. Malzemeye göre farklılık gösterebilen özgül ısı kapasitesi, ısıl iletkenlik ve yoğunluk her bir ısıl direnç biriminde

tanımlanmaktadır. Bunların yanında, bir duvar biriminin boyutlarını temsil eden uzunluk, genişlik ve kalınlık da modelde tanımlanmaktadır.

Diğer bir taraftan, gövdenin ısıl davranışı gövde içindeki komponentlerden direkt olarak etkilenmektedir. Bu malzemeler yığılı kütle olarak düşünülmektedir ve gövde içindeki hava ile taşınım yoluyla ısı transferi yapmaktadır. Dolayısıyla, gövde içerisindeki komponentlerin kütlesi, özgül ısısı ve yüzey alanı model içerisinde tanımlanmalıdır. Bu komponentler; pervaneler, sepetler, yemek seti, plastikler, camlar vb.'dir.

4.2 Algoritma ve Isı Geri Kazanımının Modellenmesi

Enerji tüketimini ve çevrim süresini etkileyen en önemli parçalardan biri de algoritmadır. Aslında, algoritma temel olarak üç kısımdan oluşmaktadır; ana yıkama, soğuk durulama ve sıcak durulama. Buna ek olarak, algoritmanın belli bir noktasında ısı geri kazanımı yapılmaktadır. Bu uygulamada ısıtılmış ana yıkama suyu tahliye edilmez ve sonraki yıkama adımı için ana yıkama suyunun yüksek sıcaklığından faydalanılır. Tahliye yapılmadan önce sıcak ana yıkama suyu, algoritmada belirlenen süre boyunca, sonraki yıkama çevriminde kullanılacak olan soğuk yıkama suyun olduğu deponun içerisindeki bir ısı değiştiricisinden sirküle edilmektedir. Böylelikle, sonraki yıkama adımında kullanılacak olan soğuk suyun sıcaklığı arttırılmakta ve dolayısıyla soğuk su kaynaklı makinenin ısı kaybı azaltılmaktadır. Ek olarak, takip eden sıcak durulama adımında da ısı geri kazanımı uygulanarak suyu ısıtmak için tüketilen enerji önemli ölçüde azaltılmaktadır.

Algoritma modelindeki tüm alt modeller sıcaklık ve çalışma zamanını algılayarak birbiriyle eşlenik şekilde çalışmaktadır. Bunun başlıca örneği, ana yıkama suyu set sıcaklığına ulaştıktan sonra ısıtıcının devre dışı bırakılması ve sonrasında ısıtma olmadan ana yıkama sirkülasyonun başlatılmasıdır. Bu adım zamana bağlıdır ve zamanlayıcının süreyi aşması durumunda sonraki adım başlatılmaktadır.

Isı geri kazanımı modeliyle ilgili olarak, öncelikle ısı geri kazanımı adımı tespit edilmektedir. Devamında, önceden belirlenmiş bir süre boyunca ısı geri kazanımının aktif hale getirildiği zamanlayıcı modeline bilgi gönderilmektedir. Bu esnada, o andaki ana yıkama suyu sıcaklığı okutulmaktadır. Suyun sıcaklık bilgisi, suyun sıcaklık, basınç ve kütlesel debisinin atandığı boru giriş sınırlarına gönderilmektedir. Aynı şekilde, boru modelinde boru geometrisi belirlenebilmekte ve daha önemlisi ısı transferi mekanizması seçilebilmektedir.

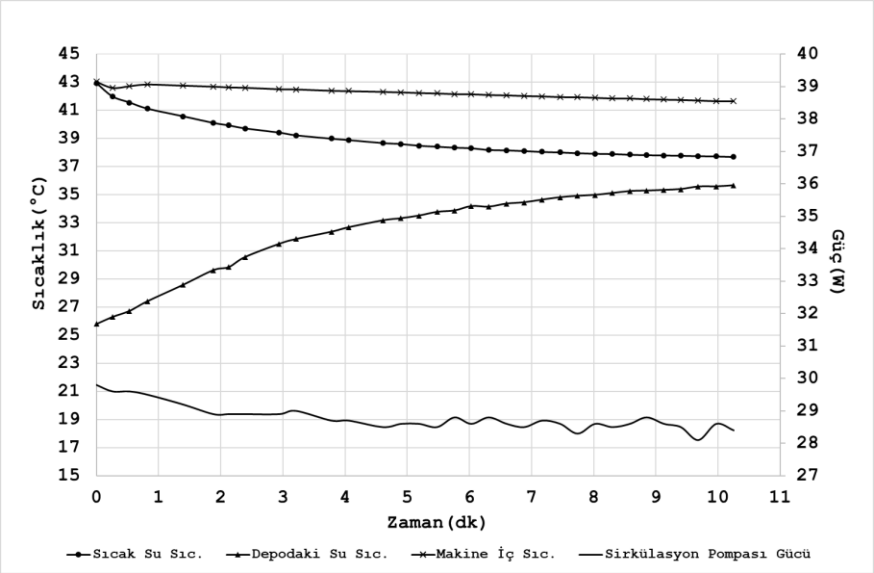
Isı geri kazanım adımı başlatılırken boru ile ısı geri kazanımı suyu arasında ısı transferi başlatılmaktadır. Devamında, bir sonraki adımda soğuk yıkama suyu olarak kullanılacak olan ısı geri kazanımı suyunun sıcaklığı, ısı geri kazanımı için belirlenen sürenin sonuna kadar yükseltilmektedir.

Algoritmada sunulan soğuk yıkama suyuna su bilgisi gönderilmektedir. Bu esnada, su ile boru arasında ısı transferi olurken, aynı zamanda depo ile ısı geri kazanımı suyu arasında da ısı transferi olmaktadır. Set süresinin sonunda, zamanlayıcı devre dışı bırakılmakta ve ısı geri kazanımı adımı sona ermektedir.

5. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, elde edilen deney ve modelleme sonuçlarına göre, ısı geri kazanımı sistemine sahip olan ve olmayan bir bulaşık makinesinin sıcaklığı ve enerji performansı değerlendirilmiştir. Tüm testlerde ve modelde ana yıkama set sıcaklığı 50 °C ve sabittir. Bulaşık makinesinin toplam çalışma süresi, ısı geri kazanımı olan ve olmayan algoritmalardaki sonuçları doğru şekilde kıyaslayabilmek için sabit tutulmuştur.

Ana yıkama sonunda ısı geri kazanımı sisteminin aktif olduğu süre boyunca, 4 litrelik sıcak kirli suyun, makinenin, su deposundaki 2,6 litrelik temiz soğuk suyun sıcaklık değişimi ve sirkülasyon pompasının güç tüketimi Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekil 5'te görüldüğü gibi, su deposuna yerleştirilen ısı değiştiricisine sıcak kirli suyu göndermek için kullanılan sirkülasyon pompasının ortalama 28,8 W güç tüketmesi nedeniyle ısı geri kazanımı boyunca enerji tüketimi devam etmektedir.

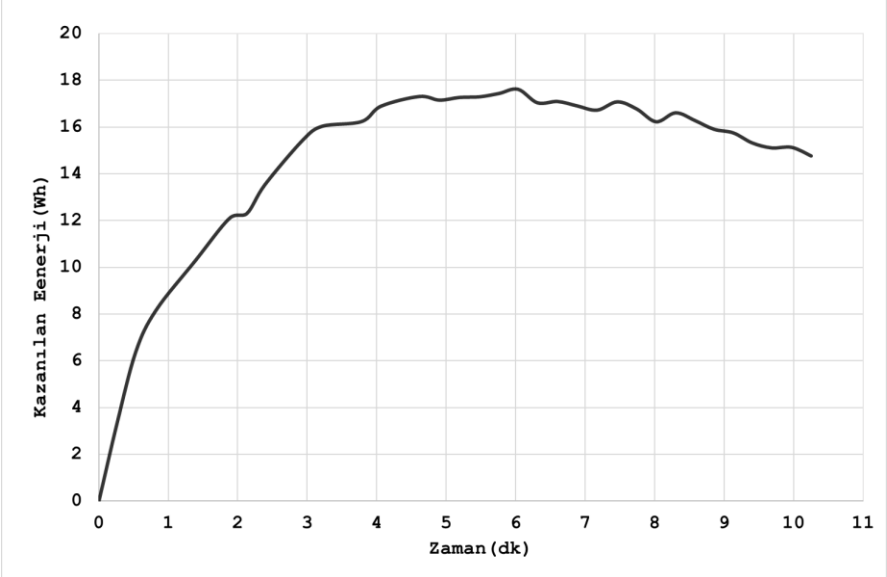


Şekil 5. Isı geri kazanımı adımındaki sıcaklık ve güç tüketimi davranışları

Beklendiği gibi, sıcak kirli su tarafından ısıtılan depodaki temiz soğuk suyun sıcaklığı ısı geri kazanımı boyunca artmaktadır. Ayrıca, su deposu makine gövdesi ile temas halinde olduğundan soğuk suyun sıcaklığı ısı transferi yaparak ısınmaktadır. Aslında, şebeke suyu sıcaklığı çevrim başında 15 °C'de depo içine alınmasına rağmen, yukarıda bahsedilen durumun ve ortam sıcaklığının etkisiyle, ısı geri kazanımı başlangıcında 26 °C'ye kadar yükselmektedir. Benzer şekilde, soğuk suya ve ortama ısı kaybedilmesi sebebiyle makine soğumaktadır.

Isı geri kazanımı süresince depodaki soğuk suyun sıcaklığı 25,8 °C'den 35,6 °C'ye kadar artarken, sıcak kirli suyun ve makine iç sıcaklığı sırasıyla 5,2 °C ve 1,4 °C kadar azalmaktadır.

Şekil 6'dan de net bir şekilde görülebildiği gibi, ısı geri kazanımı prosesinin başlangıcında elde edilen enerji çarpıcı şekilde artmaktadır. Faydalanılan 17,6 Wh maksimum enerji 6. dakika sonunda elde edilmektedir. Bu değer, sisteme ısı geri kazanımı uygulamanın bulaşık makinesi enerji tüketiminin %2,3 kadar düşürülebileceğini göstermektedir. Bu noktadan sonra, ısı kayıpları ısı kazancından daha büyük olduğundan, ısı kazanç oranı neredeyse sabit kalmaktadır, hatta düşmektedir.

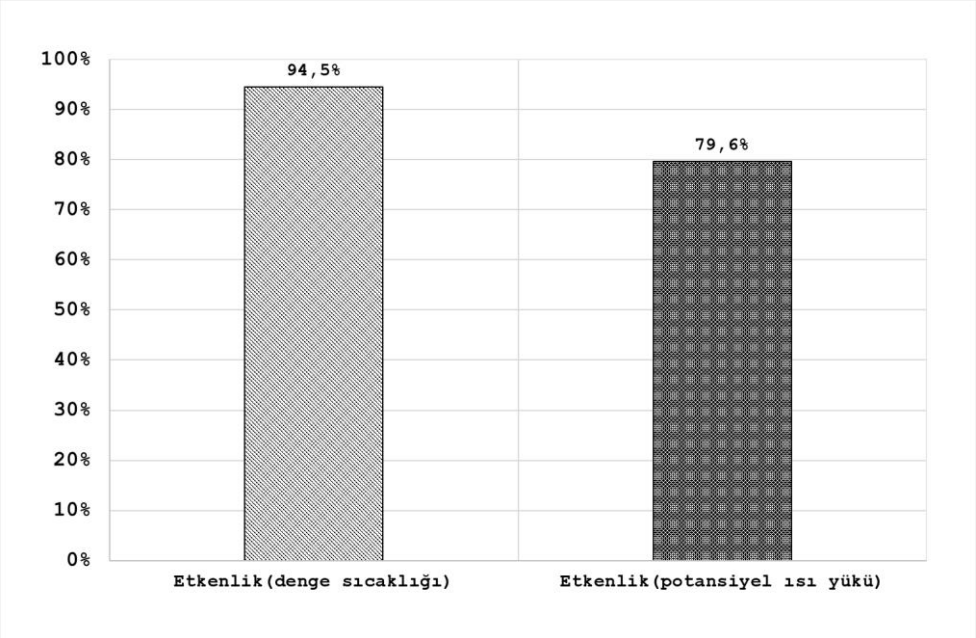


Şekil 6. Zamana bağlı olarak ısı geri kazanımından elde edilen enerji miktarındaki değişim

Kazanılan enerji miktarı özellikle atık sıcak suyun ilk sıcaklığına bağlı olarak kesinlikle değişecektir. Isı kaynağı sıcaklığının Şekil 5'te gösterilen sıcaklıktan daha az veya fazla olması durumunda, geri kazanılan enerji değeri değişecektir. Ayrıca, maksimum enerjinin elde edildiği nokta 6. dakikada olmayacaktır. Farklı atık sıcak su sıcaklıkları söz konusu olduğunda, toplam ısı geri kazanımı süresini belirlemek için başka bir optimizasyon çalışması yapılması gerekmektedir.

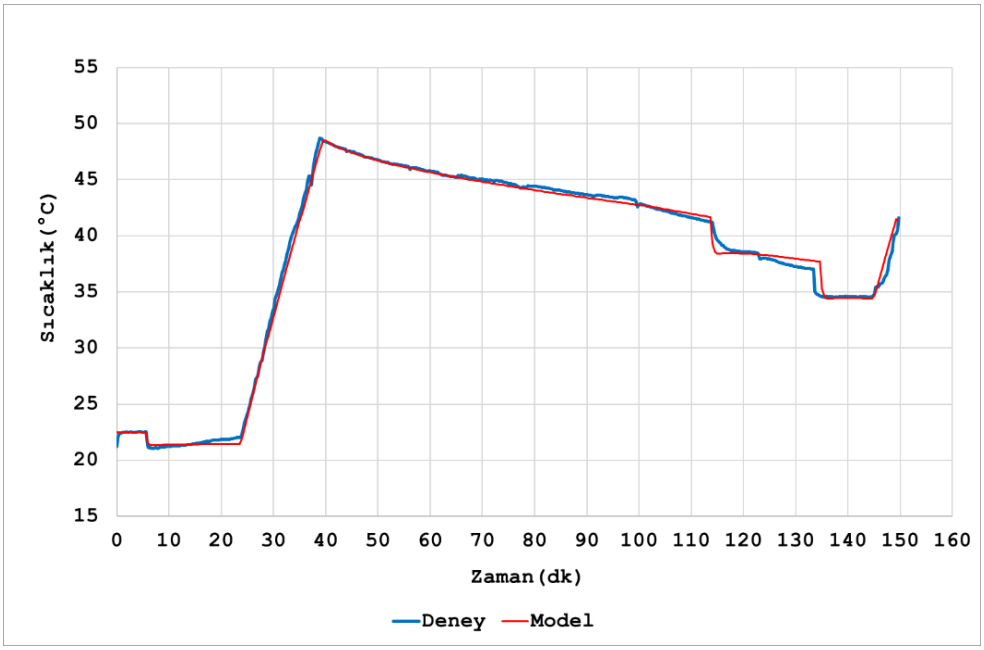
Teorik olarak, sıcak atık su ile depo içindeki soğuk su arasındaki ısı transferi denge sıcaklığına ulaşana kadar olmaktadır. Kütle oranlarına bağlı olarak denge sıcaklığı yaklaşık olarak 36 °C'dir. Fakat, ortama olan ısı kayıpları ve makine ile yapılan ısı transferi sebebiyle maksimum enerjinin 34 °C'de elde edildiği deneylerde görülmüştür. Bu durumda, denge sıcaklığına göre değerlendirildiğinde, ısı geri kazanımının etkenlik değeri %94,5'tir (Şekil 7).

Etkenlikle ilgili başka bir yaklaşıma göre ise, sıcak kirli su sıcaklığının hiç ısı kaybı olmadan kullanılabildiği ve sıcak suyun temizlenebildiği bir durumda, sonraki adımda kullanmak için şebekeden soğuk su alınmayacaktır. Dolayısıyla, durulama adımında kullanılan suyun miktarı da düşünülerek, ısı geri kazanımının etkenlik değeri %79,6 olarak hesaplanmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Isı geri kazanımı prosesinin etkenliği

Kurutma adımını içermeyen model ile yapılan deneyler sıcaklık davranışı açısından karşılaştırılmıştır. Şekil 8'de görüldüğü gibi, model sonuçları %97,8 gibi bir oranla deneysel sonuçlar ile oldukça uyumludur. Dolayısıyla, modelde ısı geri kazanımı süresi, su kütlesi, sıcaklık gibi pek çok parametrik değişiklik yapılabilmektedir. Ayrıca, ısı geri kazanımını sisteminin uygulanıp uygulanmadığı konfigürasyon da incelenebilmektedir. Kurutma adımının da dikkate alınması istendiğinde, model kurutma adımını da içerecek şekilde geliştirilebilir.



Şekil 8. Makine sıcaklığı açısından deney ve modelin karşılaştırılması

6. SONUÇ

Bu çalışmada, sıcak kirli suyun ısı enerjisini kullanan bir ev tipi bulaşık makinesindeki ısı geri kazanımı sisteminin performansı incelenmiştir. Isı geri kazanımı sistemi aracılığıyla durulama adımlarında kullanılacak temiz soğuk suyun ön ısıtılması amaçlanmıştır. Elde edilen kazanç yapılan deneylere ve geliştirilen modele göre değerlendirilmiştir. Yalıtım seviyesi ve kullanılan pompanın gücüne bağlı olarak, bulaşık makinesine eklenen ısı geri kazanımı sistemi ile temiz su ön ısıtılarak enerji kazancı elde edilebilmektedir. Su deposu bulaşık makinesinin gövdesine temas halinde olduğundan depo içerisindeki soğuk su bulaşık makinesinin gövdesinden de ısı almaktadır. Isı geri kazanımı işlemi sırasında, soğuk suyun, sıcak suyun ve makinenin sıcaklığındaki değişim başlangıç sıcaklığına, kütlesel debiye, malzeme özelliklerine doğrudan bağlıdır. Dolayısıyla, böyle bir konfigürasyonda, bulaşık makinesine ısı geri kazanımı sistemi uygulanarak %2,3'e varan enerji kazancı elde edilebilmiştir. Isı geri kazanımındaki kazanç ve dolayısıyla sistemin etkenlik değeri sıcak suyun ve soğuk suyun kütle oranlarına ve ısı kaybına doğrudan bağlıdır. Sıcak su ve soğuk su arasındaki denge sıcaklığı referans olarak alındığı durumunda, ısı geri kazanımının etkenlik değeri %94,5'tir. Isı geri kazanımının etkenliğinin hesaplanmasındaki bir diğer yaklaşım ise, sıcak kirli suyun toplam ısı enerjisinin dikkate alınmasıdır. Soğuk suyun hiç ısı kaybı olmadan sıcak kirli suyun sıcaklığındaymış gibi kullanılabilmesi durumunda, ısı geri kazanımının etkenlik değeri %79,6 olarak hesaplanmıştır. Ek olarak, ısı geri kazanımı sisteminin performansını belirlemek için ısı geri kazanımı sistemi olan ve olmayan bir bulaşık makinesi modeli oluşturulmuştur ve bu model deneysel sonuçlarla karşılaştırıldığında %97,8 oranında uyumluluk göstermiştir.

KAYNAKÇA

[1] European Commission (2016). Communication from the commission to the European parliament and the council. Brussels. No. COM(2016) 110 final. https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=CELEX:52016DC0110. Accessed August 2022.

[2] Brunzell, L., Renström, R. Recommendations for revising the energy label system for dishwashers: supporting sustainable development and usage through the interaction of energy labels, technical improvements and consumer behaviour. Energy Efficiency Volume 13, 2020, Pages 145–155. https://doi.org/10.1007/s12053-019-09835-6

[3] Pradeep Bansal, Edward Vineyard, Omar Abdelaziz, Advances in household appliances- A review, Applied Thermal Engineering, Volume 31, Issues 17–18, 2011, Pages 3748-3760, ISSN 1359-4311, https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2011.07.023

[4] M De Paepe, E Theuns, S Lenaers, J Van Loon, Heat recovery system for dishwashers, Applied Thermal Engineering, Volume 23, Issue 6, 2003, Pages 743-756, ISSN 1359-4311, https://doi.org/10.1016/S1359-4311(03)00016-4

[5] M.Z. Pomianowski, H. Johra, A. Marszal-Pomianowska, C. Zhang, Sustainable and energy-efficient domestic hot water systems: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 128, 2020, 109900, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109900

[6] Mohamad Ramadan, Thierry lemenand, Mahmoud Khaled, Recovering heat from hot drain water—Experimental evaluation, parametric analysis and new calculation procedure, Energy and Buildings, Volume 128, 2016, Pages 575-582, ISSN 0378-7788, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.017

[7] D. Saker, M. Vahdati, P.J. Coker, S. Millward, Assessing the benefits of domestic hot fill washing appliances, Energy and Buildings, Volume 93, 2015, Pages 282-294, ISSN 0378-7788, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.02.027

[8] Tomas Persson, Dishwasher and washing machine heated by a hot water circulation loop, Applied Thermal Engineering, Volume 27, Issue 1, 2007, Pages 120-128, ISSN 1359-4311, https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2006.05.005

[9] Selcuk Selimli, Talha Karabas, Yunus Taskin, Mehmet Burak Karatas, Experimental study of the performance of heat recovery by a fin and tube heat exchange tank attached to the dishwasher greywater line, Sustainable Energy Technologies and Assessments, Volume 36, 2019, 100552, ISSN 2213-1388, https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.100552

[10] İsmail Teke, Özden Ağra, Ş. Özgür Atayılmaz, Hakan Demir, Determining the best type of heat exchangers for heat recovery, Applied Thermal Engineering, Volume 30, Issues 6–7, 2010, Pages 577-583, ISSN 1359-4311, https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2009.10.021

[11] S. Morales-Ruiz, J. Rigola, C. Oliet, A. Oliva, Analysis and design of a drain water heat recovery storage unit based on PCM plates, Applied Energy, Volume 179, 2016, Pages 1006-1019, ISSN 0306-2619, https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.067

[12] Aonghus McNabola, Killian Shields, Efficient drain water heat recovery in horizontal domestic shower drains, Energy and Buildings, Volume 59, 2013, Pages 44-49, ISSN 0378-7788, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.12.026

[13] EN60436, "Electric Dishwashers for Household Use – Methods for Measuring the Performance," European Standard, 2020.

[14] Url-1 <https://modelica.org/modelicalanguage.html>, access date 09.08.2022.

[15] Url-2 <https://www.3ds.com/products-services/catia/products/dymola/>, access date 13.10.2021.

INVESTIGATION OF MECHANICAL CHARACTERIZATION OF TRADITIONAL CONCRETE AND SIFCON

Alptuğ ÜNAL

Assoc. Prof. Dr., PhD., Konya Technical University

Gamze DOĞAN

Asst. Prof. Dr., PhD., Konya Technical University

Abstract

The use of special concretes in reinforced concrete structural elements in critical sections provides many advantages. It is possible to improve the sections by using alternative ultra-performance concretes, especially in cases where improvement in parameters such as strength and deformation capacity is desired. In this study, beam samples produced with SIFCON (Slurry Infiltrated Fiber Concrete) concrete with high steel fiber ratio (10 %) and traditional concrete were compared. The beam samples were subjected to the bending test and the results were interpreted. The strength and deformation capacity of the sample produced with SIFCON were found to be higher. In addition, the deformation forms formed were also different between traditional and SIFCON beam samples.

Keywords: Traditional concrete, SIFCON, concrete beam, experimental study

1. INTRODUCTION

The concept of earthquake resistant construction gains importance in reinforced concrete elements in geographies with high seismic effects. The most important factor in the concept of durable construction is to manufacture sections with high ductility / high deformation capacity. In this context, reinforced concrete structural elements are designed according to the ductile design principle. With the changes to be made on the material, increases in the strength and deformation capacity of the sections can be achieved. In the literature, there are experimental studies on building elements using special concretes in recent years (Balaji ve Thirugnanam, 2015; Rao ve Ramana, 2005; Salih et al., 2018) There are different types of special concretes according to the mixing ratios, the material used and the benefits it provides to the section. One of the most striking of these concretes is SIFCON concrete, which has high strength and deformation capacity. SIFCON (Slurry Infiltrated Fiber Concrete) is a special type of ultra-performance concrete. SIFCON concrete has a high (6 % - 20 %) steel fiber content. In the use of reinforced concrete elements due to the fiber content of SIFCON concrete; Particularly, the positive contribution to the values such as ductility and energy consumption capacities of the elements is observed. It has been observed that this special concrete increases the shear strength in reinforced concrete elements and details where shear stresses are present, and it has been suggested that it can be preferred in sections where shear reinforcement detailing is difficult (Shannag et al., 2001)

In this study, the advantages and disadvantages that arise when special concrete is used in building elements are examined. In this context, two beams produced with traditional concrete and SIFCON special concrete were subjected to the bending test and the results were examined.

2. MATERIALS

2.1 Traditional Concrete

Many different mixing ratios are used in the literature for the production of traditional concrete. In this study, traditional was produced by considering the mixing ratios used by Ugur and Unal, 2022 (Table 1). An ordinary CEM II 42.5 R cement complying with EN 197-1 was used in the concrete mixes. Three cube samples (150x150x150 mm) were taken to determine approximate compressive strength. These samples were cured and maintained for 28 days. The samples were subjected to a uniaxial compression test on the 28th day.

Traditional concrete with an average 28-day compressive strength of f_c= 47.84 MPa was produced. The results are given in Table 1.

2.2 SIFCON Concrete

It is necessary to produce slurry concrete with a fluid consistency that can settle between steel wire fibers, which are used extensively in SIFCON concrete production. For this reason, fine materials are preferred as concrete aggregate. Studies in the literature show the use of different fine materials such as sand, cement, stone dust, ballast, silica fume, limestone quartz powder, quartz sand (Elnono et al. 2009; Mısır, 2011; Aydin 2019). In this study, 2 different mixing ratios (Elnono et al., 2009; Mısır, 2011), given in the literature were tried, and SIFCON concrete compressive strength tests obtained from these ratios were performed. In the mixtures, more water content was required, especially in the combinations in which stone powder was used, and there was a placing problem in the concrete. It is also extremely important to carefully place the cement slurry between the steel fibers in this special concrete, where the fiber ratio is high. In the study, the ideal ratio and material combinations obtained as a result of the preliminary tests for slurry concrete, taking into account the concrete strength and concrete placement parameters, are given in Table 1, different from those in the literature.

As a result of the material tests, cement, sand, water and hyperplasticizer chemical additives were used for the mixture. The cement used for slurry concrete was Portland cement CEM I-42.5-R, which provides high strength. Sand (0-1mm- AFS 40/45) was preferred as fine aggregate to obtain a slurry concrete. The water used was tap-water. Glenium-ACE30 was used as a hyper plasticizer chemical additive. In the production, cement and sand were weighed and placed in the mixer first, and this dry mixture was mixed for 2 minutes. Approximately 70% of the water was added to the mixture and mixed for approximately 3 minutes in the mixer, then hyper plasticizer was added to the remaining water and added to the mixture. Mixing process continued for a total of 15 minutes. While the cement slurry taken into the filling containers was placed in the mould, the slurry mixture continued to be mixed in the mixer so that the fine-grained material would not subside. The slurry concrete poured into the mold was kept in the laboratory room where constant temperature and humidity conditions were maintained to set. The concrete that set was cured and subjected to compression tests for 2 days, 7 days and 28 days, and concrete with an average 28-day compressive strength of f_c= 35 MPa was produced.

Table 1. Concrete mix design

Sample Name	28 Day Cube Average Compressive Strength (MPa)	Water (kg/m^3)	Cement (kg/m^3)	0-4 mm Agg. (kg/m^3)	4-12 mm Agg. (kg/m^3)	Hyper plasticizer (kg/m^3)
Traditional Concrete	47.84	207	320	1314	726	4.20
SIFCON	35.00	360	900	900	-	11.5

In the study, high-strength, stainless, cold-drawn steel fibers with hook ends were used in SIFCON concrete. The steel fiber used was a glueless steel fiber with a diameter of 0.75 mm, a length of 60 mm, a slenderness of 80, a commercial code of 80/60 BL, and a tensile strength of 1300 MPa (N/mm^2). Steel fiber appearance and properties are shown in Fig. 1. In the study, SIFCON concrete with 10% fiber content by volume was produced.

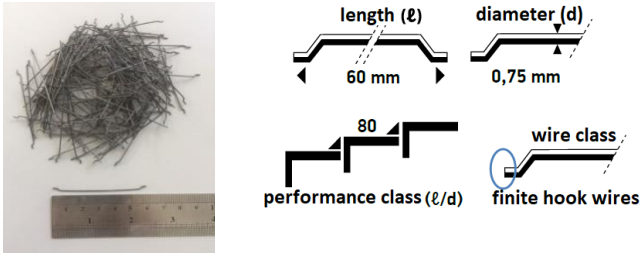


Fig. 1. Steel fiber appearance and properties

3. MATERIAL CHARACTERIZATION OF TRADITIONAL CONCRETE AND SIFCON

As the compressive strength test was carried out on traditional concrete and SIFCON slurry concrete, the bending tests were also carried out on the traditional concrete sample and steel fiber reinforced sample produced from SIFCON, and the change in flexural strength and crack mouth opening width was desired to be observed. To determine the mechanical characterization of the materials, a 150×150×550 mm traditional concrete sample and a 150×150×550 mm SIFCON mixed sample with 10% steel fiber was produced according to EN 14651, 2005 and tested on a three-point bending apparatus (Fig. 2). Also Fig. 3 shows the sample dimensions. In the tests, a load cell with a capacity of 30 kN and two displacement sensing LVDTs with a capacity of 450 mm were used for load measurements. A 25 mm high notch was made at the sub-midpoint of the samples, which was subjected to tension, and both arms of the notch were attached with a metal layer. The LVDTs used in the tests were fixed to these metal layers horizontally to measure the crack width. LVDT devices with an accuracy of 0.001 mm were used for the measurements of crack mouth opening displacement (CMOD). The displacement values for the load and notch obtained from the three-point loading test were transferred to the computer through data collection and the Stress-CMOD graph in Fig. 4 was obtained.

(a) (b)

Fig. 2. Test setup Traditional Concrete (a) SIFCON (b) beam

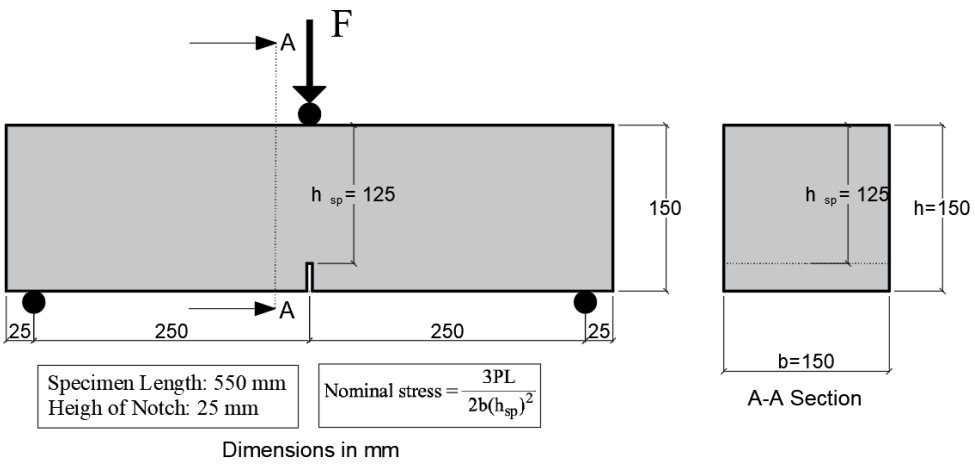


Fig. 3. Beam dimensions

The $f_{R,1}$ and $f_{R,3}$ values given in the Fig. 4 and Table 2 are the residual stress values of the CMOD at 0.5 mm and 2.5 mm, respectively. Also, f_L values given in Table 2 is the nominal stress at the limit of proportionality.

As seen in Table 2, the proportionality limit of traditional concrete sample and SIFCON sample was measured as 5.94 MPa and 25.17 MPa, respectively. As can be seen in Fig. 4 and Table 2, the proportionality limit of the SIFCON sample is approximately 4.24 times higher than the traditional concrete sample. After both samples reached the maximum stress value, a sudden decrease in stress occurred. After this stress reduction, traditional concrete sample completely lost its load-bearing capacity. The load loss in this sudden decrease was measured as 31.47% in SIFCON sample. After this break, the load carrying capacity increased with the effect of the fibers in the SIFCON concrete. An increase in the stress values occurred in the SIFCON sample again with the effect of steel fiber. The nominal stress value $f_{R,1}$ at 0.5 mm of the CMOD was measured as 17.69 MPa, after which the nominal stress value increased up to $f_{R,3}$. At 2.5 mm of the CMOD, $f_{R,3}$ was measured 21.45 MPa. The stress value in the sample $f_{R,3}$ was 21.25% greater than $f_{R,1}$. This shows that SIFCON concrete continues to carry loads at advanced displacement levels and the steel fibers contribute to the nominal stress value after the first crack. The deformation-crack width formed in the samples at the end of the test is shown in Fig. 5. The crack width appears to be larger in the deformation image after the test due to the higher strength in the SIFCON concrete and the exposure to more advanced loads.

Table 2. Bending properties of concretes

Series	Steel Fiber Volumetric Ratio (%)	f_L (MPa)	$f_{R,1}$ (MPa)	$f_{R,3}$ (MPa)
Traditional Concrete	0	5.94	-	-
SIFCON	10	25.17	17.69	21.45

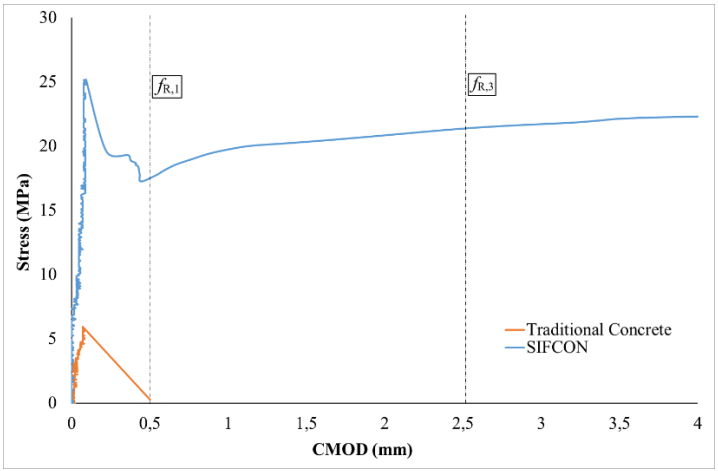
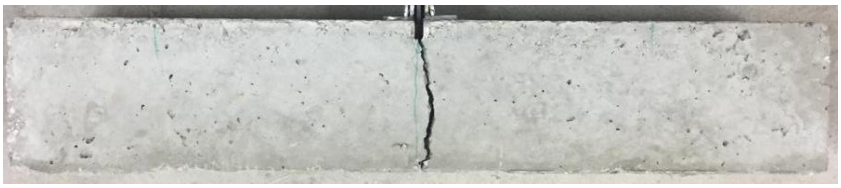


Fig. 4. Nominal stress versus CMOD curves



(a)

(b)

Fig. 5. Image of traditional concrete beam (a) SIFCON beam (b) samples at the end of the test

4.RESULTS

Within the scope of this study, the beam sample produced with ultra-performance SIFCON concrete with a steel fiber ratio of 10% was compared with the traditional concrete sample. Beam members were subjected to a single point bending test and Stress-CMOD graphs were drawn. According to the results obtained, SIFCON, whose production procedure is different, provided a significant increase in strength in the sample due to the steel fiber additive in the concrete content. In cases where high strength reinforced concrete elements are required in the construction of special structures, the use of SIFCON concrete as a material may be an alternative. In addition, according to the deformation values observed in the test results, it is seen that the deformation capacity of the steel fiber increases. The ductile behavior expected from the structures to be built in areas with high earthquake risk can be achieved with the high energy absorption capacity of SIFCON. For this reason, the use of SIFCON concrete in the critical areas of the reinforced concrete elements to be made in this way will provide an advantage to the section in terms of ductility. According to the observations obtained as a result of the experiment, SIFCON concrete will be a material that can be used in special structures and critical structural sections with its strength and deformation superiority.

REFERENCES

Aydın F., 2019, "Investigation of the Effect of Different Temperatures on Mechanical Properties of SIFCON", 7th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 22-24 November 2019 (ISITES2019), SanliUrfa-Turkey.

Balaji S., Thirugnanam G. S., 2015, Behaviour of Reinforced Concrete Beams with SIFCON at Various Locations in the Beam", KSCE Journal of Civil Engineering (2018) 22(1):161-166, DOI 10.1007/s12205-017-0498-9.

CEN "EN 14651, 2005, "Test method for metallic fibre concrete – Measuring the flexural tensile strength", CEN, Brussels, Belgium, 2005.

Elnono, M.A., Salem, H. M., Farahat, A. M., Elzanaty, A. H., 2009, "Use of Slurry Infiltrated Fiber Concrete in Reinforced Concrete Corner Connections Subjected to Opening Moments", Journal of Advanced Concrete Technology, Vol.7, No. 1, 51-59.

Mısır S., 2011, "Use of Slurry Infiltrated Fiber Concrete (Sifcon) in Improving the Seismic Behaviour of Reinforced Concrete Structures", Phd Thesis, Dokuz Eylül University, Turkey.

Rao, H.S., Ramana, N.V., 2005, "Behaviour of Slurry Infiltrated Fibrous Concrete (SIFCON) simply supported twoway slabs in flexure", Indian Journal of Engineering& Materials Sciences, Vol.12, pp 427-433.

Salih, S.A., Frayyeh, Q.J., Ali, M. A. A., 2018, "Flexural Behavior Of Slurry Infiltrated Fiber Concrete (Sifcon) Containing Supplementary Cementitiouse Materials", Journal of Engineering and Sustainable Development Vol. 22, No. 2 (part-3).

Shannag J., Barakat S., Jaber F., 2001, "Structural repair of shear-deficient reinforced concrete beams using SIFCON", Magazine of Concrete Research, Volume 53 Issue 6, , pp. 391-403.

SIMPLE ARSENIC DETECTION ENABLING ON-SITE WATER MANAGEMENT

Mehmet Çağrı SOYLU

Biological and Medical Diagnostic Sensors Laboratory (BioMeD Sensors Lab), Department of Biomedical Engineering, Erciyes University, Kayseri 38039, Turkey. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5213-2679

Kübra KESER

Biomedical Device Technologies, Simav Vocational School, Kutahya Dumlupinar University, Simav, Kütahya 43500, Turkey. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7215-7232

Abstract

Arsenic is one of the heavy metals that can mix with water and soil, which are the most important components for living things, in various ways. The human body is exposed to high doses of arsenic in various ways, such as contaminated drinking water and ingestion of food. Consumption of arsenic-contaminated water and food is harmful to the environment and human health. Due to its toxicity, arsenic causes various adverse effects on human health, such as discomfort in various organs, gastrointestinal diseases, and cancer. For all these reasons, it is a heavy metal of global concern. The methods used to detect arsenic today suffer from environmental friendliness, low energy and power consumption, and wireless communication potential. The aim of this study is to detect arsenic at low detection limits by using an electrochemical sensor that can fill these gaps in the literature, that is environmentally and user-friendly, biodegradable, edible, and will support sustainable environmental management. In the study, the electrochemical sensor with 15 mL distilled water + 2 g gelatin + 1.75 g glycerol content, which will allow detection, was formed by enriching with 2-mercaptoethanol. With these created sensors, impedance measurements were made in a trademarked drinking water. Impedance measurements were carried out at different arsenic concentrations to examine the effect of concentration on impedance change. The resistance changes were calculated using these measurements. Experiments were performed in triplicate for each concentration value for 1 ng/ml, 10 ng/ml and 100 ng/mL arsenic concentrations in drinking water. As a result of repeated experiments, it was concluded that the resistance changes ($-\Delta R_{ct}$) were 28 % (± 3.5 %), 34 % (± 3.1 %) and 36 % (± 11.3 %), respectively. With this proposed sensor platform, it will be possible to detect low amounts of heavy metals in order to ensure the sustainability of the energy resources necessary for the continuity of life.

Keywords: Sustainability, environment, arsenic.

PERFORMANCE COMPARISON OF FLUIDIZED BED COOLER AND VERTICAL COOLER UNITS FOR AMMONIUM NITRATE PRODUCTION PROCESS

Fadime Menekse IKBAL

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kutahya, Turkey.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8923-5268

Ahmet AKBULUT

Department of R&D, Istanbul Gubre Sanayi A.S (IGSAS), Kutahya., 1ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0001-7522-534

Oguzhan ERBAS

Kutahya Dumlupinar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Kutahya, Turkey.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8674-6166

Abstract

Fertilizer is one of the inputs used to meet the food and agricultural products required to meet the increasing nutritional and shelter needs due to the rapidly increasing population and rising living standards, and to obtain more and higher quality products from the unit area. The importance of the fertilizer sector in the economy is measured together with its contribution to agricultural production, employment and added value. In 2021, while there was a product availability problem related to chemical fertilizers around the world, serious increases were seen in fertilizer raw material and commodity prices with the effect of increases in energy and logistics costs. Fertilizer production facilities generally concentrate on the production of potassium-based or nitrogen-based fertilizers. While 97% of nitrogen fertilizers consist of ammonia, 70% of phosphate fertilizers consist of phosphoric acid. One of the important processes in the ammonium nitrate production process is the cooling unit. In this study; In an ammonium nitrate production facility, an active fluidized bed cooler unit and a vertical cooler unit are analyzed in terms of energy efficiency. These two cooling units were compared in terms of energy efficiency and their contribution to plant production was examined.

Keywords: Ammonium Nitrate, Fluid Bed Cooler, Vertical Cooler, Performance.

1. INTRODUCTION

Fertilizers are concentrated active nutrients that are given to the soil or plant to contribute to plant growth. In addition to carbon, oxygen and hydrogen, which are the main inputs in plant nutrition, significant amounts of auxiliary substances are also needed. These substances, which are generally described as fertilizers, are included in the class of primary, secondary and micronutrients according to their importance and required amount. Nitrogen, phosphorus and potassium are the primary fertilizers. Plants can take nitrogen in the form of nitrogen in the composition of ammonia, nitrate or urea, phosphorus in dissolved form from the content of single or triple superphosphate, and potassium in the form of potassium chloride or sulfate [1].

Secondary nutrients are calcium, magnesium and sulfur. These can be added to some chemical fertilizers. Micronutrients are elements such as boron, chlorine, copper, iron, manganese, molybdenum, zinc and these are only consumed in very small amounts. Micronutrients should be added very carefully, as the plant and soil will be damaged in case of excessive amounts and concentrations. In fertilizer production facilities, in some cases together or sometimes separately, more diverse starting materials are used depending on the type of fertilizer produced. The main starting materials for chemical fertilizer production are ammonia, nitric acid, sulfuric acid and phosphoric acid. Some of these substances are brought to the facility from outside, while others are produced in the same facility [1]. Nitrogen fertilizer application rates by region and product worldwide are shown in Figure 1. Urea accounts for around 55% of all ammonia produced, and ammonium nitrate (NH_4NO_3) accounts for around 15% (Figure 1).

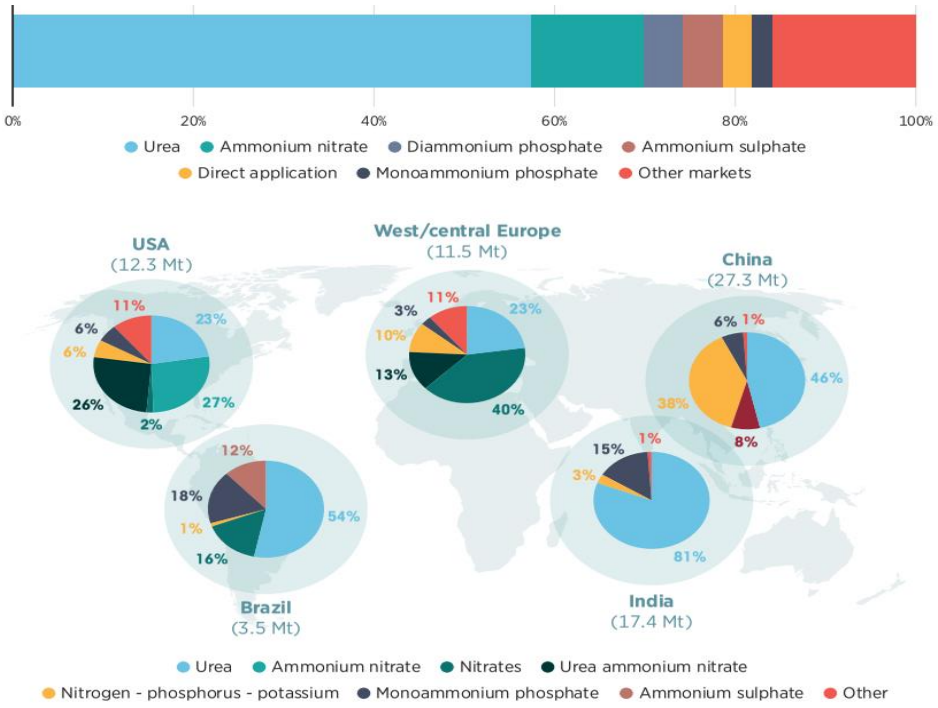


Figure 1. Nitrogen fertilizer application by region and product [2]

Other nitrogen fertilisers include various nitrates, monoammonium phosphate and diammonium phosphate, ammonium sulphate, as well as mixtures of nitrogen fertilisers such as urea ammonium nitrate solution and NPK fertilisers, which mix nitrogen with the other key nutrients, such as potassium and phosphate. The preferred fertiliser depends strongly on the crop and location. Nitrates account for nearly half of the fertiliser application in Europe, whereas direct application of ammonia as fertiliser accounts for a quarter of the total fertiliser application in the United States (Figure 1). In the rest of the world, urea is the dominant fertiliser [2].

When we look at the exports of our country's fertilizer group in April 2022, we see that we exported a total of 43 million dollars. The highest export was made with a share of 26% and an export of 11 million $, with nitrogen content over 10% by weight on dry matter. Afterwards, nitrogen, phosphorus fertilizers and dry anhydrite products are followed by nitrogen, ammonium nitrate, ammonium dihydrogenorthophosphate (monoammonium phosphate), potassium chloride-dry anhydrite products [3]. In the production process of urea fertilizer; In the prilling process, molten urea is sprayed from the top of the prill tower. The molten urea, which comes into contact with the air fed by the counter-current from the bottom of the Pril tower, solidifies and falls under the tower. After this process, extra cooling is usually done. In the granulation process, various granulation equipment such as drum granulator, pan granulator and fluid bed granulator are used.

The main principle in all equipment is to ensure the formation of granules with air by spraying concentrated molten urea into the system. After granulation, extra cooling or drying can be applied to the product [4]. The cooling process applied during the process is important in terms of energy efficiency and continuity. Roy P., et al. developed model-based equations for the estimation of granulation time and granule size. Monitoring the bed pressure drop and bed temperature of a fluid bed granulator over time can provide information on the completion time of the granulation process. They conducted experimental studies on the granulation time and size of granules in a batch fluid bed granulator at laboratory scale [5]. Yordanova Z. analyzed and compared modern low-energy production processes of urea and ammonium nitrate (AN) in terms of natural resource consumption efficiency and greenhouse gas emissions production. The comparison is based on thermodynamically based energy and raw material consumption at each stage of the overall production routes of both fertilizers [6]. Artyukhov, A.E. investigated the advantages of using universal vortex granulators in chemical processes such as granulation, nitrogen mineral fertilizers, complex mineral fertilizers, and chemical processes for the production of porous ammonium nitrate (PAN). Mathematical calculations were made to determine the hydrodynamic properties of the gas flow motion, which ultimately affect the crystallization process in the working area of the vortex granulator. The components of a gas flow rate and the effect of

granulator design on them have been determined analytically. Comparison of theoretical and experimental studies is given [7].

Fertilizer producing facilities produce many other emissions, especially wastewater. Fertilizer industry, which is one of the sectors that use water intensively, causes environmental effects primarily due to wastewater and secondarily air emissions. Other important problems in fertilizer production are; energy consumption, process efficiency and desired product quality, solid waste at the end of production and odors that can cause serious disturbances in some processes [8,9,10]. In this study; In terms of process efficiency, a fluidized bed cooler unit and a vertical cooler unit, which are currently active in an ammonium nitrate production facility, were analyzed. These two cooling units were compared in terms of process efficiency, and their contribution to plant production was examined through performance analysis.

2. MATERIALS AND METHODS

First of all, the process steps of the facility located in Kütahya, which is the only producer of pril porous ammonium nitrate and concentrated nitric acid in Turkey, were analyzed. Then, the active fluidized bed cooler unit and vertical cooler unit were analyzed in terms of energy efficiency.The facilities, which were established in 1961 and joined the private sector in 2004, produce in three main enterprises. In this facility, dolomite ammonium nitrate fertilizer, 26% nitrogen dolomite ammonium nitrate fertilizer, 33% ammonium nitrate fertilizer, 34.5% nitrogen pyril porous ammonium nitrate, 56% dilute nitric acid and 98% concentration concentrated nitric acid are produced. The work flow part of the facility in Kütahya, including the cooling process unit, is shown in Figure 2.

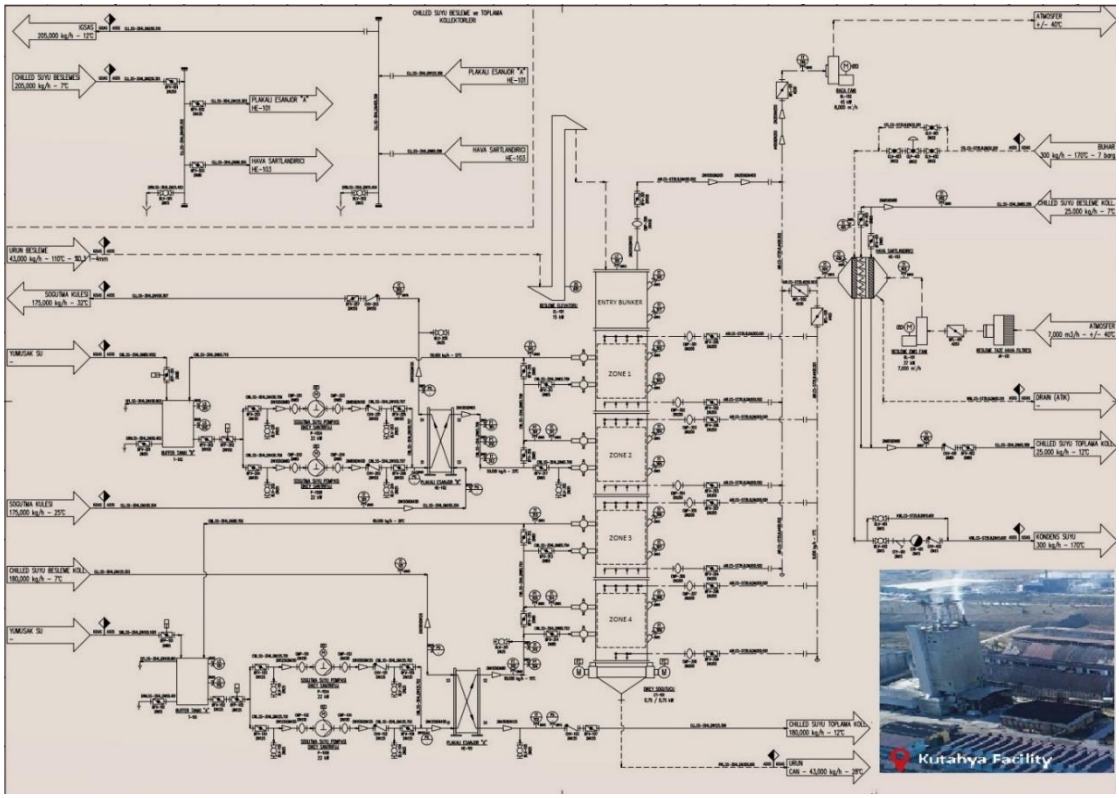


Figure 2. Ammonium Nitrate Production Flow Chart

The liquid ammonia coming from the ammonia plant (sphere tank) at a pressure of 10 ^{0}C and 8 bar is gasified by heating it with water at 150 t/h and 47 ^{0}C in the E-106 heat exchanger. The gas ammonia from E-106 enters the E-109 superheater. The gas ammonia entering the E-109 superheater is heated to 70 ^{0}C with the condensate obtained at about 180 ^{0}C obtained at the enterprise. 6916 kg/h of gas ammonia, which comes out of the E-109

superheater at a pressure of 70 ^{0}C and 6 bar, enters the F-105 reactor with an automatically controlled valve comot.

Together with the gas ammonia, %56 dilute nitric acid from the II acid plant at a pressure of 20 ^{0}C and 9 bar at 45200 kg/h enters the F-105 reactor controlled by an automatic valve comot. In order for the final product to have 0.2-0.3% sulfate, sulfate acid is injected into the acid line. As seen in the following reaction, ammonium nitrate and heat is released because the reaction is exothermic. The resulting heat evaporates the water in %56 nitrate acid to form basic steam at 3.7 bar and 147 ^{0}C. The internal pressure of the F105 reactor is kept constant at 3.7 bar by an automatic valve. Some of the basic steam generated in the F-105 reactor is used for heating purposes in the enterprise. Basic steam condensate used for heating is deposited in the F-110 tank. The basic condensate accumulated in the tank F110 is sent for use as feed water in the boiler of surplus heat in acid operation II. Some of the basic steam is supplied to the atmosphere through chimney No. 4 by automatic valve adjustment.

Basic steam released into the atmosphere contains water vapor and a small amount of ammonia and ammonium nitrate. If the reactor pressure increases for any reason, the safety valve on the reactor is opened and the excess steam is released into the atmosphere. The safety valve of the reactor is not very common to blow off steam in the normal course of operation. It is possible that the safety valve will be opened from time to time at the first entrances of the enterprise, which does not exceed twice a year. Since the steam expelled by the safety valve is basic steam; It contains water vapor and a small amount of ammonia and ammonium nitrate. The chemical reaction equation for ammonium nitrate is shown below.

$$NH_3 + HNO_3 \rightleftharpoons NH_4NO_3 + Q$$

As a result of the above reaction, ammonium nitrate solution at approximately 78% concentration and 180 ^{0}C comes out of the reactor. The ammonium nitrate solution from the reactor is taken into the E-101 primary evaporator. The E-101 primary evaporator is indirectly heated with basic steam and the solution is concentrated to 95% under vacuum of 0.3 ata by means of ejectors. The ejectors are two and each of them consume about 300 kg/h of basic steam. The steam that every ejector uses is the same characteristic. The ejectors are supplied with basic steam, the primary evaporator and the vacuum of two E-102-1 and E-102-2 capacitors, and then they are introduced into the atmosphere through the chimney no. 5. Basic steam released into the atmosphere contains water vapor and a small amount of ammonia and ammonium nitrate.

The solution is taken from the E-101 primary evaporator to the F-107 tank with a concentration of 133 ^{0}C and 95%. It is taken from the F-107 tank to the F-108 homogenizer. In order for the final product to be 26% nitrogenous, approximately 1/4 of the solution is added to the solution in F-108 of the dolomite preparation unit powdered and mixed. The gases formed at the time of mixing are naturally supplied to the atmosphere from flue gases no. 6 contain water vapor and a small amount of ammonia, ammonium nitrate and dolomite powders. The dolomite-filled solution obtained in F-108 is delivered to 4 units of E-201-1, E-201-2, E-201-3 and E-201-4 secondary (luwa) evaporators with G-102-1, G-102-2, G-102-3 centrifugal pumps with a flow rate of 48050 kg/h. Luwas are heated indirectly by saturated steam at 12 bar and 180 ^{0}C . The superheated steam at a pressure of 20 bar from the acid plant is taken into a steam dome in the fertilizer plant and converted into 12 bar and 180 ^{0}C saturated steam by adding condensate to it. The dolomite-filled solution sent to the luwas is given to the atmosphere from luwa chimneys 7,8,9,10 by taking the hot air with the G-202-1, G-202-2, G-202-3, G-202-4 aspirators at a flow rate of 170 ^{0}C and 6600 kg/h by taking the moisture inside by direct contact with the solution. The air discharged from luwa chimneys contains water vapor, and small amounts of ammonia, ammonium nitrate and dolomite powders.

Except for hot air, the clean condensate formed by heating the jacketed body of the luwas with the same steam is delivered to the F-116 tank. 4 luwa and 4 hot air extractors are available. The clean condensate formed after the use of clean steam at 12 bar and 180 ^{0}C in hot air extractors and luwas is deposited in the F-116 tank. The clean condensate accumulated in the F-116 tank is shipped to the KY-226 plant with its own pressure. The dolomite-doped solution is taken from the luwa to the F-501 tank by approximately 99.5%. The dolomite-doped solution collected in the F-501 tank is taken to the F-502 tank with centrifugal pumps. The dolomite-doped ammonium nitrate solution to F-502 is sprayed with a prilization basket from the top of the pril tower downwards. The solution from the basket turns into pril grains and collects on the pril band located under the prill tower.

As the pril grains descend from the tower top, they are cooled to about 80 ^{0}C by reverse flow with the air sucked from under the tower by the GB-4201 pril extractor hood located at the top of the tower. The air at a

flow rate of 290000 kg/h sucked from under the tower with the GB-4201 pril extractor is given to the atmosphere through the pril chimney no. 1 after the cooling process. In the air thrown from the pril chimney, it contains a small amount of Ammonia, Ammonium Nitrate, Dolomite powders and water vapor.

Fluidized Bed Cooler Unit

The dolomite added prill grains collected in the prill band at approximately 80 ^{0}C are fed to the fluidized bed air cooler or the vertical cooler (butner) via a second band. The EF-4303 butner consists of two compartments, the first and the second. The dolomite-doped pril grains coming into the first compartment are subjected to precooling. For the cooling process, dolomite-doped pril grains are cooled by GB-4301A and GB-4301B extractors by absorbing air from the atmosphere through a suction pipe through the conditioning roof at a flow rate of 94000 kg/h and delivering it through two channels to the first compartment of the butcher from below. The air used in the cooling process in the first compartment is taken by the GB-4304 cyclone aspirator (corner aspirator) and after passing through the CY-801 powder cyclone, it is given to the atmosphere through the cyclone chimney no. 2. In the Butner chimney air, it contains a small amount of ammonium nitrate, dolomite powders and water vapor. The air coming out of the butter is first divided into two. The air divided into two arms is again divided into two and enters the CY-801 cyclone.

At the exit of the cyclone, the air is recombined and given to the atmosphere through the cyclone chimney no. 2. In the cyclone chimney air, there is a small amount of ammonia, ammonium nitrate, dolomite powder and water vapor. The air intake pipe of each cyclone is 1280 x 640 mm, the air outlet pipe diameter of each cyclone is 1200 mm and the cyclone length is 8600 mm. CY-801 is a multiple cyclone consisting of 4 cyclones. The dust retained in the cyclone is taken to F-108 by belt conveyors and processed again. Dolomite-doped pril grains transferred from the first compartment to the second compartment are cooled by the air absorbed from the atmosphere by the GB-4302 A and GB-4302 B aspirators with a flow rate of 94000 kg/h and then given to the atmosphere by the GB-4303 aspirator through the butner chimney no. 3. However, in winter, this air is not given to the atmosphere and is given to the first compartment of the butner. The butner second chamber contains flue gas, ammonium nitrate dolomite powders and water vapor.

The product, which enters the butt at about 80 ^{0}C, leaves at 28-30 ^{0}C. The product from the EF-4303 butner is passed through a stepped sieve, after removing the coarse and fine powder portion, it is shipped to GL-4301anticake tromeline. The top of the sieve and the bottom of the sieve are taken to the F-108 and processed back. The product is coated with 1/1000 anticake in the GL-4301anticake trumpet and shipped to the packaging unit or KY-238 stock silo. In case of need, ammonium nitrate fertilizer with dolomite doped stocked in the stock silo is shipped to the KY-135 bagging and loading unit via belt conveyors with the help of the work machine called kratzer in the silo. The plant has a production capacity of 1023 t/d ammonium nitrate fertilizer.

Vertical Cooler Unit

The exit temperature of PPAN from the first zone is 85°C, the exit temperature from the second zone is 60°C, the exit temperature from the third zone is 45°C and the output from the fourth zone is 28°C, 43 tons/h. The heat exchanger capacity difference in each region is approximately 5000 m3. There is not much difference in pressure losses either. The difference is about 0.45 bar. There are consecutive 50 mm plates in each region. PPAN in the first and second regions, the water cooled by the cooling tower rotates to cool the manure. In the third and fourth regions, PPAN returns water cooled by the absorption chiller to cool the fertilizer. The working principle of the vertical cooler is as follows. The cold water to be used in cooling is not transferred directly to the regions in order not to dew, condense and increase its fragility. Instead, after pre-cooling is done in the pure water buffer tank with the water coming from the cooling tower, the water coming from the buffer tank and the water coming from the cooling tower are cooled again in the plate heat exchanger and distributed to the 1st and 2nd zones.

Afterwards, the cooling water to be used in the 3rd and 4th zones is first combined with the absorption chiller water and pure water in the 2nd Buffer tank, and the absorption chiller water is reduced from 12°C to 7°C, then the water in the buffer tank and the absorption chiller water are mixed in the plate heat exchanger. The cooling process is applied again and distributed to the 3rd and 4th regions. The process input and output values of the plate type cooler are shown in Figure 3.

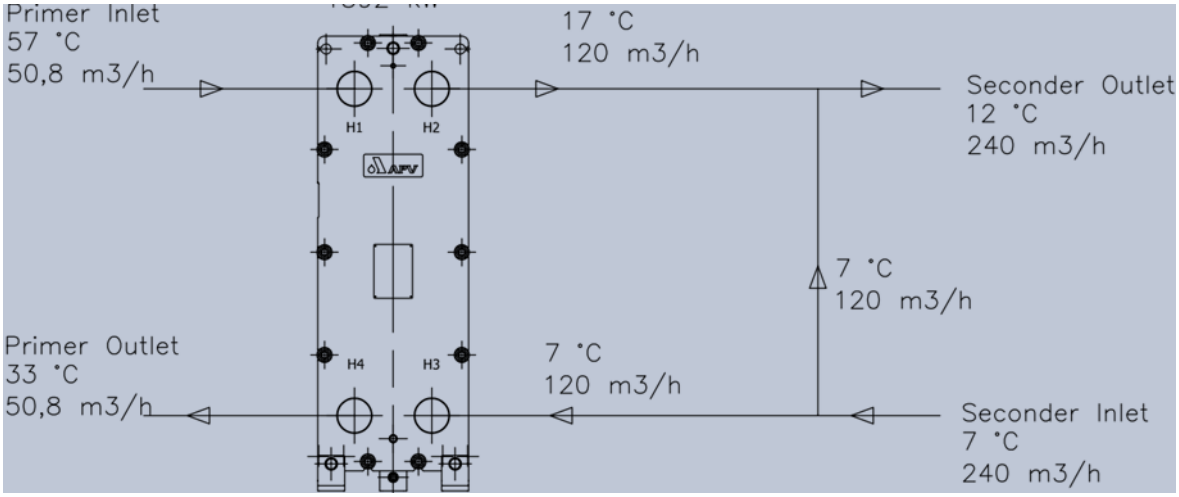


Figure 3. Plate type heat exchanger process values of vertical chiller unit

3. RESEARCH AND FINDINGS

Ammonium Nitrate (AN) is released as a result of neutralization of aqueous nitric acid solution (50-70% by weight) with NH_3 gas. The reaction in AN production is very fast and since the reaction has an exothermic structure, the heat released is used in steam production in the facility. In the evaporation process, the water of the AN solution is evaporated and concentrated. The water content for the prilled product should be below 1%. In the granulation process, the water content is reduced to 8%. In order to prevent crystallization of the AN solution whose water is evaporated, the concentration and temperature of the solution must be kept at a certain level.

CAN production is similar to AN production. The only difference from the AN process is that an extra mixing process is needed. In the mixing process, calcium-containing additives such as dolomite, limestone or calcium carbonate are added to the solution. Since AN and CAN fertilizers tend to cake during storage, anti-caking agents are added to these products before they are stored or the outer surface of the product is coated with these materials. Thus, both dust formation and moisture absorption are prevented. Air conditioner is used in the cycle. This air conditioner conditions the air up to 10°C. The purpose of our air conditioning is that the dew point increases up to 14-15°C in the summer months in Kütahya. Therefore, it is used not to humidify the product and to create a dry and dry air environment.

Product specifications of low density ammonium nitrate (PPAN) produced at the plant. It is also shown (Table 2). The nitrogen percentage of Pril Porous Ammonium Nitrate (low density ammonium nitrate) used as the raw material of ANFO is between 34.5% and 35%.

Table 2. Produced at The Facility Product Certificate of Low Density Ammonium Nitrate (PPAN)

Specifications	**Required**
Color	Uniform white to beige
State	Solid
NH_4NO_3	99,0 % min.
Total nitrogen	34.5 % min.
Moisture	0.2 % max. (Karl Fisher Method)
Bulk density (gr/cm³)	0.7 - 0,8
Ph of water solution at 20 °C (10 gr sample + 100 ml.H_2O)	4,5 - 6,0
Prill size 1 - 2 mm	75,0 % min.
Under 1 mm	5,0 % max.
Over 2 mm	20,0 % max.
Fuel oil nr.2 retention (ISO-5313-1986)	8,0 % min.
Organic matter as carbon	0.125 % max.

The CAS, EC numbers and classification types for the 26% N ammonium nitrate fertilizer, whose production has been completed at the facility, are shown in the table (Table 1.) below. It is seen that the final products obtained in the relevant facility are in compliance with the European Union regulations. According to the European Union regulation; The porosity of the ammonium nitrate particles should not be such that more than 4% of its weight is lost at changes from 25^{0}C to 50^{0}C. The particle size is; 3% of the total weight should not be less than 0.5 mm and 5% of it should not be less than 1.00 mm.

Table 1. CAS, EC numbers and classification types for (26% N) ammonium nitrate fertilizer

Matter	CAS Number	EC Number	Quantity	Classification
Ammonium nitrate	6484-52-2	229-347-8	>72,0	H272, H315, H319, H335
Dolomite	16389-88-1	240-440-2	<27,1	-
Flammable material	None	None	<0,2	-
Water	7732-18-5	231-791-2	<0,7	-

3. CONCLUSION

Cooling significantly affects the properties of the granulated product, such as breaking strength. Reducing the cooling rate in industrial-scale processes causes a decrease in fracture strength. In the fluidized bed cooler, the feedback of the particles causes the temperatures to vary. Table 3. shows the comparison of fluidized bed cooler and vertical cooler for Pril Porous Ammonium Nitrate (PPAN) (34.5%) entering the cooling system at 70 ^{0}C.

Table 3. Comparison of fluidized bed cooler and vertical cooler

Parametre	Fluid Bed Cooler	Vertical Cooler
Product Output Humidity (%)	0,18-0,22	0,1-0,11
Product Outlet Temperature (^{0}C)	34-35	27-28
Power (kW)	300	253
The type of refrigerant used in the Air Conditioner and the lowest temperature value provided	Ammonia (Min.18 ^{0}C)	$LiBr_2$ (Min. 10 ^{0}C)
Air Conditioner flow rate (kg/h)	55000	35000
Heat exchanger Type	Classic Application	Plate

When the table is examined, it is seen that the best humidity and temperature values for the output of the product entering the cooling system are obtained in the vertical cooler unit. It has been determined that the fluidized bed cooler unit consumes more power in terms of energy consumed. In the fluidized bed cooler unit, ammonia is used in the air conditioner process and temperatures can be reduced to a minimum of 18^{0}C. In the vertical cooler unit, $LiBr_2$ is used as the cooler type and a better result is obtained by reducing the temperatures up to 10 ^{0}C. While the air flow rate used in the fluidized bed cooler unit is 55000 kg/h, an air flow of 35000 kg/h is required in the vertical cooler. In addition, the plate type heat exchanger used in the vertical cooler unit works more efficiently.

REFERENCES

1- Chemical Fertilizer Production Sectoral Application Guide Project for Determining and Reducing Air Pollution Originating from Industry and Facilitating the Application, Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, Ankara,2020.

2- International Renewable Energy Agency (IRENA), https://www.irena.org

3- Istanbul Chemicals and Products Exporters' Association, Fertilizer Sector Report, January-April 2022.

4- Chemical Fertilizers and Nitrogen Compounds Manufacturing Sector Resource Efficiency Guide, Ministry of Industry and Technology, December 2018.

5- Papiya Roy, Rajesh Khanna, Duvvuri Subbarao, Granulation time in fluidized bed granulators,Powder Technology,Volume 199, Issue 1,2010,Pages 95-99,

6- Zornitza Kirova-Yordanova, Exergy-based estimation and comparison of urea and ammonium nitrate production efficiency and environmental impact, Energy, Volume 140, Part 1, 2017, Pages 158-169,

7- Artyukhov, Artem & Sklabinskyi, Vsevolod. (2015). Hydrodynamics of Gas Flow in Small-Sized Vortex Granulators in the Production of Nitrogen Fertilizers. Chemistry & Chemical Technology. 9. 337-342. 10.23939/chcht09.03.337.

8- Hung Cong Duong, Hai Thuong Cao, Ngoc Bich Hoang, Long Duc Nghiem, Reverse osmosis treatment of condensate from ammonium nitrate production: Insights into membrane performance, Journal of Environmental Chemical Engineering,

Volume 9, Issue 6,2021.

9- Xiaoyu Chen, Lei Yang, Fei Chen, Qinan Song, Chuanping Feng, Xiang Liu, Miao Li, High efficient bio-denitrification of nitrate contaminated water with low ammonium and sulfate production by a sulfur/pyrite-based bioreactor, Bioresource Technology, Volume 346, 2022.

10- M.H. Sadeghi, M. Outokesh, M. Habibi Zare, Production of high quality ammonium uranyl carbonate from “uranyl nitrate + carbonate” precursor solution, Progress in Nuclear Energy, Volume 122, 2020.

REGRESYON ANALİZİ KULLANARAK TURBOFAN MOTOR AĞIRLIK TAHMİNİ

Ali DİNÇ

American University of the Middle East, College of Engineering and Technology, Egaila, Kuwait.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3165-3421

Nilüfer PEKİN ALAKOÇ

American University of the Middle East, College of Engineering and Technology, Egaila, Kuwait.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5757-8602

Yousef GHARBIA

American University of the Middle East, College of Engineering and Technology, Egaila, Kuwait.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0156-9448

Mohamed ABOUELELA

American University of the Middle East, College of Engineering and Technology, Egaila, Kuwait.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4073-0935

Nourah ALSANEA

American University of the Middle East, College of Engineering and Technology, Egaila, Kuwait.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9348-1426

Ahmed Mohamed AMER

American University of the Middle East, College of Engineering and Technology, Egaila, Kuwait.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6928-8063

Özet

Turbofan motoru, bir tür gaz türbini motorudur ve temel olarak yakıtın kimyasal enerjisini itme gücüne dönüştüren bir makinedir. Motor ön tasarımında, çevrim analizinde elde edilen itme, yakıt tüketimi, toplam basınç ve sıcaklık gibi parametrelere benzer şekilde motor ağırlığını da tahmin edebilmek önemlidir. Bu tahmin çok karmaşık ve motor üreticilerinin teknoloji ile deneyim düzeyine bağlı olduğundan, bu çalışmada mevcut ticari motorlar temel alınarak ampirik formüller geliştirilmiştir. Motor ağırlığı (bağımlı değişken) ve diğer bazı motor özellikleri (bağımsız değişkenler) arasındaki korelasyonları tahmin etmek için regresyon analizi olarak bilinen istatistiksel bir yöntem kullanılmıştır. İtki, hava akışı, toplam basınç oranı, baypas oranı, türbin giriş sıcaklığı gibi değerler kullanılarak çeşitli regresyon analizleri yapıldığında, bu parametrelerden dördünün (itme, hava akışı, motor toplam basınç oranı ve baypas oranı) motor ağırlığıyla yüksek oranda ilişkili olduğu bulunmuştur. Elde edilen motor ağırlık denklemlerinde kaynaklardaki yetersiz veri nedeniyle türbin giriş sıcaklığı veya yanma odası çıkış sıcaklığı parametresi olmaması bir eksiklik gibi görülse de hava debisi değerleri bu eksikliği belli bir ölçüde telafi etmektedir. Zira, yanma odası çıkış sıcaklığı artırıldığında motorların itki seviyesi artmakta ya da aynı itki seviyesi için hava debisini azaltarak daha küçük ve dolayısıyla daha hafif bir motor tasarlanabilmektedir. Yani aynı itki değerindeki motorlar için hava debisi, yanma odası çıkış sıcaklığı ile doğrudan ilişkilidir. Sonuç olarak, motor ağırlığını tahmin etmede dört temel parametrenin (itki, hava debisi, motor toplam basınç oranı ve baypas oranı) en iyi korelasyon oluşturduğu görülmüştür. Verilerin değişkenliği göz önünde bulundurularak daha doğru sonuçlar elde etmek için veriler motor ağırlıklarına göre sınıflandırılmış ve regresyon analizi ile ayrı denklemler elde edilmiştir. Bu denklemler kullanılarak hesaplanan motor ağırlıklarındaki hata payları +%10, -%20 aralığındadır.

Anahtar Kelimeler: Turbofan motoru, gaz türbini, ağırlık tahmini, regresyon analizi.

TURBOFAN ENGINE WEIGHT ESTIMATION USING REGRESSION ANALYSIS

Abstract

Turbofan engine is a type of gas turbine engines and is basically a machine that converts fuel chemical energy into propulsive power. In the engine preliminary design, it is important to be able to predict the engine weight, similar to the parameters such as thrust, fuel consumption, total pressure and temperatures obtained in the cycle analysis. As this estimation is very complex and depends on the technology and experience level of the engine manufacturers, empirical formulas have been developed in this study based on existing commercial engines. A statistical method known as regression analysis was used to estimate the correlations between the engine weight (dependent variable) and some other engine characteristics (independent variables). When various regression analyzes are performed using values such as thrust, air flow, total pressure ratio, bypass ratio, turbine inlet temperature, four of those parameters (thrust, air flow, engine total pressure ratio and bypass ratio) was found to be highly corralated with engine weight. Although the lack of turbine inlet temperature or combustion chamber outlet temperature parameter in the obtained engine weight equations seems to be a deficiency due to insufficient data in the sources, the air flow values compensate this deficiency to a certain extent. Because when the combustion chamber outlet temperature is increased, the thrust level of the engines increases or a smaller and therefore lighter engine can be designed by reducing the air flow for the same thrust level. That is, for engines with the same thrust value, the air flow rate is directly related to the combustion chamber outlet temperature. As a result, it was seen that four basic parameters (thrust, air flow rate, engine total pressure ratio and bypass ratio) formed the best correlation in estimating engine weight. Considering the variability of the data, in order to obtain more accurate results, the data were classified according to the motor weights and separate equations were obtained by regression analysis. The error margin in the engine weights calculated using these equations are in the range of +10%, -20%.

Keywords: Turbofan engine, gas turbine, weight estimation, regression analysis.

DALGIÇ POMPALARDA ÇARK-STATOR KANAT SAYISI EŞLEŞMESİNİN HİDROLİK VERİME ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Sercan DOĞAN

Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8665-8924

Sercan YAĞMUR

Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5478-5451

Fevzi GÜMÜŞ

NEMUTLU POMPA DÖKÜM MÜH. SAN. VE TİC.AŞ., Konya, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0000-0000-0000

Özet

Statorlar, dalgıç pompa sistemlerinde akış yönlendirici olarak kullanılmaktadır ve pompa performansının ve çalışma kararlılığının iyileştirilmesinde önemli rol oynarlar. Ancak, literatürde statorların tasarım parametrelerinin pompa performansını üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar oldukça azdır. Bu çalışmada da ticari olarak imal edilen bir dalgıç pompada sabit çark kanat sayısı için farklı stator kanat sayılarının basma yükseliğine ve hidrolik verime etkisi hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Eş çark-stator kanat sayısına sahip pompa için sayısal analizler Realizable k-e türbülans modeli kullanılarak deneysel performans verileri ile doğrulanmıştır. Sonrasında 9" kuyu ebatı için kullanılan pompanın stator kanat sayıları değiştirilerek farklı analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar performans eğrileri ve akış konturları ile karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Sonuçlar, çark kanat sayısı ve stator kanadı kombinasyonunun pompa performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını göstermiştir. Özellikle stator kanat sayısının çark kanat sayısından en az bir fazla olduğu durumlarda hidrolik verim değerlerinin yaklaşık %1'e kadar artış gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuçların aynı zamanda literatür çalışmaları ile de uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, stator kanat sayısının her zaman çark kanat sayısından fazla olması gerektiği sonucu ilgili alanda çalışanlar için referans olacak niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Dalgıç pompa, çark, HAD, hidrolik verim, stator

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF IMPELLER-STATOR BLADE NUMBER MATCHING ON HYDRAULIC EFFICIENCY IN SUBMERSIBLE PUMPS

Abstract

Stators are used as flow guides in submersible pump systems and play an important role in improving pump performance and operating stability. However, there are very few studies in the literature examining the effect of stator design parameters on pump performance. In this study, the effect of different stator blade numbers on the head and hydraulic efficiency for the fixed impeller blade number in a commercially manufactured submersible pump was investigated using the computational fluid dynamics (CFD) method. Numerical analyzes for the pump with the same impeller-stator blade number were verified with experimental performance data using the Realizable k-e turbulence model. Afterwards, different analyzes were made by changing the stator blade numbers of the pump used for the 9" well size. Obtained results are presented in comparison with performance curves and flow contours. The results showed that the combination of impeller blade number and stator blade has not a significant effect on pump performance. Especially in cases where the number of stator blades is at least one more than the number of impeller blades, increasing of the hydraulic efficiency have been determined approximately 1%. It was determined that the results were also compatible

with the literature studies. In addition, the conclusion that the number of stator blades should always be higher than the number of impeller blades will be a reference for those working in the relevant field.

Keywords: Submersible pump, impeller, CFD, hydraulic efficiency, stator

YEŞİL MUTABAKAT SÜRECİNDE TÜRKİYE'DE ORGANİZE SANAYİ BÖLGELERİ (OSB)

Merve ÇAKMAK ARI

Yalova Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği ABD., Yalova, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4603-7859

Sibel BAŞAKÇILARDAN KABAKCI

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9717-5111

Özet

27 AB üyesi ülke, 2050 yılına kadar Avrupa'nın tamamında faaliyetlerini sıfır emisyonlu yapmayı hedeflemektedir. Yeşil Mutabakat, "sıfır emisyon" ya da "iklim nötr" hedefine ulaşmak için geliştirilmiş bir yol haritasıdır. Türkiye, AB üyesi olmasa da yeşil mutabakata uyum kapsamında Ticaret Bakanlığı nezdinde "Yeşil Mutabakat Eylem Planı" geliştirmiş ve Temmuz 2021'de Resmî Gazete 'de yayınlamıştır. Bu eylem planı içerisinde "döngüsel ekonomi" ve "yeşil OSB" kavramları vurgulanmış ve yeşil OSB'lerin bir an önce hayata geçirilmesi belirtilmiştir. 2022-2024 yılları arasındaki orta vadeli programda enerji ve su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması, atıkların değerlendirilmesi, yenilenebilir enerjinin teşviki, yeşil endüstri bölgesi sertifikasyon sisteminin getirilmesi gibi hedefler konulmuştur. 2022 yılı itibariyle Türkiye'de 34'ü Tarım İhtisas OSB ve 345'i Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından kurulmuş toplam 379 OSB vardır. Türkiye'nin sanayi üretiminin %45'ini gerçekleştiren OSB'lerin büyük bir kısmı enerji-yoğun çalışmaktadır. Bu enerjinin hemen hemen tamamı fosil kaynakların kullanımıyla elde edilen merkezi elektrik üretiminden karşılanmaktadır. Türkiye'de yakın zamanda sanayide yenilenebilir enerji kullanımının desteklenmesine yönelik bir karar alınmıştır. OSB içerisinde çatı üstü ve bina yüzeyinde güneş enerjisi sistemlerinin uygulanamaması durumunda, ilave kapasite için araziye yapılacak kurulumlarda parsel alanının %25'i ile sınırlı olma şartı kaldırılmıştır. Bu kararla çoğu OSB'nin güneş enerjisi yatırımlarını arttırması öngörülmektedir. OSB'lerde yeşil dönüşümü desteklemek, farkındalık yaratmak ve OSB'leri yeşil dönüm sürecine hazırlamak için Türk Standartları Enstitüsü ile Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kuruluşu iş birliği protokolü yapmışlardır. Bu iş birliğinin kapsamında çalıştaylar yapılmış ve TS EN ISO 14064-1: 2019 Sera gazı emisyonlarının ve uzaklaştırmalarının kuruluş seviyesinde hesaplanması ve raporlanması eğitimleri verilmiştir. Bu sürecin devamında OSB'ler önce karbon emisyonlarını hesaplamalı ve OSB'lerin barındırdığı sanayiler göz önüne alınarak bir yol haritası çıkarılması gerekmektedir. Mevcut çalışma, OSB'lerin bu yol haritasını nasıl çıkarması gerektiğini ve karbon emisyonu azaltımı için neler yapılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil OSB, Yeşil mutabakat, Yenilenebilir enerji, Döngüsel ekonomi

ORGANIZED INDUSTRIAL ZONES (OIZ) IN TURKEY IN THE GREEN DEAL PROCESS

Abstract

The 27 EU member states aim to make their operations zero-emission in all of Europe by 2050. The Green Deal is a roadmap developed to achieve the "zero emissions" or "climate neutral" goal. Although Turkey is not a member of the EU, it has developed a "Green Deal Action Plan" with the Ministry of Trade within the scope of harmonization with the European Green Deal and published it in the Official Gazette in July 2021. In this action plan, the concepts of "circular economy" and "green OIZ" were emphasized and it was stated that green OIZs should be put into practice as soon as possible. In the medium-term program between 2022-2024, targets such as efficient use of energy and water resources, evaluation of wastes, promotion of renewable energy, and introduction of a green industrial zone certification system were set. As of 2022, there are a total of 379 OIZs in Turkey, 34 of which were established by the Agricultural Specialization OIZ and 345 by the Ministry of Industry and Technology. Most of the OIZs, which account for 45% of Turkey's industrial production, are energy-intensive. Almost all this energy is met from the central electricity production obtained using fossil

resources. In Turkey, a recent decision was taken to support renewable energy usage in the industry. In the case that solar energy systems cannot be applied on the roof-top and building surface within the OIZ, the condition of being limited to 25% of the parcel area for the installations to be made on the land for additional capacity has been removed. With this decision, it is foreseen that most OIZs will increase their solar energy investments. To support green transformation in OIZs, raise awareness and prepare OIZs for the green transformation process, the Turkish Standards Institute and the Supreme Organization of Organized Industrial Zones signed a cooperation protocol. Within the scope of this cooperation, workshops were held, and trainings were given on the calculation and reporting of TS EN ISO 14064-1: 2019 greenhouse gas emissions at the enterprise level. In the continuation of this process, OIZs must first calculate their carbon emissions and a road map should be drawn up considering the industries that OIZs host. The current study shows how OIZs should draw this roadmap and what can be done for reducing carbon emissions within the OIZs.

Keywords: Green OIZ, Green Deal, Renewable Energy, Circular economy

PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM DIFFERENT GENERATIONS: AN OVERVIEW

Hakan YILDIZ

Harran University, Bozova Vocational School, Environmental Protection Technologies Department, Sanliurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2181-7226

Hakki GÜLŞEN

Harran University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Sanliurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0726-555X

Abdulkadir ARSLAN

Harran University, Faculty of Science, Department of Environmental Engineering, Sanliurfa, Türkiye.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2909-0831

Abstract

Concerns about the climate emergency and the increasing need for energy sources have led food safety researchers to focus on the development and production of renewable and clean fuels. Biofuels produced from biomass are one of the cleanest energy sources. Bioethanol is one of the renewable energy sources produced from different sugar-based biomass sources. In bioethanol production, the first-generation (1G) biomass resources were supplied from raw materials that were also consumed as food. Rising food needs and scarcity problems have led researchers to investigate alternative sources. This condition has resulted in the usage of second generation (2G) wastes with lignocellulosic content, which is commonly found in nature. However, as production process problems raise production costs on a commercial scale, the search for new generating sources has resumed. Algal biomass (3G) is used as an alternative raw material to 1G and 2G bioethanol feedstocks due to factors such as high yield, easy production, and simple harvest. Full-scale research, on the other hand, is required to increase the potential for commercial-scale bioethanol production in the last generation. As a result, this study will briefly discuss bioethanol processes from different sources and will present the past research utilizing these generations as an example in the literature. In addition, the advantages, and disadvantages of bioethanol production from these sources will be discussed.

Keywords: Renewable Energy, Bioethanol, Biomass.

1. Introduction

Bioethanol is one of the renewable energy sources that contributes significantly to both the global and local economy. These energy sources not only significantly contribute to the reduction of fossil-based greenhouse gas (GHG) emissions, but also ensure energy security. In line with rising urbanization and industrialization, global ethanol demand and production has increased significantly (Althuri & Venkata Mohan, 2022). According to the analysis of the According to the Renewable Fuels Association (RFA), the United States produces 56% of the world's bioethanol, while Brazil produces 28% (RFA, 2019). The wide-ranging increase in global ethanol production is projected to reach 132 billion liters by 2030 (OECD/FAO, 2021). Maize (60%), sugarcane (25%), wheat (3%), molasses (2%), cassava, sugar beet and other grains (10%) are used most in world ethanol production (OECD/FAO, 2021). Numerous various raw materials, such as lignocellulose, microalgae, aquatic plants, food waste, sludge, and so on, are being investigated in the framework of sustainable development goals. (Selvakumar et al., 2022).

In this review, potential biomass and bioethanol yield in bioethanol production are discussed. The work is divided into two sections. In the first section, different biomass sources and bioethanol production technologies from these wastes will be investigated. In the second part, bioethanol research using waste biomass will be presented and discussed.

2. Alternative Methods for Bioethanol Production

Ethanol (chemical formula C_2H_6O, EtOH or C_2H_5OH) is produced from ethylene by chemical techniques or by fermentation from different biomass sources. Ethanol is utilized in medical, cosmetics industry, pharmacy, cleaning materials, as a solvent in chemistry and as a fuel in automobiles with the synthesis of various organic compounds (Bruhn et al., 2011). Figure 1 depicts the three generations of bioethanol created from waste biomass.

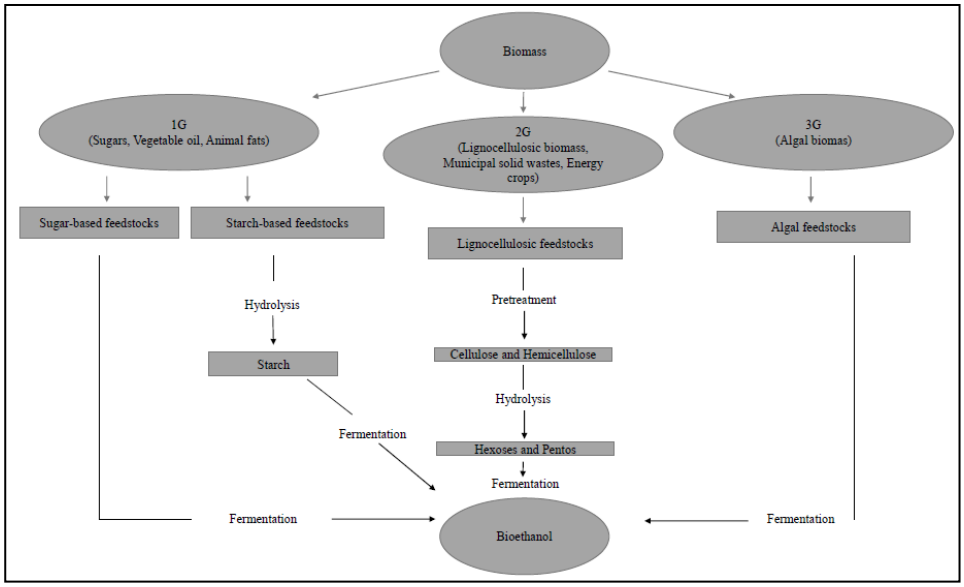


Figure 1. Using the feedstock as a base, three generations of bioethanol can be produced. built by the authors using references (Melendez et al., 2022)

2.1. Pretreatment

Size reduction and pretreatment are the first steps in the bioconversion of lignocellulosic materials into bioethanol (Balat et al., 2008). An essential tool in the conversion of cellulose is pretreatment. The pre-goal step is to improve the accessibility and availability of cellulosic biomass to enzymes that break down carbohydrate polymers into fermentable sugars (Mosier, 2005). With the pretreatment, it is targeted to eliminate lignin and hemicellulose, which are structural and compositional factors that inhibit hydrolysis, to disrupt the crystal structure of cellulose and to increase the porosity of biomass (Sun & Cheng, 2002).

Figure 2 depicts the effect of pretreatment on lignocellulosic biomass. For the preprocessing to be successful, it must meet the following requirements:

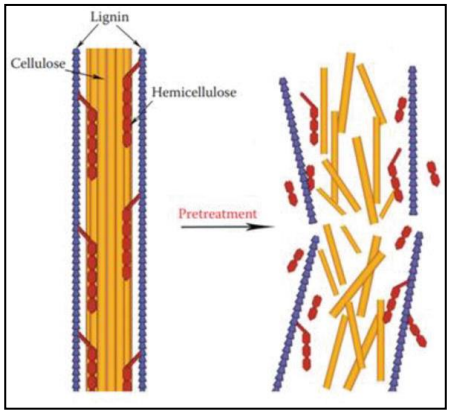


Figure 2. Pretreatment's influence on lignocellulosic biomass is depicted schematically (Edeh, 2021).

1. Increase the production of sugars or the capacity to generate sugars in the subsequent enzymatic hydrolysis process,

2. It should prevent the breakdown and loss of carbohydrates,

3. It should prevent the development of by-products that may have an inhibiting influence in hydrolysis and fermentation processes,

4. It should limit the energy consumption and be cost effective.

Moreover, since grinding biomass into small particles is an energy-intensive and costly procedure, the pretreatment method should not require size reduction (Yang & Wyman, 2008).

The pretreatment step not only offers the destruction of the lignocellulosic structure to facilitate the acid or enzyme catalyzed hydrolysis process, but also significantly affects the efficiency of other bioethanol production processes and, finally, the economy of the process. Studies have indicated that pretreatment is the most important factor of the effectiveness of cellulosic bioethanol technology. Because the pre-treatment determines how much and how expensively cellulose and hemicellulose may be transformed into bioethanol (Balat et al., 2008).

Pretreatment methods for bioethanol production are categorized into four types: biological, physical, chemical, and physicochemical (Alvira et al., 2010) (Figure 3).

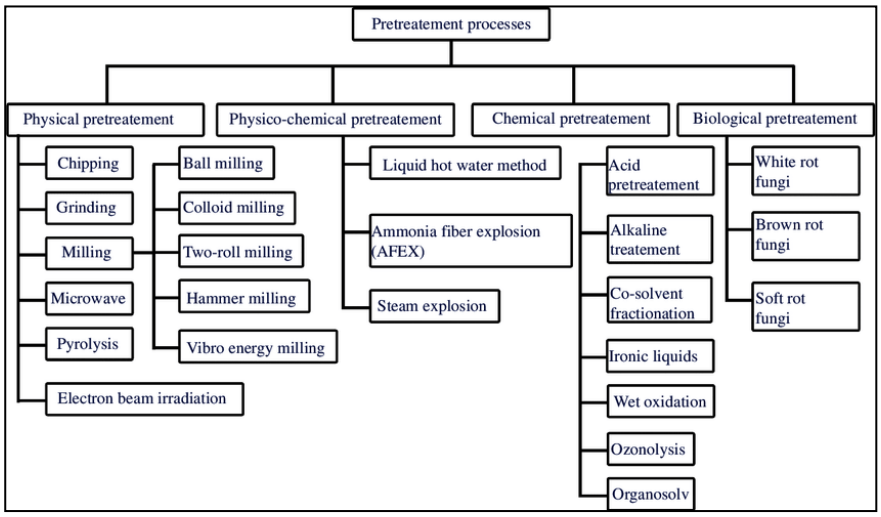


Figure 3. classifications of various pretreatment techniques to lessen the crystallinity and resistant character of lignocellulosic biomass (Dey et al., 2020).

2.2. Hydrolysis

After pretreatment, the second process required in the conversion of biomass to fermentable sugars is hydrolysis (Balat et al., 2008). While the process in which lignin is removed and the hemicellulose hydrolysis takes place is classified as the pretreatment, the hydrolysis of cellulose, which is the main hydrolysis phase, is abbreviated as “hydrolysis” (Saini et al., 2015). Hydrolysis means the destruction of the basic molecule with the addition of a water molecule and can be expressed by the following reaction (Balat et al., 2008).

$$(C_6H_{10}O_5)n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$$

The hydrolysis reaction, which transforms cellulose into glucose sugars, is mediated by a weak acid, a strong acid, or an enzyme (cellulase).

Enzymatic hydrolysis provides numerous advantages over chemical hydrolysis. Contrary to alkaline or acid hydrolysis processes, since corrosion problems are not encountered, maintenance costs are also cheaper. While the hydrolysis yield without pretreatment is <20%, it has been suggested that the yield can be raised to 90% with pretreatment. The hydrolysis of lignocellulosic biomass is relatively difficult compared to pure cellulose. This is because lignocellulosic biomass also contains non-glucan components such as lignin and hemicellulose.

2.3. Fermentation

The glucose monomers produced during hydrolysis can be transformed to ethanol by yeasts. Saccharomyces cerevisiae is utilized commercially in the synthesis of starch and sugar-based ethanol (Gray et al., 2006). However, lignocellulose hydrolysates contain xylose, mannose, galactose, arabinose, and oligosaccharides as well as glucose. *S. cerevisiae* cannot ferment pentose carbohydrates. There are ways to generate microorganisms that can ferment both hexose and pentose sugars using genetic engineering techniques to increase biomass-derived ethanol production (Gray et al., 2006).

Depending on the processes mentioned below, the maximum theoretical yield per 1 kg of sugar (xylose and glucose) is 0.51 kg of bioethanol and 0.49 kg of CO_2 (Hamelinck et al., 2005).

$$3C_5H_{10}O_5 \rightarrow 5C_2H_5OH + 5CO_2$$

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Performance of bioethanol production is influenced by a variety of factors, including range of temperature, pH range, ethanol tolerance, rate of growth, production, osmotic tolerance, sensitivity, yields, genetic stability, and inhibitors tolerance of the microorganisms to be utilized in fermentation.

3. Renewable Bioethanol Feedstocks for Various Bioethanol Generations

3.1. First-Generation (1G) Feedstocks

The most used materials in the literature for 1G bioethanol production are sugar-based food products (Table 1). 1G bioethanol production technology promises to minimize global environmental problems and achieve energy security (Susmozas et al., 2020).

Table 1. Ethanol generation from different 1G feedstock using

Feedstock	Ethanol yield	References
Sugarcane molasses	6.6 %	(Giri et al., 2013)
Sorghum	106 g/L	(Barcelos et al., 2011)
Wheat	56.5 g/L	(Erdei et al., 2010)
Cassava	5.8 g/L	(Ajibola et al., 2012)
Sugar beet	55.5 %	(Salazar-Ordóñez et al., 2013)
Cheese whey	31.5 g/L	(Okamoto et al., 2011)

3.2. Second-Generation (2G) Feedstock for Bioethanol Production

In the world where food crises have arisen, different approaches have been found against 1G bioethanol produced by consuming large amounts of food productsBioethanol based on 2G feedstocks derived from non-food lignocellulosic feedstocks is regarded as a feasible option since lignocellulosic biomass, which is abundant around the world, has no influence on soil, water, or animal food needs (Sharma et al., 2020). There are different sources of lignocellulosic biomass (such as woody biomass, agricultural wastes, energy crops, aquatic plants and city waste) used for 2G bioethanol production (Table 2) (B. Kumar et al., 2020).

Table 2. Ethanol production from various 2G feedstocks

Feedstock	Ethanol yield	References
Manihot esculenta YTP1	9.4 g/L	(Selvakumar et al., 2019)
Wheat bran	5.3 g/L	(Cripwell et al., 2015)
Barley β-glucan	4.2 g/L	(Yanase et al., 2010)
Rice straw	1.2 g/L	(Singh et al., 2019)
Switchgrass	22.5 g/L	(Pessani et al., 2011)
Paper sludge	11.5 g/L	(Prasetyo et al., 2011)
Wheat straw	1.7 g/L	(Kozhevnikova et al., 2016)
Sugarcane bagasse	1.4 g/L	(Singh et al., 2019)
Avicel	22.4 g/L	(Tian et al., 2014)
Corn cob	11.1 g/L	(Cunha et al., 2020)
Crystalline cellulose	2.7 g/L	(Chinn & Mbaneme, 2015)
Cotton stalk	3.8 g/L	(Malik et al., 2020)

3.3. Third-Generation Feedstock for Bioethanol Production

Algae are photosynthetic animals that possess chlorophyll. Because of qualities such as high yield, ease of production, and simplicity of collection, algal biomass is employed as an alternative raw material to 1G and 2G bioethanol feedstock. 3G biomass is utilized in algae, bioethanol, biodiesel, and wastewater treatment (B. Kumar et al., 2020). Algae, which have a high potential for bioethanol generation, are classified into two types: microalgae and macroalgae (Table 3).

Table 3. Ethanol generation from different 3G feedstock using

Feedstock	Ethanol yield	References
Gracilaria sp.	81 %	(Wu et al., 2014)
Gracilaria verrucosa	84.3 %	(S. Kumar et al., 2013)
Laminaria japonica	80.8 %	(Ge et al., 2011)
Ulva fasciata	88.2 %	(Trivedi et al., 2013)
Sargassum sp.	65–89 %	(Borines et al., 2013)
Nannochloropsis gaditana	12.9 g/L	(Kavitha et al., 2021)

4. Limiting Factors and Prospects

Table 4 shows the benefits and drawbacks of various bioethanol generators. Bioethanol produced from 1G sources is the most useful technology for covering the majority of bioethanol yield. However, the major limitations in 1G come from food restrictions. This limitation has led investigators to 2G raw materials. Bioethanol produced from lignocellulosic (2G) sources is currently the most promising technology available but is limited by the recalcitrant nature of biomass. In recent years, algae biomass has captured the attention of the scientific community. The high carbohydrate content is at a usable level for bioethanol production. The main limitations of 3G are the cost associated with algal biomass production.

Tablo 4. Generations Used for Bioethanol Production: Advantages and Disadvantages

Generation	Advantages	Disadvantages
1G	Environmentally Friendly	Food-feed-fuel competition
		blends with conventional diesel fuel
	Economical	The cost of hydrolyzing enzyme
2G	There is no competition with the food	Technology for zero-waste management is still in its early stages
	Environmentally Friendly	
		A method of universal pretreatment is required.
	Zero-Waste management	Cost of enzyme
3G	here is no food fulfillment	Laboratory-scale technology
	Environmentally friendly	
	Wastewater can be used for algal growth	Algal biofuel production is still not economically viable

5. Conclusion

Bioethanol is an essential alternative fuel for reducing carbon emissions. However, food security and availability and agricultural land restrictions are the factors limiting bioethanol production. For this, sustainable raw materials that are abundant, have high production efficiency, and do not compete with food supplies should be used in bioethanol production. In the first section of this study, the raw materials and production processes used for bioethanol production are discussed. In the second part, the raw materials used and the studies published in the literature on production efficiency and the advantages and disadvantages of these raw materials are presented.

References

Ajibola, F. O., Edema, M. O., & Oyewole, O. B. (2012). Enzymatic Production of Ethanol from Cassava Starch Using Two Strains of Saccharomyces cerevisiae. *Nigerian Food Journal*, *30*(2), 114–121. https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30044-8

Althuri, A., & Venkata Mohan, S. (2022). Emerging innovations for sustainable production of bioethanol and other mercantile products from circular economy perspective. *Bioresource Technology*, *363*, 128013. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128013

Alvira, P., Tomás-Pejó, E., Ballesteros, M., & Negro, M. J. (2010). Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. *Bioresource Technology*, *101*(13), 4851–4861. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.093

Balat, M., Balat, H., & Öz, C. (2008). Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, *34*(5), 551–573. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.11.001

Barcelos, C. A., Maeda, R. N., Betancur, G. J. V., & Pereira Jr., N. (2011). Ethanol production from sorghum grains [Sorghum bicolor (L.) Moench]: evaluation of the enzymatic hydrolysis and the hydrolysate fermentability. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, *28*(4), 597–604. https://doi.org/10.1590/S0104-66322011000400005

Borines, M. G., de Leon, R. L., & Cuello, J. L. (2013). Bioethanol production from the macroalgae Sargassum spp. *Bioresource Technology*, *138*, 22–29. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.03.108

Bruhn, A., Dahl, J., Nielsen, H. B., Nikolaisen, L., Rasmussen, M. B., Markager, S., Olesen, B., Arias, C., & Jensen, P. D. (2011). Bioenergy potential of Ulva lactuca: Biomass yield, methane production and combustion. *Bioresource Technology*, *102*(3), 2595–2604. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.10.010

Chinn, M., & Mbaneme, V. (2015). Consolidated bioprocessing for biofuel production: recent advances. *Energy and Emission Control Technologies*, 23. https://doi.org/10.2147/EECT.S63000

Cripwell, R., Favaro, L., Rose, S. H., Basaglia, M., Cagnin, L., Casella, S., & van Zyl, W. (2015). Utilisation of wheat bran as a substrate for bioethanol production using recombinant cellulases and amylolytic yeast. *Applied Energy*, *160*, 610–617. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.09.062

Cunha, J. T., Romaní, A., Inokuma, K., Johansson, B., Hasunuma, T., Kondo, A., & Domingues, L. (2020). Consolidated bioprocessing of corn cob-derived hemicellulose: engineered industrial Saccharomyces cerevisiae as efficient whole cell biocatalysts. *Biotechnology for Biofuels*, *13*(1), 138. https://doi.org/10.1186/s13068-020-01780-2

Dey, P., Pal, P., Kevin, J. D., & Das, D. B. (2020). Lignocellulosic bioethanol production: prospects of emerging membrane technologies to improve the process – a critical review. *Reviews in Chemical Engineering*, *36*(3), 333–367. https://doi.org/10.1515/revce-2018-0014

Edeh, I. (2021). Bioethanol Production: An Overview. In *Bioethanol Technologies*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.94895

Erdei, B., Barta, Z., Sipos, B., Réczey, K., Galbe, M., & Zacchi, G. (2010). Ethanol production from mixtures of wheat straw and wheat meal. *Biotechnology for Biofuels*, *3*(1), 16. https://doi.org/10.1186/1754-6834-3-16

Ge, L., Wang, P., & Mou, H. (2011). Study on saccharification techniques of seaweed wastes for the transformation of ethanol. *Renewable Energy*, *36*(1), 84–89. https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.06.001

Giri, R., Kundu, B. S., Diwan, P., Raj, K., & Wati, L. (2013). Ethanol production from direct sugarcane and juice by yeast. *Agricultural Science Digest - A Research Journal*, *33*(3), 188. https://doi.org/10.5958/j.0976-0547.33.3.005

Gray, K. A., Zhao, L., & Emptage, M. (2006). Bioethanol. *Current Opinion in Chemical Biology*, *10*(2), 141–146. https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.02.035

Hamelinck, C. N., Hooijdonk, G. van, & Faaij, A. P. (2005). Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term. *Biomass and Bioenergy*, *28*(4), 384–410. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2004.09.002

Kavitha, S., Gajendran, T., Saranya, K., Selvakumar, P., & Manivasagan, V. (2021). Study on consolidated bioprocessing of pre-treated Nannochloropsis gaditana biomass into ethanol under optimal strategy. *Renewable Energy*, *172*, 440–452. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.015

Kozhevnikova, E. Y., Petrova, D. A., Kopitsyn, D. S., Novikov, A. A., Shnyreva, A. V., Barkov, A. V., & Vinokurov, V. A. (2016). New strains of basidiomycetes that produce bioethanol from lignocellulose biomass. *Applied Biochemistry and Microbiology*, *52*(6), 638–642. https://doi.org/10.1134/S0003683816060090

Kumar, B., Bhardwaj, N., Agrawal, K., & Verma, P. (2020). *Bioethanol Production: Generation-Based Comparative Status Measurements* (pp. 155–201). https://doi.org/10.1007/978-981-13-8637-4_7

Kumar, S., Gupta, R., Kumar, G., Sahoo, D., & Kuhad, R. C. (2013). Bioethanol production from Gracilaria verrucosa, a red alga, in a biorefinery approach. *Bioresource Technology*, *135*, 150–156. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.10.120

Malik, K., Salama, E.-S., Kim, T. H., & Li, X. (2020). Enhanced ethanol production by Saccharomyces cerevisiae fermentation post acidic and alkali chemical pretreatments of cotton stalk lignocellulose. *International Biodeterioration & Biodegradation*, *147*, 104869. https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2019.104869

Melendez, J. R., Mátyás, B., Hena, S., Lowy, D. A., & El Salous, A. (2022). Perspectives in the production of bioethanol: A review of sustainable methods, technologies, and bioprocesses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *160*, 112260. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112260

MOSIER, N. (2005). Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, *96*(6), 673–686.

OECD/FAO. (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030*. OECD.

Okamoto, K., Nitta, Y., Maekawa, N., & Yanase, H. (2011). Direct ethanol production from starch, wheat bran and rice straw by the white rot fungus Trametes hirsuta. *Enzyme and Microbial Technology*, *48*(3), 273–277. https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2010.12.001

Pessani, N. K., Atiyeh, H. K., Wilkins, M. R., Bellmer, D. D., & Banat, I. M. (2011). Simultaneous saccharification and fermentation of Kanlow switchgrass by thermotolerant Kluyveromyces marxianus IMB3: The effect of enzyme loading, temperature and higher solid loadings. *Bioresource Technology*, *102*(22), 10618–10624.

Prasetyo, J., Naruse, K., Kato, T., Boonchird, C., Harashima, S., & Park, E. Y. (2011). Bioconversion of paper sludge to biofuel by simultaneous saccharification and fermentation using a cellulase of paper sludge origin and thermotolerant Saccharomyces cerevisiaeTJ14. *Biotechnology for Biofuels*, *4*(1), 35. https://doi.org/10.1186/1754-6834-4-35

RFA. (2019). *Powered with Renewed Energy, Ethanol Industry Outlook, Renewable Fuels Association*. https://ethanolrfa.org/resources/annual-industry-outlook

Saini, J. K., Saini, R., & Tewari, L. (2015). Lignocellulosic agriculture wastes as biomass feedstocks for second-generation bioethanol production: concepts and recent developments. *3 Biotech*, *5*(4), 337–353. https://doi.org/10.1007/s13205-014-0246-5

Salazar-Ordóñez, M., Pérez-Hernández, P. P., & Martín-Lozano, J. M. (2013). Sugar beet for bioethanol production: An approach based on environmental agricultural outputs. *Energy Policy*, *55*, 662–668. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.12.063

Selvakumar, P., Adane, A. A., Zelalem, T., Hunegnaw, B. M., Karthik, V., Kavitha, S., Jayakumar, M., Karmegam, N., Govarthanan, M., & Kim, W. (2022). Optimization of binary acids pretreatment of corncob biomass for enhanced recovery of cellulose to produce bioethanol. *Fuel*, *321*, 124060. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124060

Selvakumar, P., Kavitha, S., & Sivashanmugam, P. (2019). Optimization of Process Parameters for Efficient Bioconversion of Thermo-chemo Pretreated Manihot esculenta Crantz YTP1 Stem to Ethanol. *Waste and Biomass Valorization*, *10*(8), 2177–2191. https://doi.org/10.1007/s12649-018-0244-7

Sharma, B., Larroche, C., & Dussap, C.-G. (2020). Comprehensive assessment of 2G bioethanol production. *Bioresource Technology*, *313*, 123630. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123630

Singh, B., Kumar, P., Yadav, A., & Datta, S. (2019). Degradation of fermentation inhibitors from lignocellulosic hydrolysate liquor using immobilized bacterium, Bordetella sp. BTIITR. *Chemical Engineering Journal*, *361*, 1152–1160.

Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Bioresource Technology*, *83*(1), 1–11. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00212-7

Susmozas, A., Martín-Sampedro, R., Ibarra, D., Eugenio, M. E., Iglesias, R., Manzanares, P., & Moreno, A. D. (2020). Process Strategies for the Transition of 1G to Advanced Bioethanol Production. *Processes*, *8*(10), 1310. https://doi.org/10.3390/pr8101310

Tian, J.-H., Pourcher, A.-M., Bouchez, T., Gelhaye, E., & Peu, P. (2014). Occurrence of lignin degradation genotypes and phenotypes among prokaryotes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *98*(23), 9527–9544. https://doi.org/10.1007/s00253-014-6142-4

Trivedi, N., Gupta, V., Reddy, C. R. K., & Jha, B. (2013). Enzymatic hydrolysis and production of bioethanol from common macrophytic green alga Ulva fasciata Delile. *Bioresource Technology*, *150*, 106–112. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.09.103

Wu, F.-C., Wu, J.-Y., Liao, Y.-J., Wang, M.-Y., & Shih, I.-L. (2014). Sequential acid and enzymatic hydrolysis in situ and bioethanol production from Gracilaria biomass. *Bioresource Technology*, *156*, 123–131. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.024

Yanase, S., Hasunuma, T., Yamada, R., Tanaka, T., Ogino, C., Fukuda, H., & Kondo, A. (2010). Direct ethanol production from cellulosic materials at high temperature using the thermotolerant yeast Kluyveromyces marxianus displaying cellulolytic enzymes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *88*(1), 381–388. https://doi.org/10.1007/s00253-010-2784-z

Yang, B., & Wyman, C. E. (2008). Pretreatment: the key to unlocking low-cost cellulosic ethanol. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, *2*(1), 26–40.

THE ASSESSMENT OF REGULATORY ECOSYSTEM SERVICES : THE CASE OF THE CARBON STORAGE SERVICE USING INVEST MODEL IN THE

Hassana ISMAILI ALAOUI

Plant, Animal and Agro-industry Production Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, BP.133, University Campus, Kenitra 14 000, Morocco

Rabea ZIRI

Plant, Animal and Agro-industry Production Laboratory, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, BP.133, University Campus, Kenitra 14 000, Morocco

Abstract

The ecosystem services concept offers an interdisciplinary approach to studying the integration of socio-economic and ecological systems. Carbon sequestration and storage is mentioned as one of the most recognized and vital ecosystem services in the world which constitutes a major climate change mitigation strategy. It refers to the capacity of terrestrial ecosystems to capture and store carbon in any one of the 4 carbon pools. This study aims to evaluate the link between land use/land cover changes (LULC) and the carbon sequestration service provided by the vegetation cover in the beht watershed over 20 years.

For the processing of spatial data, we applied GIS techniques using the ArcGIS software (ESRI) and for modeling we used the InVEST 3.7 software. These tools were used to evaluate the variation in the net amount of carbon stored and the economic value of this ES. The results show that built-up areas, agriculture, and forests increased by 136%, 86%, 0,34% whereas rangeland and water bodies decreased by 18 and 81% respectively. This caused an increase in carbon storage by 22,2%. Based on the social cost carbone, we estimate the economic value of carbon sequestration service at 17548000- 35096000 $/year, or 104 and 208 $/ha/year. The results show that carbone sequestration could be improved at our watershed scales using other management strategies such as REED+, or payment for ES that will lead environmental policies to adopt sustainable LULCs that support livelihoods and management choices.

Keywords Ecosystem services, Carbon sequestration, LULC, InVEST, Economic value.

THE STEPS IN THE VALUE CHAIN OF HYDROGEN: THE ENERGY CARRIER OF OUR FUTURE

Yasemin Aykut

Atatürk University, Engineering Faculty, Chemical Engineering, Erzurum, 25240, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9296-3602

Ayşe Bayrakçeken Yurtcan

Atatürk University, Engineering Faculty, Chemical Engineering, Erzurum, 25240, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8964-0869

ABSTRACT

Energy is the most fundamental factor in the development of our society so it is important to establish a cheap and stable energy infrastructure for economic development. The rapidly increasing energy demands of developing countries, in particular, have significantly increased global energy use. These increases in energy demand cause global warming to reach serious dimensions and bring fossil fuel resources closer to rapid depletion. Researchers have focused on renewable energy sources to develop low-cost and environmentally friendly alternative energy systems that can replace fossil fuels due to these problems encountered in the energy sector. As a result of the researches, it was emphasized that hydrogen, which has a high energy value and is the cleanest energy source that only water or water vapor is released after its use, can be used. In this context, for the sustainability of hydrogen technologies, medium and long-term policies based on hydrogen are prepared in many countries as well as the most developed countries, and detailed studies are carried out for their implementation. Within the scope of these studies, the evaluation of the existing methods used in all stages from the production, purification and storage of hydrogen, the elimination of deficiencies and the development of new methods are important for ensuring integrity in this field. In this study, three important steps in the value chain of hydrogen, which is the energy carrier of our future, are discussed: production, distribution/storage and use. First, the classification of technologies used in the production of hydrogen from different sources and its basic working principles are explained. Secondly, the importance of storing hydrogen after production and the methods developed for storage are briefly mentioned. Finally, the sectors and the type of hydrogen source used is evaluated and its economic importance is mentioned.

Keywords: Hydrogen, Production, Storage, Distribution, Utilization

INTRODUCTION

The demand for energy is increasing day by day with an increasing population and globalization. Increased energy demand causes the rapid depletion of fossil fuel reserves and the formation of environmental concerns. To avoid such energy and environmental issues, energy studies have focused on the development of renewable energy systems. In this context, different alternatives are emphasized as energy sources. One of these alternatives is hydrogen. Hydrogen has the potential to meet increasing energy demands and costs, directly or indirectly. For this reason, worldwide interest in the use of hydrogen is increasing day by day [1, 2]. There is an important detail in this definition of hydrogen, which is mostly called a clean energy source in the world. Hydrogen is not actually an energy source, but an energy carrier. This means that hydrogen is produced from a different source. In other words, depending on the welding material used, hydrogen can be defined as a clean energy carrier. Otherwise, like fossil fuels, it can be harmful. In this direction, there is a need to develop different methods for the production of hydrogen from cost-effective, abundant, clean, and reliable sources. In addition, after the production process, hydrogen will have an active use in every field, with the effective transportation, storage, and distribution systems [3]. Thus, all stages in the hydrogen value chain will be completed successfully.

In this study, the parameters in the hydrogen value chain are discussed in order to ensure a successful transition to the hydrogen economy. In the study, primarily the properties of hydrogen were examined, and then the

methods developed for the production, storage, transportation, and use processes were examined from a general point of view.

HYDROGEN VALUE CHAIN

Properties of Hydrogen

Hydrogen, which is defined as the energy carrier of our future, is mostly found in water, in different hydrocarbon forms, and in other chemical compounds bound to different atoms. It is not found free in nature. Hydrogen, which is the lightest and smallest element, has a colorless, odorless, and transparent structure. The density of the hydrogen is 14 times lighter than the density of the air under standard conditions. It also has the highest energy value per mass compared to all fuels.The upper thermal value is 141 MJ/kg and the lower thermal value is 120.7 MJ/kg, and it is approximately 1.33 times more efficient than oil fuel. In addition to these characteristics, the appearance of hydrogen as an indispensable energy carrier includes characteristics such as being produced from water with zero emissions, being abundant on earth, storing in various forms, converting into various types of energy, and having a high energy conversion efficiency [3, 4]. In addition to all these plus features, today's large-scale hydrogen production is made from fossil fuels, the methods used in production are expensive, and the presence of storage difficulties for transportation, negatively affects the development of this technology. In this direction, for the use of the promising hydrogen in the world of energy as an efficient energy carrier, the creation of a hydrogen value chain from different sources to production, storage, distribution, and usage areas is important in the transition to the hydrogen economy [5-7]. In this respect, the development of parameters along the hydrogen value chain is seen as an important basis for the transition to this economy, and the interest in the studies on the development of these parameters is increasing day by day. The hydrogen value chain is generally examined under the three headings listed below.

Hydrogen Production

Compared to other alternative fuels, it is possible to produce hydrogen from different sources. Coal and natural gas, nuclear, biomass, and renewable resources can be listed at the beginning of this section. Since hydrogen is found together with the elements in these sources, it must be separated in order to be used. In this direction, different methods have been developed for the production of hydrogen [8]. The sources used in hydrogen production and the developed methods are given in Table 1.

Table 1. Comparisons of hydrogen production technologies [9-11].

Process	Material	Brief description	Advantages	Disadvantages	Efficiency (%)
Steam reforming	Fossil fuels	Fossil fuels are converted to H_2 and CO_2	Commercialized stage	CO_X production, unsteady yield	75-86
Gasification	Biomass	Biomass converted to syngas; H_2 extracted	Commercialized stage waste reduction, low cost substrate, low pollutants generation	Impurities, unstable rate of H_2 production, geographical suitability	35-45
Thermolysis	Water	Thermal decomposition of water at temperatures over 2500 K	Sustainable technology, O_2 as by-product, high cost, no pollutants generation	High capital and operation cost, corrosion issue	25-50
Electrolysis	Water	Direct current is used to split water into O_2 and H_2	Commercialized and greener technology, O_2 as by-product, costly process	Stationery technology, high cost	62-78
Biological photolysis	Biomass + Water	Biological systems (microbes, bacteria, etc.) are used to generate H_2	Under development stage, utilize CO_2 to make O_2	Lower yields of hydrogen, light energy requirements	11-12
Photolysis	Water	Water is split into H_2 by using the electron-hole pair generated by the photocatalyst	Sustainable technology under development, O_2 as by-product, high cost, no pollutants generation	Light required, catalyst under development, low yield	0.06

Today, most hydrogen is produced by steam reforming of natural gas (50 % of the hydrogen demand). The remainder of the demand is met from oil and naphtha (30 %), coal gasification (18 %), water electrolysis (3.9 %), and other sources (0.1 %) with the conversion of refinery and chemical industrial waste gases. Steam reformation of natural gas, which is widely used among these methods, is currently the cheapest method. Other methods developed as an alternative to this method reach unacceptable cost values for hydrogen production due to increased processes and additional equipment needed in the process stages [12]. Among the developed methods, the most promising is the electrolysis of water, in which hydrogen is produced without by-products. However, the cost of electricity consumption used in this method is the biggest parameter that hinders the widespread use of the method. In this direction, the source material and the energy used in the current hydrogen production methods are important criteria for the efficiency and continuity of the method [13, 14]. In this direction, the production method to be preferred should have clean, cost-effective, safe, and sustainable features. For this reason, research on the development of hydrogen production technologies using renewable resources instead of fossil fuels has attracted attention in recent years. The success of these studies will be the successful development of the first step in the hydrogen value chain.

Hydrogen Storage and Distribution

An important problem in the transition to the hydrogen economy is the necessity of storing hydrogen easily and cheaply. The main problem in this matter is the need for large volumes due to the low density of hydrogen. In this direction, for ideal storage, the required large volume values should be significantly reduced. After its production, hydrogen can be stored by different methods and transported to desired locations by tankers, pipelines, or network lines. The distribution and cost of hydrogen are directly related to the preferred method of hydrogen production [15]. Because, in order to reduce production costs, hydrogen is produced in a central facility and then distributed to different regions where it is needed, so transportation and distribution costs rise. On the other hand, the production of hydrogen where it is needed ensures that the transportation and

distribution costs are at minimum level, while increasing the production cost due to the low volume. However, the methods developed significantly increase the low volumetric energy density are evaluated under two headings: physical and material-based storage [16, 17]. The features of these methods are briefly given in Table 2.

Table 2. Comparisons of hydrogen storage technologies [18].

Type of Storage Type of Storage Type of Storage Type of Storage Type of Storage Type of storage	**Brief description**	**Problems**
Compression	Compress and store hydrogen in a cylinder of pressure up to 20 MPa	Achieving a high tensile strength, low density, non-reactive with hydrogen & non-diffusive storage cylinder
Liquefaction	A process enables to store hydrogen in liquid phase at -253°C	The process is intensive energy and time consuming
Physisorption	Reversible hydrogen release upon physical adsorption	Dependent on adsorbent geometry and absorption temperature
Hydrides	Make use of metal for adsorption of hydrogen to form hydrides.	Dependent on the type of metal properties.

Today, physical methods by which hydrogen is stored through liquefaction and compression are commonly preferred. In commercial applications, hydrogen stored as compressed gas is the most preferred. It is available in tanks where hydrogen can be stored at high pressures according to the demand in the usage areas. Material-based storage methods are newly developing, and metal hydrides, sorbents, and liquid organic carriers are used as storage materials. When evaluated in terms of cost, liquid hydrogen is suitable for long-distance transportation, while it is recommended to carry a lower amount of gaseous hydrogen for short distances. Pipelines are the most cost-effective way of transporting large amounts of hydrogen. Today, hovewer, it is common for hydrogen gas tanks or cryogenic liquid tanks to be transported via truck. With the increasing interest in hydrogen energy, research on eliminating the deficiencies of existing storage methods and developing new storage methods has gained momentum. The new storage technologies to be developed must meet the following criteria: compliance with standards, high efficiency and durability, low weight and volume values, and cost-effectiveness [16, 19, 20].

Industrial Applications of Hydrogen

Hydrogen energy-based technologies have wide range of application potentials. With the development of technology, the use of hydrogen in different fields is also increasing. Today, it is widely used as a raw material source or an energy vector. The use of hydrogen as a raw material can be given as an example of refining and processing by incorporating hydrogen into the structure of other substances or intermediates in order to synthesize an intermediate or final product in the industry. During these processes, better results are obtained using temperature, pressure, and catalysts. In the use of hydrogen in chemical product synthesis, ammonia production comes first, and this value is approximately 55 % of the hydrogen produced. In addition, 25 % of the hydrogen produced around the world is used in the processing of intermediate petroleum products in refineries. The remaining 10 % of hydrogen production is used in methanol production, and the other 10 % is used in other applications. The use of hydrogen to obtain higher valence of electrical, heat, and mechanical energy is another application area. Depending on the type of energy demand, the steps in the conversion methods differ. In particular, the use of hydrogen as a fuel has increased with the development of technology and has become an indispensable candidate for the sustainability of the transportation sector. Studies on this subject have emphasized that hydrogen has a high potential to replace fossil fuels as an energy carrier. In

addition, hydrogen, which is the cleanest fuel, is shown as a unique candidate for the energy sector, as it has a high heating value compared to petroleum products, and because the by-product is only water vapor during its use. In recent years, with the developments in fuel cells, intensive studies have been carried out for their applicability in vehicles in the transportation sector. In this regard, advancements in vehicle manufacturing hydrogen-powered cars, buses, trains, ships, and so on have aided in the adoption of an environmentally friendly transportation policy.

CONCLUSIONS

In research on alternative energy sources, it has been emphasized that hydrogen can be used as an ideal energy carrier in future applications due to its high efficiency and environmental friendliness. Furthermore, the fact that hydrogen can be produced from renewable and sustainable sources, provides promising solutions in energy transitions, as well as the commercialization of the use of hydrogen with an increasing momentum, causing the interest in the energy world to focus on hydrogen. In order to make hydrogen, which is expressed as the energy source of the 21st century thanks to its superior properties, an important part of our future, it is important that this new technology be applicable in most of the areas. For this reason, the problems encountered at all stages of hydrogen technology should be reduced as much as possible and made more economical. Today, different methods are used for the production, storage, and transportation of hydrogen, and important changes are needed due to various difficulties encountered in these methods. For this reason, it is important for the continuity of the system and the future of large-scale applications of hydrogen that the studies to determine the durability, reliability, and performance of all components of the systems using these methods are comprehensively completed.

REFERENCES

[1] Veziroğlu TN, Şahi S. 21st Century's energy: Hydrogen energy system. Energy conversion and management. 2008;49:1820-31.

[2] Nikolaidis P, Poullikkas A. A comparative overview of hydrogen production processes. Renewable and sustainable energy reviews. 2017;67:597-611.

[3] Armaroli N, Balzani V. The hydrogen issue. ChemSusChem. 2011;4:21-36.

[4] Aydemir S. Enerji kaynağı olarak hidrojen üretim yöntemlerinin incelenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 1998.

[5] Steyn J, Render C. Hydrogen as Energy Carrier. 2020.

[6] Quarton CJ, Tlili O, Welder L, Mansilla C, Blanco H, Heinrichs H, et al. The curious case of the conflicting roles of hydrogen in global energy scenarios. Sustainable energy & fuels. 2020;4:80-95.

[7] Bhagavathy S, Thakur J. Green hydrogen: Challenges for commercialization. February-2021. 2022.

[8] Serban M, Lewis MA, Marshall CL, Doctor RD. Hydrogen production by direct contact pyrolysis of natural gas. Energy & fuels. 2003;17:705-13.

[9] Dincer I. Green methods for hydrogen production. International journal of hydrogen energy. 2012;37:1954-71.

[10] Dincer I, Acar C. Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability. International Journal of Hydrogen Energy. 2015;40:11094-111.

[11] Chaurasia AK, Mondal P. Hydrogen Production From Waste and Renewable Resources. Hydrogen Fuel Cell Technology for Stationary Applications: IGI Global; 2021. p. 22-46.

[12] Li S, Kang Q, Zhang H, Deng Y. Hydrogen Production: State of Technology. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020;544:012011.

[13] Hosseini SE, Wahid MA. Hydrogen production from renewable and sustainable energy resources: Promising green energy carrier for clean development. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016;57:850-66.

[14] Tashie-Lewis BC, Nnabuife SG. Hydrogen Production, Distribution, Storage and Power Conversion in a Hydrogen Economy - A Technology Review. Chemical Engineering Journal Advances. 2021;8:100172.

[15] Mazloomi K, Gomes C. Hydrogen as an energy carrier: Prospects and challenges. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012;16:3024-33.

[16] Eberle U, Felderhoff M, Schueth F. Chemical and physical solutions for hydrogen storage. Angewandte Chemie International Edition. 2009;48:6608-30.

[17] Preuster P, Alekseev A, Wasserscheid P. Hydrogen storage technologies for future energy systems. Annual review of chemical and biomolecular engineering. 2017;8:445-71.

[18] Guangul FM, Chala GT. A comparative study between the seven types of fuel cells. Applied Science and Engineering Progress. 2020;13:185-94.

[19] Adolf J, Balzer CH, Louis J, Schabla U, Fischedick M, Arnold K, et al. Energy of the future?: Sustainable mobility through fuel cells and H2; Shell hydrogen study. 2017.

[20] Andersson J, Grönkvist S. Large-scale storage of hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy. 2019;44:11901-19.

USE OF GRAPHITIC CARBON NITRIDE AS CATALYST SUPPORT IN PEM FUEL CELL

Yasemin Aykut

Atatürk University, Engineering Faculty, Chemical Engineering, Erzurum, 25240, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9296-3602

Ayşe Bayrakçeken Yurtcan

Atatürk University, Engineering Faculty, Chemical Engineering, Erzurum, 25240, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8964-0869

ABSTRACT

Polymer electrolyte membrane (PEM) fuel cells emerge as an alternative method to meet the energy demand that arises in parallel with the growing population and developing technology. Application examples of PEM fuel cells, which use hydrogen energy, a clean and sustainable energy source, especially in the automotive sector, show that this technology will quickly take its place in our daily lives. The part where the electrochemical reactions provide energy conversion in PEM fuel cells take place is the catalyst layer, and this layer plays an active role in determining the performance of the fuel cell. In these layers, mostly platinum (Pt) nanoparticles dispersed on carbon-based support materials are frequently used. However, the high cost of platinum and the scarcity of reserves are obstacles to the commercialization of this technology. For this reason, reducing the amount of Pt used or developing the use of different metals as an alternative to Pt will make these technologies more widespread. Accordingly, in this study, mono and bimetallic catalysts were developed by the microwave method as cathode catalysts in PEM fuel cells. In the study, carbon black, which is widely used as catalyst support material, and graphitic carbon nitride (g-C_3N_4) were used as catalyst supports. In this direction, firstly, graphitic carbon nitride was synthesized by hydrothermal method in a simple way. Then, using g-C_3N_4 as support material, Pt and Ru metals were reduced on it by microwave method. The synthesized mono and bimetallic catalysts were characterized by ICP-MS, XRD and SEM. In addition, electrochemical characteristics were determined using cyclic voltammetry (CV) and measuring fuel cell performances. As a result, it was observed that the bimetallic PtRu/g-C_3N_4 composite prepared by using graphitic carbon nitride instead of carbon black support promises to be used in PEM fuel cells.

Keywords: PEM fuel cell, Graphitic carbon nitride, Electrocatalyst, Carbon support

INTRODUCTION

Industrial growth has led to an increase in energy demand globally. Energy production is met from fossil fuels, which are harmful to the environment to a great extent. In this direction, researches have been carried out in recent years to investigate new energy systems using hydrogen, which is a clean and alternative energy carrier. Within the scope of these researches, great importance was attached to the development of PEM fuel cells, which directly convert chemical energy into electricity through electrochemical reactions. One of the important components that determine the performance of PEM fuel cells is the electrocatalyst used in the system [1]. In the preparation of electrocatalysts, nanomaterials containing platinum (Pt) and platinum alloys are commonly used. However, the fact that Pt is expensive, its reserve amount is limited and its weak tolerance to CO has created an obstacle for commercial applications [2]. Therefore, in order to minimize the use of Pt in the electrocatalyst, metals such as Ru have been used. In addition, carbon-based materials are used as support materials for metals in the structure in order to increase the activity of the electrocatalyst. As a result of dispersing the metal nanoparticles on these carbon-based support materials with different methods, improvements in stability and electrical conductivity were achieved. One of the carbon-based structures used is graphitic carbon nitride (g-C_3N_4), which is rich in nitrogen. g-C_3N_4 has high structural stability. For this reason, among the support materials they have attracted attention in the field of catalysts in recent years [3, 4]. However, the number of studies investigating the use of g-C_3N_4 as a catalyst in fuel cells is limited in this area. For example, in a study [5], g-C_3N_4 support material was used as catalyst support in a methanol fuel cell and it was stated that there was an improvement in performance in the performance of fuel cell. In this study, g-

C_3N_4 was synthesized as a support material to increase the potential of PEM fuel cell. Pt and Ru metals were reduced on g-C_3N_4 by microwave method. The structures of the prepared catalysts were elucidated by physical characterization and PEM fuel cell performances were evaluated.

METHODS

Synthesis of graphitic carbon nitride

g-C_3N_4 was synthesized from melamine by hydrothermal synthesis in an easy and one-step process. 5 g of melamine was placed in the crucible and covered with aluminum foil. Then, the ash was placed in the muffle furnace and heated at a heating rate of 5 °C min^{-1} under nitrogen atmosphere until the temperature reached 600 °C. It was kept in the oven for 3 h at these values. Then, after cooling to room temperature, a light yellow colored g-C_3N_4 bulk structure was obtained. This bulk structure was ground into powder (Fig.1).

Fig. 1. g-C_3N_4 synthesis procedure.

Synthesis of graphitic carbon nitride supported mono/bimetallic catalysts

Pt and Ru mono/bimetallic catalysts supported by graphitic carbon nitride were prepared by microwave heating method. The loading of metals on the support material is targeted at 20 % by weight. In the synthesis, H_2PtCl_6 was used as Pt metal precursor and $RuCl_3$ was used as Ru precursor. Ethylene glycol was used as the reducing and solvent medium. The synthesis of the catalysts was carried out by applying microwave to the solution consisting of solvent, support material and metal precursor for 2 min.

RESEARCH AND FINDINGS

Pt, Ru metal loading (wt %) values of the synthesized catalysts determined by ICP-MS are given in Table 1. It has been proven that metal loadings are within the target range of 20 % nominal values.

Table 1. ICP-MS result of synthesized catalyst.

Synthesized Catalyst	Mass (%)	
	Pt	Ru
Pt/g-C_3N_4	16.12	
Ru/g-C_3N_4		15.95
PtRu/g-C_3N_4	7.65	9.35

It is seen that the structure of g-C_3N_4 in SEM analysis images is similar to the studies in the literature (Fig.2). The bulk g-C_3N_4 in the images has a morphology formed by agglomeration of multiple thick layers. The powdered g-C_3N_4 obtained after mechanical grinding has a spongy morphology with porous structures [6].

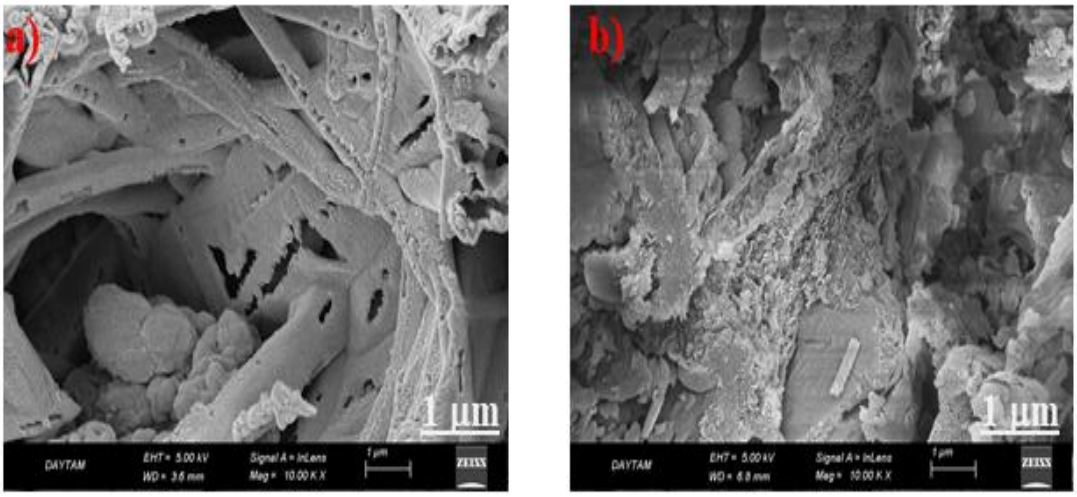


Fig. 2. SEM image of synthesized *g*-C_3N_4 bulk state (a), powder state (b)

When the XRD result is evaluated, it is seen that the peak at the diffraction value of 2θ < 30° in the catalyst belongs to the support material g-C_3N_4. The places where the diffraction peaks of the crystal structure of Pt and Ru are observed are consistent with the literature (Fig.3). While the diffraction peaks of the monometallic catalysts have a higher 2θ angle, the diffraction peaks of the bimetallic PtRu/C catalysts have a lower 2θ angle [7].

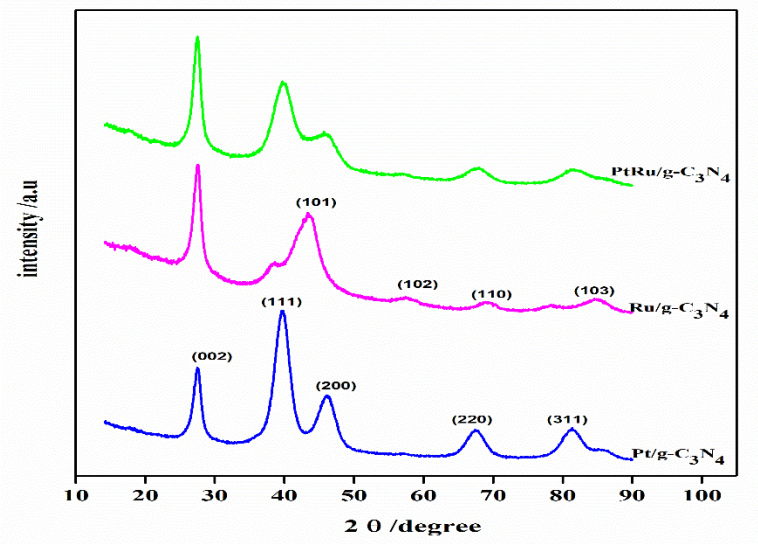


Fig. 3. The XRD patterns of synthesized catalysts.

The performance of fuel cells is evaluated depending on the polarization curves of the fuel cell. Electrodes were prepared by spraying the inks of the catalysts prepared in this direction on the gas diffusion layer. Then, MEA structure was formed with these electrodes. In the study, the synthesized catalysts were used in the preparation of the cathode electrode, and a commercially available carbon supported platinum catalyst (Tanaka) containing 67 % by weight Pt was used for the anode electrode. Fig.4 shows the performance results

of fuel cell using synthesized catalysts. With the measurements taken, the fuel cell performance results were evaluated with the comparison of current density values at 0.6 V, and it was determined that the bimetallic PtRu/C catalyst showed the highest performance. This can be explained by the improvement of the activity due to the synergistic effect in the bimetallic structure.

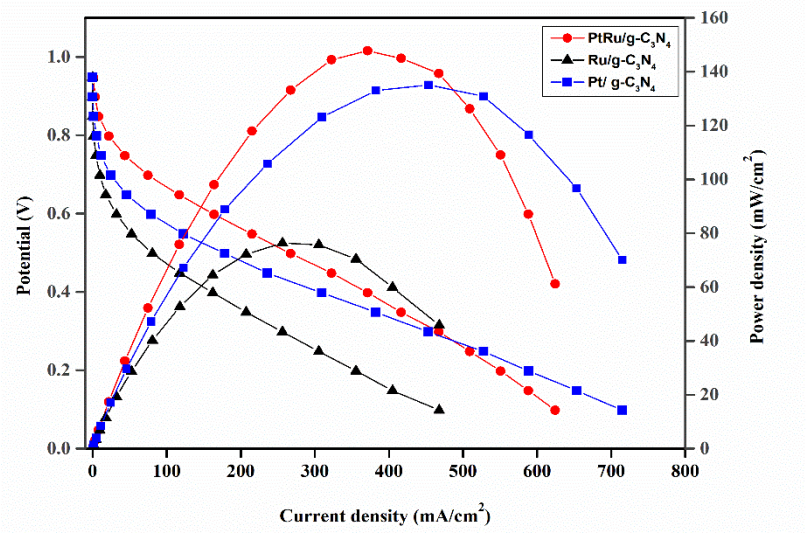


Fig. 4 Fuel cell performances of the synthesized catalysts

CONCLUSION

Various studies have been carried out to increase the activity of the catalysts, which have a critical role on the performance of PEM fuel cells. In this study, graphitic carbon nitride was synthesized by a simple method to be used as a support material in PEM fuel cells. Catalysts containing g-C_3N_4 supported Pt and Ru metals were successfully synthesized by microwave method. The physical characterization analyses and structures of the synthesized catalysts were enlightened and the fuel cell performance was evaluated with PEM fuel cell measurements. Due to the higher performance of the bimetallic catalyst, our research on the development of new catalysts with these properties will continue.

REFERENCES

[1] Debe MK. Electrocatalyst approaches and challenges for automotive fuel cells. Nature. 2012;486:43-51.

[2] Matin M, Kumar A, Bhosale R, Saad MS, Almomani F, Al-Marri M. PdZn nanoparticle electrocatalysts synthesized by solution combustion for methanol oxidation reaction in an alkaline medium. RSC advances. 2017;7:42709-17.

[3] Oliveira RC, Sevim M, Šljukić B, Sequeira CA, Metin Ö, Santos DM. Mesoporous graphitic carbon nitride-supported binary MPt (M: Co, Ni, Cu) nanoalloys as electrocatalysts for borohydride oxidation and hydrogen evolution reaction. Catal Today. 2020;357:291-301.

[4] Zheng D, Cao X-N, Wang X. Precise Formation of a Hollow Carbon Nitride Structure with a Janus Surface To Promote Water Splitting by Photoredox Catalysis. Angewandte Chemie International Edition. 2016;55:11512-6.

[5] Sui X-L, Li C-Z, Zhao L, Wang Z-B, Gu D-M, Huang G-S. Mesoporous g-C3N4 derived nano-titanium nitride modified carbon black as ultra-fine PtRu catalyst support for Methanol electro-oxidation. International Journal of Hydrogen Energy. 2018;43:5153-62.

[6] Guo H, Shen Y, Ouyang H, Long Y, Li W. A voltammetric sensor for simultaneous determination of hydroquinone and catechol by using a heterojunction prepared from gold nanoparticle and graphitic carbon nitride. Microchimica Acta. 2019;186:819.

[7] Xu Y, Xie X, Guo J, Wang S, Wang Y, Mathur VK. Effects of annealing treatment and pH on preparation of citrate-stabilized PtRu/C catalyst. Journal of Power Sources. 2006;162:132-40.

MELAMINE DOPED CARBON BLACK AS CATALYST SUPPORT FOR PEM FUEL CELLS

Pınar Çelik

Atatürk University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering, Erzurum, 25240, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9886-5923

Ayşe Bayrakçeken Yurtcan

Atatürk University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering, Erzurum, 25240, Türkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8964-0869

ABSTRACT

Reserves are gradually decreasing with the increase in the demand for energy resources, and this demand has increased our need for alternative energies. In addition, the harmful effects of gases released as a result of the combustion reactions of fossil fuels on the environment have increased and become more noticeable in recent years. In addition to these, the fact that the energy conversion efficiency of fossil fuels is around 43% and they will be completely depleted in the near future has led to an increase in R&D studies in this area. Despite the great developments in research and development studies in the field of fuel cells in recent years, high material costs have not been prevented yet. Improvement of the activity and stability of the catalysts, commercialization of fuel cells and reduction of catalyst cost will contribute to the commercialization of fuel cell technology. The main reason for the high material cost is the use of Platinum (Pt) based catalysts. This has led scientists to study on reducing the amount of Pt. There are some properties expected from PEM fuel cell catalysts such as high activity, high durability and low cost. Nitrogen doping of commonly used carbon supports provides new active sites which will increase the catalytic activity. The aim of this study is to examine the effect of nitrogen doping on carbon black used in PEM fuel cells by changing the amount of melamine as nitrogen source. Pt nanoparticles will be decorated on the nitrogen doped carbon blacks via microwave irradiation method. The nitrogen doped carbon supports and also the catalysts will be characterized by using elemental analysis, XRD analysis and PEM fuel cell performance tests.

Keywords: PEM fuel cell, Nitrogen doping, Carbon support, Melamine

1. INTRODUCTION

Technological devices take part in almost every aspect of our daily lives. As a result of the increase in global population and technological advancements, our need for energy has more than doubled. According to the researches, fossil fuels will be depleted in the near future has prompted scientists to look for alternative energy sources. Hydrogen energy as a renewable energy source, is a clean and alternative energy source that can replace fossil fuels.

Technological devices are present in almost every moment of our daily life. With the increase in the world population and the developments in the field of technology, our need for energy has doubled. According to the researches, the fact that fossil fuels will be depleted in the near future has led scientists to search for different energy sources. Hydrogen energy, which is in the category of renewable energy sources, is a clean and alternative energy carrier that can replace fossil fuels.

Hydrogen fuel cells are intended for applications that emphasize energy efficiency and require high power densities. The main reasons for choosing hydrogen fuel cells are; The use of hydrogen as a fuel and the abundance of hydrogen in nature, the fact that it releases pure water vapor and heat as waste, does not contain moving parts, and thus works silently, and its efficiency is better than internal combustion engines [1]. Despite these important advantages, there are some disadvantages in case of implementation. The most important of them are; Hydrogen production facilities are scarce, it is difficult to store hydrogen and the production stage of some fuels is expensive.

Fuel cells differ according to different operating temperatures, intended use and electrolyte types used. The usage area for the Polymer Electrolyte Membrane Fuel cell (PEMFC) is more due to its operation at low

temperatures. PEMFCs can operate at 50-80°C and a proton-conducting membrane is used as the electrolyte [2]. PEMFCs are considered as a possible solution to environmental and energy problems. This is because they are expected to soon become the most promising energy converters for automotive, stationary and portable applications due to their high energy densities, fast start-up and zero emissions at low operating temperatures. In short, PEM fuel cells have the potential to improve living conditions today, as they are more reliable, efficient and environmentally friendly than fossil fuels.

If the cost of fuel cell and fuel cell systems are made into viable commercial products, an important step will be taken in the field of energy. The most important step in this is to reduce the cost of the catalyst. For this reason, this cost can be significantly reduced if the use of platinum catalyst, which is an expensive metal, in PEM fuel cells is reduced [1].

RESEARCH AND FINDINGS

2.1. Synthesis of Supports and Catalysts

The catalyst layer is the place where the half-cell reactions in a PEM fuel cell occured. The catalyst layer is applied to the membrane or gas diffusion layer [3]. In both cases, the goal is to place the catalyst particles, platinum or platinum alloys, close to the membrane. In this study, firstly, support materials were prepared by mechanically mixing the melamine as nitrogen source with carbon black (Vulcan XC72R) to melamine mass ratios of (1:1), (1:2) and (2:1) subsequently pyrolysis of these materials in order to get nitrogen doped carbon blacks. Microwave irradiation method was used to decorate nitrogen doped carbon blacks with Pt nanoparticles with a nominal Pt percentage of 20%.

2.2. Physical Characterization of the Catalysts

The physical properties of the synthesized catalysts, such as surface area, pore size, and morphology, are affected by the catalyst preparation method, whereas the chemical properties are affected by the structure and composition of the support material and active catalytic components [4]. Elemental analysis of the synthesized catalysts, X-ray diffraction (XRD) for element identification and chemical nature of the materials were analysed in this study.

2.2.1. Elemental Analysis

The elements' types and amounts, as well as the amount of nitrogen doping, were determined in the prepared catalysts. According to the elemental analysis results (Table 1), Pt/(Vulcan+melamine)-(1:2) catalyst had the highest nitrogen ratio with 1.73%, followed by Pt/(Vulcan+melamine)-(2:1) catalyst with 1.12%, and following the sample with the lowest nitrogen ratio of 0.96%, for Pt/(Vulcan+melamine)-(1:1) catalyst.

Table 1. Elemental analysis results

	Element Composition (%)			
Catalyst	**% C**	**% H**	**% N**	**% S**
Pt/(Vulcan+melamine) (1:1)	62.81	0.27	0.96	0.38
Pt/(Vulcan+melamine) (1:2)	83.60	0.30	1.73	0.31
Pt/(Vulcan+melamine) (2:1)	47.98	0.15	1.12	0.38

2.2.2. XRD Results

Catalyst preparation technique influences structural properties of the catalysts which influences electrochemical performance [5]. As a result, X-ray diffraction (XRD) analysis, a commonly used technique for characterizing materials, was carried out. X-ray diffraction is a quick and easy physical approach for determining catalyst characteristics by computing metal particle size [4]. XRD analyses are carried out based on the diffraction of X-rays in a certain sequence determined by the atomic arrangement of the crystal phase.

In the experiments, nitrogen doped carbon black supported catalysts were synthesized by using the microwave heating method to decorate 20% Pt. Figure 1 shows XRD patterns of the synthesized catalysts. The diffraction peaks at around 25° correspond to the characteristic plane of the carbon crystal structure identified as (002). The diffraction peaks located at 39º, 46º, 67º, 81º and 86º for the catalysts correspond to face-centered cubic (fcc) platinum crystal structure, which corresponds to the main characteristic planes defined as (111), (200), (220), (311), and (222) [6].

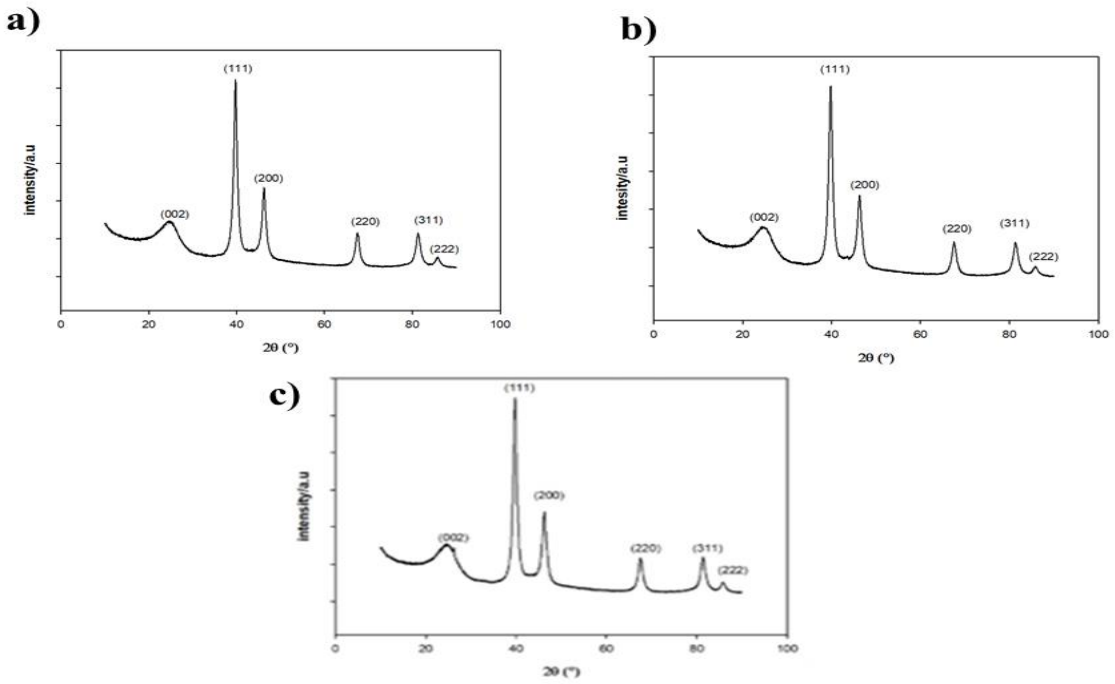


Figure 1. XRD graphs of synthesized catalysts a) Pt/(Vulcan+melamine) (1:1), b) Pt/(Vulcan+melamine) - (1:2), c) Pt/(Vulcan+melamine) - (2 :1)

2.2.3. PEM Fuel Cell Performance Test Results

MEAs prepared with Pt/(Vulcan+melamine) in (1:1), (1:2), and (2:1) ratios were tested using a a single fuel cell in a 600 W fuel cell test station (HenatechTM). Figure 3 shows the polarization curves of the catalysts. In general, evaluating the performance of the catalyst layer at 0.6 V is more appropriate because it achieves a compromise between fuel cell efficiency and practical power output [7]. According to the MEA values measured at 0.6 V at the fuel cell station, the 1:1 ratio Pt/(Vulcan + melamine) catalyst has a current density of 626 mA/cm^2 and a power density of 374.3 mW/cm^2. The Pt/(Vulcan+melamine) catalyst prepared in the ratio (2:1) has the lowest performance, with a current density of 436.3 mA/cm^2 and a power density of 239.1 mW/cm^2. The Pt/(Vulcan+melamine) catalyst prepared in the ratio (1:2) has a current density of 446.0 mA/cm^2 and a power density of 266.7 mW/cm^2. The highest current density and power density are followed by (1:1) > (1:2) > (2:1) ratios. Table 2 shows the corresponding current and power density values at 0.6 V.

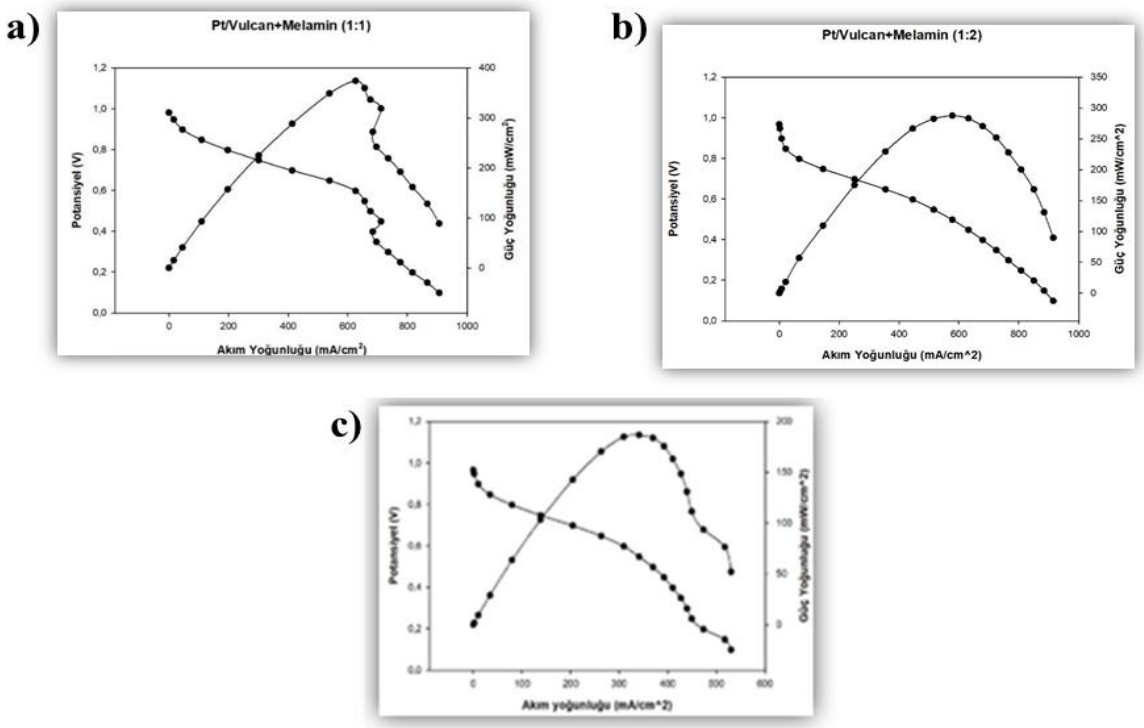


Figure 2. PEM fuel cell performance curves of synthesized catalysts

Table 2. Current and power density values

Catalyst	Values corresponding to 0.6 V	
	I (mA/cm^2)	P (W/cm^2)
Pt/(Vulcan+melamine) - (1:1)	626.0	374.3
Pt/(Vulcan+melamine) - (1:2)	446.0	266.7
Pt/(Vulcan+melamine) - (2:1)	436.3	239.1

These differences in performance, as shown by the results summarized in Table 2, depend on several parameters. Some of these are different melamine ratios, changes due to different carbon ratios, and the platinum availability percentage of the catalysts. The catalyst with the same percentage of carbon and melamine showed the highest performance.

3. CONCLUSIONS

In this study, melamine was mechanically added to the carbon black and after pyrolysis nitrogen doped carbon blacks were obtained. The addition of nitrogen to commonly used carbon supports creates new active sites, which increases catalytic activity. The purpose of this research is to investigate the impact of nitrogen doping on carbon black used in PEM fuel cells by varying the amount of melamine used as a nitrogen source. Pt nanoparticles were loaded by microwave irradiation method onto nitrogen-doped carbon black. The results of the elemental analysis revealed that the support material had an effect on the amount of nitrogen doping at different ratios. The crystal structures of the nitrogen and platinum peaks were observed using XRD analysis. Various amounts of nitrogen-doped carbon black structures were successfully synthesized in this study by varying the Pt/Vulcan and melamine ratios. Catalyst having the carbon to melamine ratio of 1:1 gave the best performance in PEM fuel cell environment.

4. SOURCES

[1] BAYRAKÇEKEN YDDA. Preparation of conductive polymer carbon-supported platinum catalysts for PEM fuel cells by microwave method 2014.

[2] Barbir F. PEM Fuel Cells-Theory and Practice'Elsevier Academic Press. Burlil] 멀 on. 2005.

[3] Dündar F. Increasing the surface area and improving kinetic properties by using different carbon support in catalysts used in PEM type fuel cells: Institute of Engineering and Science; 2006.

[4] Gasteiger HA, Kocha SS, Sompalli B, Wagner FT. Activity benchmarks and requirements for Pt, Pt-alloy, and non-Pt oxygen reduction catalysts for PEMFCs. Applied Catalysis B: Environmental. 2005;56:9-35.

[5] Antolini E. Carbon supports for low-temperature fuel cell catalysts. Applied Catalysis B: Environmental. 2009;88:1-24.

[6] YURTCAN DDAB. Synthesis and characterization of nitrogen-doped carbon structures as PEM fuel cell catalyst support material 2019.

[7] Higgins DC, Chen Z. Recent progress in non-precious metal catalysts for PEM fuel cell applications. The Canadian Journal of Chemical Engineering. 2013;91:1881-95.

EVALUATION AND VALORISATION OF BIOGAS GENERATED BY THE DISPOSAL OFSOLID WASTE THE CAPITAL OF ALGERIA

Toumi Meriem

27000, Abdelhamid Ibn-Badis University, Mostaganem, Algeria

Abdelli Islem Safia

27000, Abdelhamid Ibn-Badis University, Mostaganem, Algeria

Abdelmalek Fatiha

27000, Abdelhamid Ibn-Badis University, Mostaganem, Algeria

Addou Ahmed

27000, Abdelhamid Ibn-Badis University, Mostaganem, Algeria

Abstract

Currently the management of waste has become a major concern for developing countries. The management of solid waste in Algeria was limited to the collection and transport to the wild dumps; but since the end of 2010, the situation has evolved to the extent that we find technical landfill centers that provide better management, where the landfills lead by anaerobic decomposition of biodegradable fractions to the production of greenhouse gases (GHG), in addition to lixivia. The GHGs are generally made up of 50% CH_4, 45% CO_2 ,4% N_2 ,less than 1%H_2S and 2700 ppm of non-methane organic compounds; knowing that methane is all the same 25 times more powerful than CO_2 in global warming potential (PRG). The methanisation in landfills and TECs begins between 6 to 12 months after the burial of waste, to reach its maximum shortly after the closure of the landfill and tends to decrease gradually over a period of 30 to 50 years. It is essential to recover this biogas and convert it into energy (electricity).The objective of this paper is to evaluate the quantities of the biogas (methane) produced on the technical landfill center of the capital of Algeria (Algiers) using three models (IPCC, LandGem and MTM) . The results obtained show that a large amount of CH_4 is released which attributed to global warming. This loss of energy is estimated to be 5011511.84 kWh or a loss of 621588.431kWh/year that can be converted into electricity and therefore it will allow an autonomous landfill in term of electricity as an economical energy source.

Keywords: solid waste, greenhouse gases, biodegradation, methane, IPCC, LandGem, MTM.

1. Introduction

Solid waste management represents one of the greatest challenges for urban and industrial societies. While sanitary landfilling of solid waste produced by urban centers and industries is a common and technologically mastered practice alongside other material and energy recovery practices in industrialized countries, in developing countries it is the solution by default practiced without any consideration for the environment. Large amounts of waste are still improperly landfilled. These piles of waste are still sources of aggravated pollution due to their concentration: production of poorly drained and untreated leachate, production of unrecovered biogas In Algeria, household waste is rich in organic matter; too wet which the anaerobic decomposition of biodegradable fractions of household waste buried in technical landfills or landfills leads to the production of by-products, such as landfill gas (LFG) and leachate. This degradation is essentially due to numerous simultaneous and interdependent biological, microbiological, chemical and physicalreactions. Thus, at the end of the process and under favourable conditions, the methanogenic microorganisms convert acetic acid and gaseous hydrogen into CH4 and CO2 known as greenhouse gases contributing to global warming. Even at lower concentrations, methane has a global warming potential 21 times that of CO2 (IPCC, 1996). The aim of our work is to evaluate the quantities of methane produced in the capital of Algeria (+ 1,000,000 inhabitants): Algiers. This evaluation was done by using four different models IPCC-1996, IPCC-2006, LandGem v3.02 and the modified triangular method. Energy recovery has been proposed, while converting

these gases into electricity in order to reduce its harmful impact on the environment and take advantage of this bioenergy.

2. Presentation of the study area

Our study focuses on estimating the quantities of CH_4 produced in the capital of Algeria (Algiers)The choice of the wilaya was made, on the one hand according to the size of the city: large city welcoming more than one million inhabitants; and on the other hand, according to the quantities of buried household waste.

Tables1. Presentation of the study area

	Treatment facility	Number of lockers	Quantity treated in 2020	locker status
Algiers	1 CET	3	873941.41	2 closed 1 operating

Composition of MSW

Knowledge of the composition of household waste is one of the most decisive factors in evaluating the production potential of LFGs. Indeed. the quantity of LFG is directly related to the biodegradable organic matter contained in the waste. Just after the discharge of the MSW. the organic matter beginsin a first step (hydrolysis) to degrade through fermentative bacteria which hydrolyze the organicmatter into soluble compounds [1]. This hydrolysis step is effective only in the presence of a high moisture content. If there is not enough humidity. the formation of the gas becomes problematic and it may not form. In the second period (acidogenic). bacteria acidogenesis converts these simple molecules into low molecular weight acids and alcohols (lactic acid. volatile fatty acids. ethanol). as well as molecular hydrogen. The third phase (acetogenesis) involves acetogenic and sulgato-reducing bacteria before methane synthesis (equation 1). Finally. in the fourth step (methanogenesis). methane is formed by methanogenic bacteria. by the breakdown of acids into methane and carbon dioxide. and by the reduction of carbon dioxide with hydrogen (equations 2 and 3). [1]

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 \quad (1)$$

$$CH_3COOH \rightarrow CH_4 + CO_2 \quad (2)$$

$$CO_2+4H_2 \rightarrow CH_4+ 2H_2O \quad (3)$$

Landfill gas emission models

Until the 1980s. LGF emissions were not considered a major problem linked to global warming but much more to an energy source. It therefore appears that the first models simulating the production of LFGs were oriented towards gas recovery for energy use [2]. It was at the beginning of the 1990s that modelling was directed towards the quantification of GHGs. Since then. several mathematical models for the calculation of the LFGs generated by the biodegradable organic matter contained in the MSWs have appeared. We can cite the most important:

- IPCC default model (DM). [3]
- IPCC First order decay (FOD) model.
- First order model (FOD). [4]
- Multi-phase model. [5]
- Landfill Gas Emissions Model LandGem. [6]

- Modified Triangular Method (MTM). [7]
- GasSim.
- EPER model France (ADEME). [8]
- EPER model Germany

In this study. the annual production of gas landfills was calculated using four models based on first-order equations or their variations including single-phase models and which are widely used by practitioners:

(i) IPCC Default Method (DM). [10]

(ii) IPCC First Order Decay (FOD) model. [3]

(iii) Landfill Gas Emissions Model (LandGem). [6]

(iv) Modified Triangular Method (MTM). [7]

IPCC

The IPCC waste model offers two options. to choose from depending on available activity data. to estimate TEC methane emissions from household waste. The default IPCC-DM methodology is based on theoretical gas yield (mass balance operation). It is a single-phase model based on bulk waste. The second option. IPCC-FOD. is a first-order. multi-phase kinetic theoretical method through which the IPCC guidelines introduce the first-order degradation model. It based on waste composition data.

The volumes of each type of degradable waste (food. garden and park waste. paper and cardboard. wood. textiles. etc.). The main difference between the two methods is that the IPCC-DM method does not consider the accumulation and degradation process. as it assumes that all potential methane is released in the year the solid waste is disposed of. while actual emissions are reflected in the FOD method. The default method is simple and emissions calculations only require entry of a limited set of parameters. for which the IPCC guidelines provide default values. where country-specific quantities and data do not exist are not available.

Default Method (1996. DM Tier 1)

This method is the simplest for the evaluation of methane emissions which is based on the approach ofthe material balances of buried waste and the methane emission coefficient. without taking into account the quantities of carbon accumulated in the TECs on long durations. such as wood and paper which decompose very slowly and accumulate in TECs. The quantity of CH_4 emitted is given by equation 4:

$$Emitted\ CH_4 = MSW_T \times Emission\ coefficient \quad (4)$$

The emission coefficient is given as follows:

$$Emission\ coefficient = MSW_f .MCF.DOC.DOC_f.F.(16/12-R).(1-OX) \quad (5)$$

$$E_{CH4}\ (Gg.yr^{-1}) = MSW_T.MSW_f.MCF.DOC.DOC_f(16/12-R).(1-OX) \quad (6)$$

Where:

ECH_4: the quantity of CH_4 emitted during the inventory year T (Gg.yr-1)MSW_T: the total municipal solid waste generated (Gg year/year)

MSW_f: the fraction of MSW eliminated on the site of landfillMCF: the methane correction factor = (IPCC default value)

DOC: the fraction of degradable organic carbon (food waste. paper. textile and wood)DOCF: the dissimilated DOC fraction

F: the fraction of CH_4 in landfill gas)R: recovered CH_4 (Gg/yr.)

OX: the fractional oxidation factor

IPCC First order decay (FOD Tier 2)

CH_4 emissions from solid waste disposal in a single year can be estimated using equation 7. CH_4 is generated by the breakdown of organic matter under anaerobic conditions. Part of the CH_4 generatedis oxidized in the landfill cover. or can be recovered for energy or flaring. The CH_4 actually emittedby the CETs will therefore be lower than the quantity generated:[1]

$$Emitted\ CH_4 = (\sum CH_{4produit}(x.T)\text{-}R(T)).(1\text{-}OX(T)) \quad (7)$$

Where:

CH_4 Emissions is CH_4 emitted in year T.
GgT: inventory year

X: category of waste or
type/materialR (T) = recovered
CH4 in year T. Gg

OX (T) = oxidation factor of the year T. (fraction)

The CH_4 recovered must be deducted from the volume of CH_4 produced. Only the fraction of CH_4 not recovered will be subjected to oxidation in the surface layer of the CET. Therefore the actualemissions are reflected in the FOD method. The amount of CH_4 actually emitted is therefore lower than that generated.

Degradable organic carbon

Degradable organic carbon (DOC) is organic carbon in the waste that is accessible to biochemical decomposition and should be expressed as Gg C per Gg of waste. The DOC in bulk waste is estimatedbased on the composition of the waste and can be calculated from a weighted average of the degradable carbon content of various components (waste types/materials) in the waste stream. Equation 15 estimates DOC using default carbon content values. Estimates DOC using default carbon content values were determined by equation 8:

$$DOC = 0.4A + 0.17B + 0.15C + 0.3D \quad (8)$$

Where:

A: the fraction is represented by non-recyclable paper and textiles

B: the east fraction of garden waste. park waste or other non-food organic putrescibleC: the fraction of food waste and other biodegradable waste

D: the fraction of waste from wood or straw Fraction

Fraction degradable organic carbon

The fraction of degradable organic carbon that decomposes (DOC_f) is an estimate of the fraction of carbon that is ultimately degraded and released from TEC. It reflects the fact that degradable organic carbon does not degrade. or degrades very slowly. under anaerobic conditions at the sites. DOC_f was calculated using empirical equation 9:

$$0.014\ T + 0.28 \quad (9)$$

T is the annual average temperature in the district where the household waste is located.

LandGem Model

It is a tool that automatically estimates the emission of LFGs from a Microsoft Excel interface. It isbased on the FOD model presented by equation 10:

Where:

Q_{CH4}: annual generation of CH_4 (mg.yr-1)

i = 1 time increment of the year (model index)

n = (year of calculation) – (initial year of waste acceptance)j = 0.1 increment of time of year (model index)

K = CH_4 generation rate constant (year-1)

L_o = potential CH_4 production capacity (m3.Mg-1)

M_i: mass of waste accepted in the i^{th} year (Mg)

T_{ij}: age of the j^{th} slice of mass of waste M_i accepted in the year.

Modified triangular method

Another model also based on the First Order Decay models the gas emission as a function of time but takes into account two types of biodegradable waste. rapidly biodegradable and slowly biodegradable In the absence of detailed data. it is assumed that the volume of The methane emission is identical to that of DM and that the degradation takes place in two phases. Rapidly biodegradable waste is food waste and vegetable waste (garden and park). paper and cardboard which decompose a few days after being buried in the locker and can take up to five years to be completely decomposed. However, Textiles, Rubber, leather and wood are slowly biodegradable. They start decomposing about five yearsafter being landfilled and can last up to 50 years. [10]

The MTM method adapts well to regions where waste data are not adequate. It assumes that waste degradation occurs in two stages:

1st stage: waste degradation begins one year after waste landfill and the rate of gas generation reaches a maximum (peak) during the first six years.

2nd stage: gas production decreases linearly to zero from the 16th year (Figure 1). The gas production model has a triangular shape (Figure1). [7] By assimilating the area of the triangleto the total production of gas. it is possible to calculate the production of methane duringeach of year t + 1 to t + 16. :

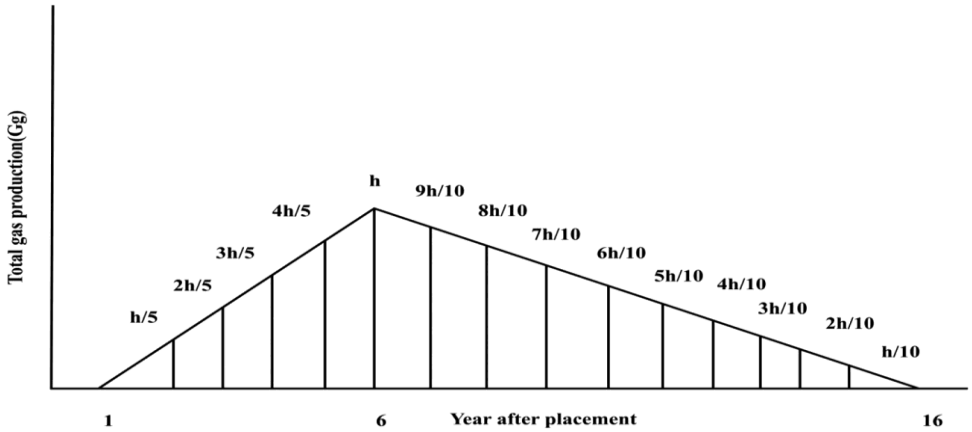


Figure1.triangular form for gas production

3. Results and discussion

Composition of waste

The composition of household waste is influenced by several factors: climate. Life style. Geographical location and the seasons. The table below groups together the results of the physical analysis of household waste.

Table2. Compositions of household waste in the city studied.

	Organic matter	Paper/cardboard	Plastics	Metal	Textile	Glass	Wood	Other
Algiers	54	13.4	16.4	1.7	11.6	1.7	0.1	1.1

We note that at the level of the large coastal cityAlgiers; the organic matter (fermentable) oscillates between 50 and 60% .

Textile is important in Algiers because of the existence of the textile industry.

Evaluation of the quantities of methane generated by the different models

Levels 1 and 2 were used for the two IPCC models. taking into account the specific data relating to MSW. The application of equations 8 and 9 requires knowledge of the parameters related to the characterization and type of waste. the quantities buried. the correction factor. certain practices at the

CET level. The input parameters values (input) MSW_T. MSW_f. MCF. DOC. DOC_f. F. R and OX weretaken by default (IPCC-DM) or calculated (IPCC-FOD). They are presented in Table 3.

The COD values in IPCC-FOD are taken by default.

Table3. Input parameters for IPCC-DM and FOD models

Landfills	MSW_f		MCF		DOC		DOC_f			F		R		OX	
	DM	FOD	DM	FOD	DM	FOD	DM	FOD	DM	FOD	DM	FOD	DM	FOD
Algirs	0.7	1	1	1	0.14		0.77	0.5	0.5	0.5	0	0	0.1	0

Results of the evaluation of the quantities of methane by the different models

Our study began from 2011 until 2021 for all CETs and landfills. During this period. detailed data on the quantities of waste deposited from 2011 to 2021 were available; therefore. the models could be calculated. Waste entering landfills is not properly disposed of and in some places aerobic conditions may be provided due to inadequate coverage. Therefore. the impact factor of 0.7 is taken into account for waste contributing to gas production. The respective methane emissions by the IPCC-DM. IPCC- FOD. LandGem and MTM models are shown in Table 3.

Table4. Assessment results

		IPCC-DM	IPCC-2006	LandGem	MTM
	CH4 Quantity (2010-2021) Gg	2772.4	2624.8	1339.2	1404.986
Algiers	Peak		105.31	74.6	53.8
	Peak Year		2041	2032	2022

This increase is attributed to the variation in the composition of household waste and the quantities deposited. age. high content of degradable organic carbon. humidity. presence of oxygen. precipitation. content and the temperature in the anaerobic zone of the landfill. the quality of the site cover and the type of landfill.

Estimated values from 2010 to 2021 are consistent with IPCC-DM > IPCC-FOD > LandGem > MTM.This is in agreement with most of the results found in the literature.

This difference lies in the fact that the quantities of CH_4 increase the first twenty years of methane production and tend to be zero between 2070 for the IPCC and the LandGem. For the MTM model.the quantity tends to be zero after 2058.

IPCC-DM method is based on the assumption that the potential methane is emitted during the same years since the opening of the site for which solid waste is deposited each year. which may notbe realistic. This method gives higher emission value than FCC IPCC. Indeed. this increase results from any change in the amount of litter which is immediately reflected in the IPCC-DM results. while the the degradation process of organic matter in landfills. as more data is needed. In addition. each model assumes a different decomposition rate for biodegradable organic waste. On the other hand. the valuesestimated using the MTM method can give a realistic value because they are based on the assumption that the gas generation follows the triangular shape and the gas will continue to generate for the next 15 years. . Every year. methane is generated due to the waste deposited over the past 15 years.

Total landfill gas

The LandGem model was also used to estimate carbon dioxide. methane and non-methane organic compounds (NMOC) as landfill gases. The calculation is based on the CH_4 yield (L_o). the methane generation rate k and the NMOCs. However. the latter do not affect the estimate (below 1%) because the LandGem model assumes that methane and CO_2 represent almost all of the emissions from landfillgases. Table 5 summarizes the landfill gases obtained by LandGem with the years of peak emissions.

Table5. Landfill gas obtained by LandGem

	LFG	CH4	CO2	NMOC	Peak year
Algiers	279	74.5	204	3.2	2032

Energy potential

The electrical energy production potential can be estimated during the production of electrical energy each year (kWh/year) from the methane emitted from 2010 until 2021. Thus. the mass of CH4 (Gg) obtained from the 2 models (MTM: minimum and IPCC-2006: maximum) was converted into volume (m3). The national energy recovery potential in GWh from 2010 to 2021 is between 5011.51184 and 9362.64014. The results are grouped in Table 6 together with the values obtained from the production peaks and their years.

Table6. Energy potential

	Parameters	Min	Max
	Energy potential (2010-2021) (gwh)	1196163.85	1487849.08
Algiers	Peak	192030.27	305 064.23
	Peak year	2022	2032

1. Conclusions

The operation of technical landfills has led to a marked improvement in the disposal of solid household waste in these municipalities. This study first made it possible to assess the quantities of CH_4 and CO_2 emitted and the equivalent CO_2 following the degradation of the organic matter stored inthese technical landfills. And in a second place we estimated the energy potential in the case of a recovery in electricity. The validity and success of such a study depends largely on the precise estimation of these gases produced and the models applied with the introduction of data quality and adequate parameters of household waste. For this assessment to be representative and validated, field measurements are essential and essential to propose the most appropriate model or combination of models. The methodology presented can help decision-makers to assess the potential energy production from household waste and the installations to be installed. These estimates indicate that methane can be recovered as an economical energy source and significantly reduce the greenhouse effect. This work concludes that all the models predict higher methane emission estimates than those measured on site.

References

[1] A. Addou. Développement durable traitement des déchets valorisation élimination. EEllipses.France.2009

[2] H.Oonk. Efficiency of landfill gas collection for methane emission reduction. Greenhouse gasmeasure. *Waste Management* 2 (2–3):129–45. 2012. doi:10.1080/20430779.2012.730798.

[3] IPCC. User's Manual Landfill Gas Emissions Model. Vol. 5 Waste. Version 2.0. Geneva. Switzerland. Estimation of methane emission rate changes using age defined waste in a landfill site.*Waste Management* 33:1861–69.2006. doi:10.1016/j.wasman.2013.05.011.

[4] I.S.Abdelli. M. Asnoune. Z. Arab. F. Abdelmalek. and A. Addou. 2015. Management of householdwaste in sanitary landfill of Mostaganem district (Western Algeria). The Journal of Material Cycles and Waste Management. 2015 doi: 10.1007/s10163-015-0415-6.

[5] Afvalzorgv. MS excel sheet of the multiphase landfill gas generation and emission model. versionApril 2014. Holding Accessed June 2. 2014. http://afvalzorg.nl/EN/Landfillsites/Emissions-management/Methane.emissions/Download_MLGGR_Model.aspx.

[6] U. S. EPA. User's manual. Landfill gas emissions model. Version 3.02. (US EPA600/R-05/047)United States Environmental Protection Agency. 2005.

[7] Kumar. S.. A. N. Mondal. S. A. Gaikwad. S. Devotta. and R. N. Singh. Qualitative assessment ofmethane assessment inventory from municipal solid waste disposal sites: A case study. *Atmospheric Environment*38:4921–29.2004. doi:10.1016/j.atmosenv.2004.02.057.

[8] Ademe. 1999. Composition des ordures ménagères en France (données et référence). pp.60 .1999.

[9] IPCC. Intergovernmental panel on climate change. Guidelines for National Greenhouse gasinventories: Reference manual. Chapter 6: Waste. 1996.

[10] Tchobanoglous. G.. H. Thiessen. and S. Vigil. *Water resources and environmental engineering*.New York:McGraw-Hill. 1993.

EVALUATION OF THE IMPACT OF THE EUROPEAN GREEN DEAL ACT ON THE GREEN ENERGY TRANSITION OF TURKEY BY THE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS MODEL

Ata ÇAĞ

İstanbul Bilgi University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Energy Systems Engineering, İstanbul, Turkey
https://orcid.org/0000-0003-4958-4951

Batuhan TELCİ

İstanbul Bilgi University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Energy Systems Engineering, İstanbul, Turkey
https://orcid.org/0000-0001-6939-7892

Okan BATIR

İstanbul Bilgi University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Energy Systems Engineering, İstanbul, Turkey
https://orcid.org/0000-0002-3864-224

Füsun TUT HAKLIDIR

İstanbul Bilgi University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Energy Systems Engineering, İstanbul, Turkey
https://orcid.org/0000-0002-9469-8870

ABSTRACT

For today's humans, energy is the most crucial source of life. For this reason, from the past to the present, energy consumption has increased in tandem with technological advancement and population growth. Unfortunately, a major portion of energy is still produced from fossil fuels. It has submitted the European Green Deal to the European Union for the continuation of this earth that keeps us alive, clean energy, and a sustainable future.

The goal of this study is to investigate and conclude on the appropriateness of Turkey's contributions to energy production and energy transformation in line with the European Green Deal using the Analytical Hierarchy model. The research also focuses on the deal's impact on Turkey, Turkey's compliance with the Deal, and Turkey's present and future objectives. Within the scope of the study, the opinions of energy specialists created using the SWOT analysis and Analytical Hierarchy Process Method are gathered, and Turkey's standing as a candidate for inclusion in the European Green Deal is assessed. According to the study's overall conclusion, all stakeholders, including the government, should expand renewable energy in Turkey, do their part, and progressively reduce our reliance on fossil fuels. The essential incentives should be maintained in this context, and economic stability should be assured. On the other hand, it is expected that in order to undertake all of these investments, the legal framework must be maintained, and the appropriate funds allocated. In other words, Turkey will go a long way in the right direction with its preparations, in addition to being a highly ideal country for the European Green Deal in general.

Keywords: *European Green Deal, Türkiye, Renewables, SWOT, AHP*

1. INTRODUCTION

The world we live in is always evolving and recreating itself. This was true before the existence of humans, and it will continue to be true in the future. First and foremost, in terms of the globe's climatic conditions, if the earth had not been touched by human hands, it would still have clean air, pure water resources, and a clean environment (Ahrens, 1994).

In this regard, humanity has hurt the world and the ecosystem via its ideas and inventions, particularly the industrial revolution that began in England (A. Bayar, 1994). This revolution, also known as the industrial revolution or the industrial revolution, was the catalyst for people to build their economy via the usage of steam engines. The thermal energy contained in steam is converted into mechanical energy by steam engines. If these devices are not regulated, they emit a large amount of CO_2 into the environment. With the advent of the industrial revolution, the use of steam-powered machinery on land, sea, and airways has risen. With this

revolution, many firms began mass production and lost control of the toxic gases they discharged into the environment, resulting in the greatest amount of carbon emission in the atmosphere. Coal, natural gas, and oil combustion all emit carbon dioxide into the environment. Because of the abundance of sulfur, nitrogen, and other gases, particularly CO_2 , in the atmosphere, it absorbs the sun's rays and prevents them from reaching the earth's surface.

These circumstances contribute to the global greenhouse effect. Because of the greenhouse effect, energy in the planet has a difficult time returning to the atmosphere. It also stops the earth from returning the energy it receives to the atmosphere. As a result, the greenhouse effect happens on a global scale, causing climate change. Climate change is regarded as one of today's most serious issues. The rise in sea level and the rise in global temperature caused by climate change both contribute to the disruption of nature's equilibrium and the extinction of millions of species in our globe. The whole ecosystem has been harmed as a result of these damages, and all of the things that humans do for their personal profit will have a negative impact on them; the most significant of these damages are agriculture and biodiversity.

Today, with the influence of expanding population, preventing a growth in demand in the food industry has become increasingly challenging. Due to rising demand, the food industry, on the other hand, aspires for quick production in a variety of fields. Agriculture is the most commonly used field in this regard. Unfortunately, chemical spraying and fertilization are becoming more common in agriculture. Carbon emissions from manufacturing, pesticide usage, and the selling of antimicrobial medications all have a negative impact on agriculture and biodiversity. Chemically, the soil absorbs the nutrients that it should acquire naturally under normal conditions. The major goal of utilizing the chemicals is to reduce time while getting the most out of the soil where the plant is placed. Perhaps, it may received the maximum output from the cultivated land for a while, but it will be hard to reuse the utilized land in the future, or we will have to wait a long period for it to rectify itself. These chemicals also contaminate water sources and contribute to the continuous buildup of nitrous oxide in the atmosphere. When we consider water resources and unconscious drug use, we can see how it diminishes biodiversity by negatively influencing the lives of living fish, microbes, and living things (such as mice, mosquitoes, ticks, and worms) on agricultural fields. When it comes to agriculture and biodiversity, for example, Türkiye is a country that may stand out. Nevertheless, excessive factoring in Türkiye a lack of factory supervision, and the unintentional use of pesticides are causing Türkiye's decline and harm in terms of agriculture and biodiversity (E. İNCE, 2020). In general, if we look at Türkiye, we can see that it was dealing with and studying these concerns more slowly than the world's growing and developing countries. As time passes, Turkey recognizes the significance of the issues and is participating in several agreements to find answers, as well as dealing with them through its policies. It ratified the Paris Agreement with 175 other nations on April 22, 2016. In reality, this pact aspires for long-term development and poverty elimination. The agreement's long-term purpose is to strengthen climate resilience, reduce carbon emissions, and safeguard food production (Paris Agreement, 2016). On the other hand, the Kyoto Protocol was approved by the Turkish Grand National Assembly's General Assembly on February 5, 2009.

This protocol intends to reduce greenhouse gas concentrations in the atmosphere, hence reducing climate impact. These are global issues that affect both the rest of the globe and Turkey. In fact, in a way, countries failed to realize the damage they caused to the environment in order to gain economic power. With the advancement of technology, countries are polluting the environment more. To address these issues, we must look at the European Green Deal, which is a proposal and agreement proposed by European Commission. The European Green Deal targeted the following topics in particular: biodiversity, farm to fork, clean energy, sustainable industry, building and renovation, sustainable movement, and pollution removal.

The aim of this study is to evaluate of the effects of the European Green Deal on Turkey’s energy transition. The targets of European Green Deal are explained in the study. The road maps and plans were explained about the solution of carbon emissions, agriculture, biodiversity and sustainable economy problems, which are major problems in the world. The study is also pointed out the effect of this agreement on Turkey, adaptation of Turkey to the agreement and Turkey's current and future plans. In the scope of the study, Turkey's status tried to be integrate to the European Green Deal is evaluated by taking the opinions of energy experts preparing by SWOT analysis and Analytical Hierarchy Process Method. Based on the experts opinions, the most important criteria are tried to reveal for Turkey’s energy transition in near future.

2. METHODOLOGY OF THE STUDY

In the first stage of the study, the study team determined the parameters that are strengths, weaknesses, opportunities and threats to achieve Turkey's Green Accord renewable energy and decarbonization targets. Then, in order to use the AHP methodology, the criteria determined in the SWOT analysis were asked to be evaluated by 5 energy experts in order of importance.

2.1 SWOT Analysis

SWOT (Strength, Weakness, Opportunities, Threat) analysis, one of the most basic techniques of strategic management, provides simultaneous examination of both internal and external frameworks for an organization or plan. In SWOT analysis, internal due diligence tries to get answers by focusing on the strengths and weaknesses of the organization or plan. While evaluating the external scenario, the opportunities that may be encountered and the available opportunities are examined. In addition, the threats that may face the plan are tried to be evaluated. SWOT analysis is a technique used to assist decision making processes that are created using a methodical approach.

In other words, the most basic purpose of SWOT analysis is to develop the most efficient strategy by paying attention to the opportunities, threats, strengths and weaknesses that exist and can be discovered. It can use SWOT analysis in many different fields. For example, a human resources worker might use it to evaluate candidates when hiring. Apart from this, SWOT analysis can be used in some innovations and technological changes that will be made for the country or society. In other words, it is a type of analysis that can be used to determine the strategy and see how beneficial the European Green Agreement can be for Turkey or how many problems it may face. (W. KENTON, March 29, 2021)

2.2. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Professor Thomas L. Saaty established the Analytical Hierarchy Process (AHP) in the 1970s as a decision-making process for tackling complicated situations with various criteria. Decision makers can use AHP to model complicated problems in a hierarchical structure that displays the relationship between the problem's main purpose, criteria, sub-criteria, and alternatives. The decision maker can include both objective and subjective thinking in the decision process, which is the most essential characteristic of AHP. In other words, AHP is a strategy for logically combining an individual's knowledge, experience, thoughts, and intuitions. AHP offers a wide range of applications and is successful in a variety of decision-making situations. In several studies, AHP is combined with operations research approaches such as integer programming, goal programming, and dynamic programming. (H. Nurwarsito, October 2016)

AHP is a decision-making process that involves defining criteria and options and analyzing them one-by-one to reach a certain goal. It can state that determining the objectives, basic criteria, and alternatives, defining them in a hierarchical order, especially the objectives, comparing the criteria and alternatives, and arriving at a conclusion. As generally three pillars support AHP. These;

1) Establishing hierarchies

2) Determination of benefits

3) It follows a logical and numerical pattern.

A hierarchical order is used to identify the purpose, criteria, and alternatives. All of the pieces in this arrangement are linked together. It's easy to see how any one of them could modify the order. In decision-making, a large amount of data is gathered in this way, allowing for comparisons between components that appear to be different. Certain activities from this order are used to gain advantages. These procedures must be conceptually and quantitatively sound. The pieces that make up the hierarchy are compared in pairs using a nominal scale. A comparison matrix is created by calculating comparisons. The eigenvector of the matrix is the link between the mathematical operations and the various aspects of the hierarchy. The eigenvector is used to determine whether the comparative matrix's consistency ratio is appropriate (R. Whitaker, 1987).

Step I- Creating the Hierarchical Structure: At this step, a hierarchical structure must be established, as well as its goal, criteria, and alternatives. As a result, the impacts of higher-level members on lower-level members may be observed more clearly.

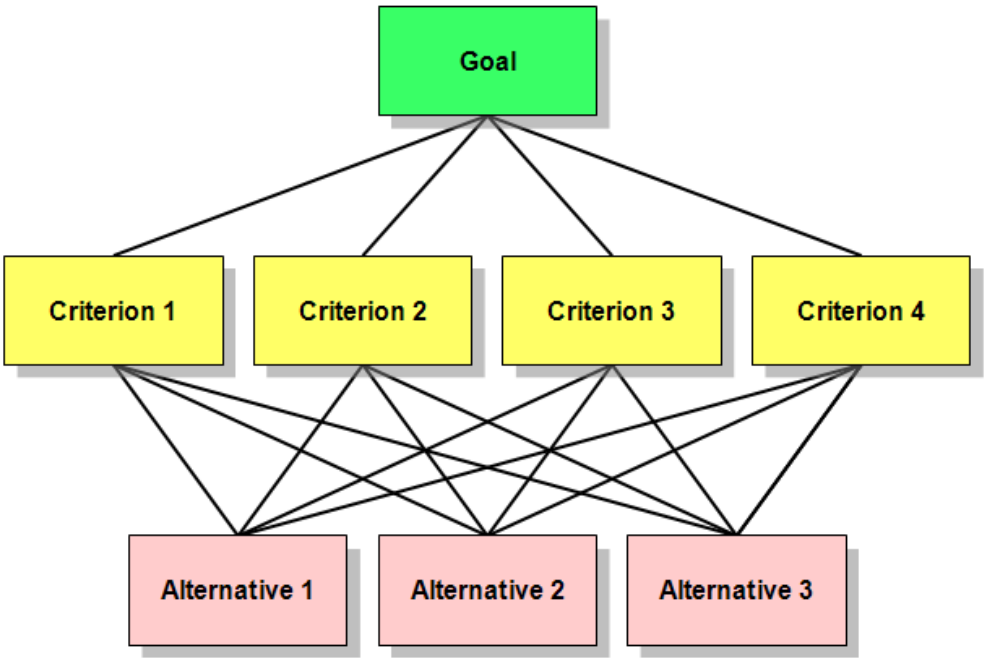


Figure 1 Depicts the Specified Structure

Step II- Determination of Weights and Creation of Binary Comparison Matrix: The pairwise comparisons matrix is the second phase of AHP. The relative relevance of each criterion is computed after the hierarchical structure has been created. Only a pairwise comparison can reveal the relative relevance of the criteria. The decision maker's expertise and knowledge are used to conduct pairwise comparisons. Figure 3 shows the pairwise comparison matrix for the criteria.

Criterias - Comparison Matrix					
	Criteria 1	Criteria 2	Criteria 3	…	Criteria n
Criteria 1	1	C 12	C 13	…	C 1n
Criteria 2	C 21	1		…	C 2n
Criteria 3	C 31	C 32	1	…	C 3n
…	…	…	…	1	…
Criteria n	C n1	C n2	C n3	…	1

Figure 2 Creating a Pairwise Comparison Matrix for the Criteria

After the hierarchy has been built, it is required to compute how many times more significant the criteria are in comparison to one another (relative significance degrees). The decision maker uses a 1-9 scale to evaluate the relative value of the criterion. The 1-9 scale used in pairwise comparison is shown in Figure 2.

Level of Importance	Definition
1	Equal importance
2	Weak
3	Moderate importance
4	Moderate plus
5	Strong importance
6	Strong plus
7	Very Strong or demonstrated importance
8	Very, very strong
9	Extreme importance

Figure 3 Scale 1-9 Used in Pairwise Comparison Method

After establishing a comparison matrix and assigning numerical values to the criterion using the table in Figure 3, the relative relevance levels between the criteria must be calculated. Saaty's eigenvector approach is the best way to compute relative significance in a pairwise comparison matrix.

Step III- Determining the Criteria's Importance Values and the Appropriate Alternative: There are two kinds of criteria. These are local value and global values. Local values are the main priority criteria because local values are the highest criteria in the hierarchy. Global values are multiplied by the local priority of the criterion and the priority of the top-level criterion. On the other hand, in order to list the alternatives, the weight values of each sub-criterion used to evaluate the alternative and the preference values of the alternatives are calculated by multiplying that sub-criterion. As a result, whichever alternative has the highest weight becomes the alternative that should be chosen during the decision-making phase (İ. F. GÖKTÜRK, 2008).

2.3. Integrated SWOT-AHP Approach

The SWOT analysis' strengths, weaknesses, threats, and opportunities are not ranked in order of significance. This deficit is treated with the AHP technique. It analyzes the assessment elements in order to rank the things discovered by the AHP and SWOT analysis. As a result, the SWOT analysis is transformed into a hierarchical structure, integrated, and examined.

The goal of employing this transition is to rank the SWOT analysis in a logical manner. This approach should be followed in three steps:

-The first stage is to construct a list of the SWOT analysis' strengths, weaknesses, threats, and opportunities.

-Compare the factors in each category and deal with the most important ones as a second phase.

- Finally, include the things identified in the SWOT group into the AHP process.

In a nutshell, the AHP method's main goal is to carefully examine the components that show in the SWOT analysis and proportionate the dominant factors (O. Bakır, 2021).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 SWOT Analysis of Turkey's Adaptation to the European Green Deal

Different parameters were included for each factor in the SWOT analysis. For example, questions such as which characteristics are valuable for strengths, which issues are difficult for weaknesses, what are the characteristics that will benefit the situation for opportunities, and which situations may have a bad effect on the way forward for threats were asked.

With a deep research on the question of these questions, the results in Table 1 have been revealed.

Strength	Weakness	Opportunity	Threat
S1. The current edible infrastructure of Turkey and the YEKDEM incentives **S2.** New regulations made by the state to increase the number of renewable energy plants in Turkey. **S3.** The Ministry issued an I-REC (the International Renewable Energy Certificate) to industrial producers in Turkey to help reduce carbon emissions **S4.** Having an action plan prepared by Turkey in 2021 **S5.** To have goals for the 2050	**W1.** Failure to perform energy storage **W2.** Meeting Turkey's energy needs with a high proportion of coal **W3.** Economic crisis **W4.** Industry needs cheap electricity **W5.** The use of natural gas is still more intensive	**O1.** Turkey's export level with Europe is very high **O2.** Turkey has a high potential in terms of renewable energy sources **O3.** Intensive installation of charging stations for electric vehicles **O4.** Turkey is at the forefront of the world in the production of solar panels **O5.** The current government's support for renewable energy sources **O6.** The possibility of using geothermal and biomass energy in heating is high	**T1.** Political fluctuations in the World **T2.** Sudden climatic changes **T3.** Dryness in the country **T4.** Unclear government incentives to renewables after 2025 **T5.** Upward trend in inflation rates

Table 1. SWOT Analysis of Turkey's Adaptation to the European Green Deal

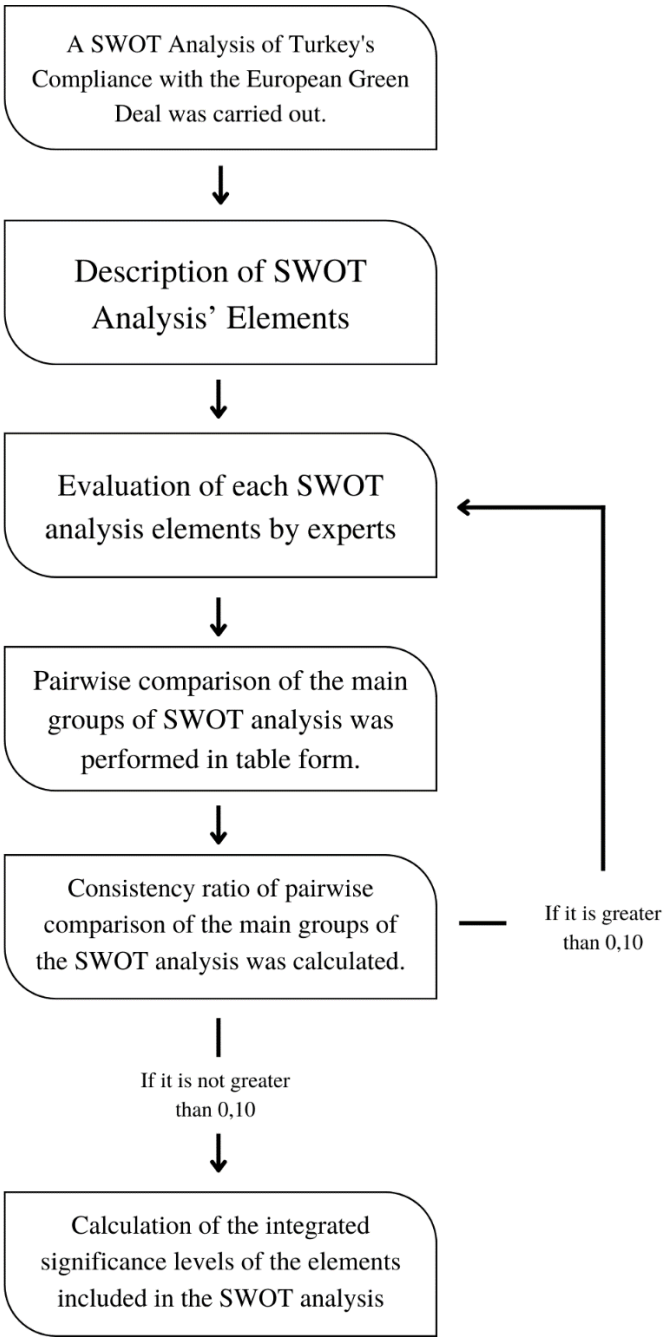


Figure 4 Flow Chart of Valuatıon of Turkey's Adaptation to the Green Deal Act

The aim of the study is to start with a SWOT Analysis of Turkey's Compliance with the European Green Deal, and then description the elements of the SWOT analysis that follow as can be seen from the Figure 4. After these were completed, each SWOT analysis element was asked to be evaluated by experts. At the end of this evaluation, pairwise comparison of the main groups of SWOT analysis was made in the form of a table and the consistency ratio of pairwise comparison of the main groups of the SWOT analysis was calculated. If the consistency ratio result is found to be above 0.10, each SWOT analysis element should be re-referenced to the evaluation section by experts. After finding the result below 0.10, finally, calculation of the integrated significance levels of the elements included in the SWOT analysis is performed.

3.2 Experts's Analyses

First and foremost, the matrix in Table 2 is the outcome of computing the geometric mean of the five expert comparisons of the primary groups in the SWOT analysis. At this point, decision makers believe that it is vital to focus on the strengths and possibilities in Europen Green Deal while developing plans.

The step of calculating the important levels of the components in each group began after the values for the major group comparisons and the matrix consistency ratio were determined.

	S	W	O	T	Importance
Strengths (S)	1,00	3,00	1,00	5,00	0,40
Weaknesses (W)	0,33	1,00	0,33	3,00	0,16
Opportunities (O)	1,00	3,00	1,00	3,00	0,36
Threats (T)	0,20	0,33	0,33	1,00	0,08
CR=0,04					

Table 2. Pairwise Comparisons of SWOT Analysis Main Groups

Taking into account the local weights of the five components in the SWOT analysis's Strengths group; The current edible infrastructure of Turkey and the YEKDEM incentives has significiantly higher value of %43, New regulations made by the state to increase the number of renewable energy plants in Turkey is the second major issue, with a value of 23%, Having an action plan prepared by Turkey in 2021 have 12% numeric values, The Ministry issued an 50.

I-REC (the International Renewable Energy Certificate) to industrial producers in Turkey to help reduce carbon emissions and to have goals for 2050 have 11% numeric value.

Strengths	S1	S2	S3	S4	S5	Importance
S1	1,00	3,84	5,16	3,47	1,95	0,43
S2	0,26	1,00	3,16	2,63	1,99	0,23
S3	0,19	0,32	1,00	1,67	1,37	0,11
S4	0,29	0,38	0,60	1,00	1,93	0,12
S5	0,51	0,40	0,75	0,80	1,00	0,11
CR=0,10						

Table 3. Pairwise Comparisons of Strengths Factors

The local weights of the five variables that comprise the Weaknesses are as follows: Industry needs cheap electricity significantly hihgest value of 30%, the use of natural gas is still more intensive is the second big problem with 26% value, economic crisis is the thirdly big problem with 23% value, failure to perform energy storage and meeting Turkey's energy needs with a high proportion of coal factors have 6% - 15% numeric values.

Weaknesses	W1	W2	W3	W4	W5	Importance
W1	1,00	0,52	0,33	0,19	0,20	0,06
W2	4,17	1,00	0,30	0,45	0,74	0,15
W3	3,06	3,32	1,00	0,47	0,87	0,23
W4	5,19	2,22	2,14	1,00	0,81	0,30
W5	4,43	1,35	1,15	1,24	1,00	0,26
CR=0,07						

Table 4. Pairwise Comparisons of Weaknesses Factors

The local weights of the six factors in the Opportunities group are; Turkey has a high potential in terms of renewable energy sources has the highest value with %37, the possibility of using geothermal and biomass energy in heating is high has the %22 value, Turkey is at the forefront of the world in the production of solar panels and the current government's support for renewable energy sources have same % 15 value, Turkey's export level with Europe is very high and intensive installation of charging stations for electric vehicles have factors are 9% - 11% numeric values.

Opportunities	O1	O2	O3	O4	O5	O6	Importance
O1	1,00	0,31	1,11	0,54	0,55	0,26	0,09
O2	3,20	1,00	3,90	3,05	2,45	1,40	0,37
O3	0,90	0,26	1,00	0,87	0,78	0,47	0,11
O4	1,86	0,33	1,00	1,00	0,86	1,15	0,15
O5	1,81	0,41	1,29	1,16	1,00	0,72	0,15
O6	3,82	0,71	1,64	0,87	1,38	1,00	0,22
CR=0,01							

Table 5. Pairwise Comparisons of Opportunities Factors

The local weights of the five factors in the Threats group are as follows; Dryness in the country and unclear government incentives to renewables after 2025 have factors are 33% - 25% numeric values, Sudden climatic changes and upward trend in inflation ratesfactors have %16-%17 values, political fluctuations in the World is the lowest 9% numerical number.

Threats	T1	T2	T3	T4	T5	Importance
T1	1,00	0,90	0,24	0,28	0,52	0,09
T2	1,11	1,00	0,80	0,70	0,70	0,16
T3	4,13	1,25	1,00	1,87	2,17	0,33
T4	3,55	1,43	0,53	1,00	1,89	0,25
T5	1,93	1,43	0,46	0,53	1,00	0,17
CR=0,04						

Table 6. Pairwise Comparisons of Threats Factors

Analysis Group	Group Significance	Factors in Groups	Local Weight	Global Weight
Strengths	**0,40**	The current edible infrastructure of Turkey and the YEKDEM incentives	**0,43**	**0,172**
		New regulations made by the state to increase the number of renewable energy plants in Turkey.	**0,23**	**0,091**
		The Ministry issued an I-REC (the International Renewable Energy Certificate) to industrial producers in Turkey to help reduce carbon emissions	**0,11**	**0,045**
		Having an action plan prepared by Turkey in 2021	**0,12**	**0,046**
		To have goals for 2050	**0,11**	**0,045**
Weaknesses	**0,16**	Failure to perform energy storage	**0,06**	**0,010**
		Meeting Turkey's energy needs with a high proportion of coal	**0,15**	**0,024**
		Economic crisis	**0,23**	**0,037**
		Industry needs cheap electricity	**0,30**	**0,049**
		The use of natural gas is still more intensive	**0,26**	**0,041**
Opportunities	**0,36**	Turkey's export level with Europe is very high	**0,09**	**0,032**
		Turkey has a high potential in terms of renewable energy sources	**0,37**	**0,131**
		Intensive installation of charging stations for electric vehicles	**0,11**	**0,038**
		Turkey is at the forefront of the world in the production of solar panels	**0,15**	**0,054**
		The current government's support for renewable energy sources	**0,15**	**0,055**
		The possibility of using geothermal and biomass energy in heating is high	**0,22**	**0,079**
Threats	**0,08**	Political fluctuations in the World	**0,09**	**0,008**
		Sudden climatic changes	**0,16**	**0,013**
		Dryness in the country	**0,33**	**0,028**
		Unclear government incentives to renewables after 2025	**0,25**	**0,021**
		Upward trend in inflation rates	**0,17**	**0,014**

Table 7. Integrated Significance Ratings of the Factors Included in the SWOT Analysis

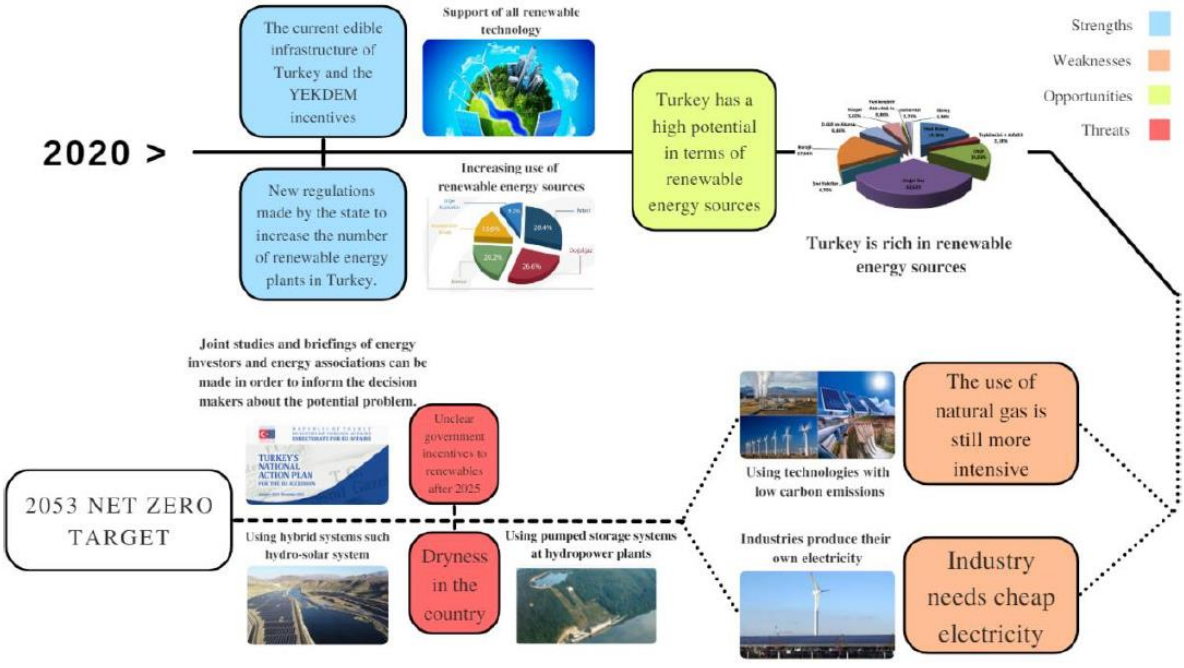


Figure 5 Turkey's 2053 Decarbonization Path

Based on the data obtained, it can be observed that YEKDEM incentives, which are one of the two most important elements of strengths, support the use of all renewable energy technologies as seen in Figure 5. New regulations to increase renewable energy plants, which are another important item, can be observed with the increasing use of renewable energy technology throughout the country. In addition, when looking at the opportunities section, the fact that Turkey is rich in renewable energy sources supports the strengths contained in the diagram.

But besides the substances mentioned above, the weaknesses that will affect these substances should not be overlooked. One of the two most important weaknesses is that the use of natural gas, which is one of the most important substances, is still at higher levels. As a solution to this issue, it was considered to increase the use of technologies with low carbon emissions. Another of the most important weaknesses is that the industry cannot meet the need for cheap electricity. For this element, it was thought that industrial places can be solved by producing their own energy using renewable energy technology. However, there are two important threats to the solution of weaknesses that will pose problems. One of them is that government incentives for renewable energy sources after 2025 are in an uncertain state. As a solution to this threat, it was considered to inform energy investors and energy associations of their joint work in order to inform decision-makers about the possible problem. Another is the danger of drought, which increases in the country from day to day. The solution to these threats has been considered as the use of hybrid systems such as the hydro-solar system and the use of pumped storage systems in hydroelectric power plants.

With the 2053 net zero emission target can be progressed steadily by continuing to support the strengths and opportunities of this process starting from 2020, and creating solutions to the weaknesses and threats aspects of the 2053 net zero emission target.

CONCLUSION

As a result, the first aims are to finish the major parts of this process by 2030 and to begin preparing for 2050, when all of the agreement's goals will be met. Turkey, on the other hand, should make rapid development in the field of renewable energy in order to have clean energy, a sustainable economy, and to meet the goal of lowering carbon emissions. Turkey has a distinct edge over many other countries in this regard due to its geographical location's aptitude for renewable energy sources. Turkey must enhance its use of renewable energy resources, which have a major impact on the globe, cause climatic disruptions, hurt agriculture and wildlife, and provide benefits in every way against global warming and high carbon emissions.

Today, with the advancement of technology and the calculations that can be performed, it is evident how exact the method we are progressing is. It will be a road plan that is compatible with these transformation policies, stimulates green investments, helps to global value chain change, and so supports value-added manufacturing. A SWOT analysis was performed to determine the strong, weak, opportunity, and danger scenarios of the European Green Deal's implications on Turkey. The resultant matrix computations were then converted to numerical values for use with the AHP analysis technique. The purpose of this study was to identify the criteria with the most weight among the criteria reviewed by experts and the notable criteria. The SWOT analysis was then turned into a hierarchical structure, and the AHP analysis was used to solve the model.

When the digitized values of the SWOT analysis elements in the AHP technique are reviewed, the "strengths" factor comes in first, followed by the "opportunities" component. This finding is an important indicator that Turkey's integration into the European Green Agreement can move forward more quickly with the incentives it provides and the action plan it has developed, and that Turkey's geographical location, export level with Europe, and the country's position at the top in the production of renewable energy technologies such as solar panels. On the other hand, the Republic of Turkey is integrated into the agreement due to the "weaknesses" factor in third place and the "threat" factor in last place, the fact that the majority of our electricity production is met by fossil fuels, the high cost of electricity used in industry, the problem of energy storage, and the economic crisis. This situation places a stone on his path of existence. Furthermore, the government's dubious incentives for renewable energy sources, as well as an increased trend in inflation rates that cannot be reversed, harm this course. Aside from this, the influence of political volatility, which is a global issue, does significant damage.

REFERENCES

Ahrens,D.C.,Meteorolgy Toda, An Introduction to Weaher, USA: West Publishiing Company, 1994.

A. Çağ, B. Telci, & O. Batır, EVALUATION OF THE IMPACT OF THE EUROPEAN GREEN DEAL ACT ON THE GREEN ENERGY TRANSITION OF TURKEY BY THE AHP MODEL, June 2022.

Bayar, Küresel Çevre Problemleri, Ankara: Özkan matbası, 1994.

E. İNCE, UFUK 2020 AVRUPA, TÜRKİYE-DANİMARKA: DEİK, 2020.

Paris Agreement, New York, 2016.

H. Nurwarsito, «Analytic Hierarchy Process (AHP) Method for The Winner of e-Procurement Determination,» October 2016.

İ. F. GÖKTÜRK, TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİNDE BULANIK AHP UYGULAMASI, KOCAELİ, 26 MAY 2008.

M. Habboub, AHP for ArcGIS 10.x using Python.

O. Bakır, RENEWABLE ENERGY STATUS OF TURKEY AND THE FUTURE ASPECT, AUGUST 2021.

R. Whitaker, «The Analytic Hierarchy Process – What It Is and How It Is Used,» December 1987.

W. KENTON, March 29, 2021.

NET-SIFIR KARBON EMİSYON SENARYOLARINA ve HEDEFLERİNE GÖRE TÜRKİYE'NİN POTANSİYELİ ve VİZYONU

Yalım GÜLTEKİN

Başkent Üniversitesi, Anadolu Organize Sanayi Bölgesi Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Ankara Turkiye
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5868-0166

Özet

Enerji insan hayatını yönlendirir. Ancak, yenilenemeyen enerji (fosil yakıtlar – kömür, petrol, gaz gibi) tüketiminden kaynaklanan antropojenik GHG emisyonları (GHGe), özellikle CO2 ve insan kaynaklı küresel ısınma, son yıllarda yoğunlaşan iklim değişikliğinin kaynağı olduğu kabul edilmektedir.Böylece Birleşmiş Milletler, 1992 yılında İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) ile kısmen atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını stabilize ederek "iklim sistemine tehlikeli insan müdahalesi" ile mücadele etmek için uluslararası bir çevre anlaşması oluşturdu. 1997'de imzalanan ve 2005'ten 2020'ye kadar sürmesi planlanan Kyoto Protokolü, UNFCCC kapsamındaki önlemlerin ilk uygulamasıydı. Kyoto Protokolü, 2016 yılında yürürlüğe giren Paris Anlaşması ile yürürlükten kaldırılmıştır. Paris Anlaşması'na göre sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelere kıyasla 2°C, tercihen 1,5°C ile sınırlamak için CO2 emisyonlarının 2050 civarında "net-sıfır"a düşürülmesi gerektiğine karar verildi.

1990 yılından bu yana, Birleşmiş Milletler'in 1989 yılında kurulan hükümetler arası bir organı olan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) özel raporları, küresel tepkiyi güçlendirme bağlamında küresel ısınma ve küresel GHGs, iklim değişikliğinin etkileri hakkında yayınlamaktadır. Bu amaçla, IPCC Çalışma Grubu III, 2000 Özel Raporunda, sera gazlarının salınımını azaltmaya ve sera gazlarından kaynaklanan mevcut ve gelecekteki iklim değişikliğine uyum sağlamaya yönelik dört senaryo öngörülmektedir. Bunlardan üçü Karbon Yakalama ve Depolama (CCS) teknolojilerinin kullanımını içerirken, diğeri net sıfır CO2 emisyonunu ve küresel enerji geçişinde yenilenebilir enerjinin (YE) kullanımını ve YE'nin verimliliği için yerleşim ve bina ölçeğindeki mekânsal stratejilerini içerir. Bu bildiri kapsamında, ilgili ve detaylı çalışmalarda bu senaryoların nasıl değerlendirildiği ve 2022 yılında 6 çalışma grubu ile IPCC'nin nasıl yeniden ele alındığı incelenecektir. Sonuç olarak bu bildiride Türkiye'nin enerji politikaları ve uygulamaları bu senaryolar ve olası etkileri doğrultusunda değerlendirilecektir. Böylece net sıfır emisyon hedefi konusunda ulusal ve uluslararası literatüre ve bilince katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Küresel ısınma, Sera Gazı Emisyonları (GHG), Net-Sıfır CO_2, GHGs azaltma senaryoları, Türkiye.

The CONDITION and VISION of TURKEY IN ACCORDANCE WITH NET-ZERO CARBON EMISSION SCENARIOS and GOALS

Abstract

Energy drives human life. But, anthropogenic greenhouse gas emissions (GHGs), in particular CO2, resulting from the consumption of non-renewable energy (fossil fuels – such as coal, oil, gas) and human-induced global warming are the source of climate change which has intensified in the 21st century. Thus, The United Nations established with Framework Convention on Climate Change in 1992 (UNFCCC) an international environmental treaty to combat "dangerous human interference with the climate system", in part by stabilizing greenhouse gas concentrations in the atmosphere. The Kyoto Protocol, which was signed in 1997 and ran from 2005 to 2020, was the first implementation of measures under the UNFCCC. The Kyoto Protocol was superseded by the Paris Agreement, which entered into force in 2016. It was decided that CO2 emissions should be reduced to "net-zero" around 2050 to limit temperature rise to 2°C, compared to pre-industrial levels, preferably to 1.5 °C according to the Paris Agreement.

Since 1990, the special reports of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) an intergovernmental body of the United Nations established in 1989 have published on the impacts of global warming, global greenhouse gas emission and climate change in the context of strengthening the global response. To this end, four scenarios towards reducing GHGs oscillation and adapting to the present and future climate change due to GHGs are predicted by A Special Report of Working Group III, 2000 of IPCC. Three of these involve the use of Carbon Capture and Storage (CCS) technologies, while the other includes net zero CO2 emissions and the use of renewable energy (RE) in the global energy transition and settlement and building scale spatial strategies for RE efficiency. Within the scope of this paper, how these scenarios were evaluated in relevant and detailed studies and how the IPCC was reconsidered with 6 working groups in 2022 will be examined. As a result, in this paper will evaluate Turkey's energy policies and practices in line with these scenarios and their probable impact. In such that, it is thought that it will contribute to national and international literature and awareness about the net zero emission target.

Keywords: Global Warming, Greenhouse Gas Emissions (GHGs), Net-Zero CO_2, Scenarios of Reduce GHGs, Turkey.

SITE ASSESSMENT FOR WAVE ENERGY TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION ON SHORELINE, NEARSHORE AND OFFSHORE: A SYSTEMATIC REVIEW

Mary Charlemaine A. Abas

University of San Carlos, Department of Electronics Engineering, Cebu City, Philippines.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8530-1659

Gene Fe P. Palencia

University of San Carlos, Department of Electronics Engineering, Cebu City, Philippines

Abstract

Wave energy technologies (WET) comprise of large-scale energy generation wave energy converter (WECs) and wave energy nanogenerators (WENs) as standalone or hybridized small-scale devices.. This systematic review (SRL) would serve as the present and future baseline for future site assessment of potential WETs specifically for WEC and WENs. The main research question of SRL that the researchers intend to answer is "What are the current trends and perspectives of site assessment for active WETs across 3 ocean environments?". The review presented in this paper was performed by gathering literature on recent development status of wave energy site assessment covering active and emerging wave energy harvesting technologies, based on its site selection, site matching, and criteria selection categorizing these studies are Science Direct, IEEE Xplore Digital Library, Elsevier Scopus, Springer Link, and Google Academic with the period from 2010 to 2021. During the identification phase, 294 duplicate studies were excluded, and during the initial selection, 1465 reviews were eliminated because they did not meet the established inclusion criteria. For the extraction phase, 116 reviews were selected, and, after reading the entire text, 27 reviews were summarized. Figure 1 illustrates the steps followed in conducting the SLR with a summary of the results. The results revealed that most studies focused on a general perspective of wave energy site selection process and did not consider the type of WECs to be installed. Site Assessment mostly focused on offshore location for WEC large-scale installation based on wav the existing type of WECs and study areas. WECs are still rare and continuously undergoing development for technological readiness for global commercialization. Overall, Site selection process is focused on the overall suitable installation areas without specific considerations on vulnerable areas such remote areas and disaster-prone areas.

Keywords: Site Assessment, Site Selection, Site Matching, Geographic Information System, Multi-Criteria Decision Making, Wave Energy Converter, Nanogenerator.

STUDY OF EFFECT IN LI-ION BATTERIES

Purushottam Kumar

Department of Physics, Institute of Basic Science, Dr. Bhimrao Ambedkar University, Agra-282002 (U. P.) India

BP Singh

Department of Physics, Institute of Basic Science, Dr. Bhimrao Ambedkar University, Agra-282002 (U. P.) India

Abstract

Batteries are fundamentally a storage medium made up of two electrodes anodes and cathodes in an electrolyte. This electrolyte provides a medium for the exchange of ions which produces the electricity. Batteries of various types and sizes are considered one of the most suitable approaches to store energy and extensive research exists for different technologies and applications of batteries; however, environmental impacts of large-scale battery use remain a major challenge that requires further study. Li-ion batteries have an unmatchable combination of high energy and power density, making it the technology of choice for portable electronics, power tools, and hybrid/full electric vehicles. If electric vehicles (EVs) replace the majority of gasoline powered transportation, Li-ion batteries will significantly reduce greenhouse gas emissions. This paper presents and compares key components of Li-ion batteries and describes associated battery management systems, as well as approaches to improve the overall battery efficiency, capacity, and lifespan. Material and thermal characteristics are identified as critical to battery performance. The positive and negative electrode materials, electrolytes and the physical implementation of Li-ion batteries are discussed.

Keywords: Li-ion Batteries, battery management systems, battery efficiency, electrode materials

Introduction

Batteries are fundamentally a storage medium made up of two electrodes anode and cathood in an electrolyte. This electrolyte provides a medium for the exchange of ions which produces the electricity. Each of the batteries has their own unique advantages and disadvantages, though recent innovations in Li-ion batteries have propelled them to become the market leader for use in most handheld and portable electronics as well as EVs [1]. This is primarily due to their specific energy (Wh/kg), cycle life and high efficiency. They do have downsides which include their high cost and the need for complex safety and monitoring systems [2-4].

Li-ion batteries have an unmatchable combination of high energy and power density, making it the technology of choice for portable electronics, power tools, and hybrid/full electric vehicles. If electric vehicles (EVs) replace the majority of gasoline powered transportation, Li-ion batteries will significantly reduce greenhouse gas emissions. The high energy efficiency of Li-ion batteries may also allow their use in various electric grid applications, including improving the quality of energy harvested from wind, solar, geo-thermal and other renewable sources, thus contributing to their more widespread use and building an energy-sustainable economy. Therefore Li-ion batteries are of intense interest from both industry and government funding agencies, and research in this field has abounded in the recent years [5,6].

In general, Li-ion batteries can be characterized as energy storage systems that rely on insertion reactions from both electrodes where lithium ions act as the charge carrier. Given this broad definition, there are several different cell chemistries that make up the Li-ion battery family. Most Li-ion batteries use a negative electrode principally made from carbon or lithium titanate ($Li_4Ti_5O_{12}$), with some novel materials under development, namely, Li metal and Li (Si) alloys. The electrolyte used varies based on the choice of electrode materials, but is typically composed of a mixture of lithium salts (e.g., $LiPF_6$) and an organic solvent (e.g., diethyl carbonate) to allow for ion transfer. A separating membrane is used to allow lithium ions to pass between the electrodes while preventing an internal short circuit [7].

Personal mobility has seen a tremendous increase over the past century and has become an indispensable element of modern-day society. Much of this is due to the diffusion and improvement of the automobile [8].

Yet, automobile use is not without problems, ranging from congestion to its contribution to global warming. Some problems are specifically related to the use of internal combustion engines (ICEs): emission of pollutants that deteriorate local air quality and contribute to climate change, concerns over security of energy supply, and rising fuel prices. Substituting alternatives for fossil fuels holds the potential to solve these issues [9]. In this area, significant strides have been made with battery-electric vehicles (BEVs) and fuel cell vehicles (FCVs).

As problems related to automobile use grow more urgent, the case for radical innovation builds and the large-scale adoption of such alternatives becomes more likely. Although these alternatives are promising, neither of them is technically superior over other alternatives, nor over conventional vehicles. Moreover, technical progress can only provide a partial answer to the question what their future will be. In the field of innovation studies, it is acknowledged that innovation is a co-evolutionary process [10]. Hence, this paper uses the sociotechnical scenario approach to study the ways in which BEVs and FCVs might replace fossil-felled vehicles [11-13].

Lithium-ion batteries

Li-ion batteries operate by shuttling lithium ions between the anode and the cathode through an electronically insulating, ion conductive electrolyte. The lithium-ion (Li-ion) battery becomes the most promising battery candidate for applications that especially require high power and energy density. Li-ion batteries have replaced other types of batteries based on different chemistries, such as Ni–Cd and NiMH cells, especially in the field of advanced portable electronics. Recently, with substantial advancement of flexible electronics, Li-ion battery has also shown great promise as a flexible power source. The strong interest in this area has led to a number of research efforts on polymer and textile-based substrates [14].

Paper or paper-like Li-ion batteries have been explored as well because of (i) their intrinsic characteristics, such as large surface roughness and the porous structure for improving power generation, and (ii) the mechanical flexibility to fully realize flexible electronics. Normally, their power and current densities are significantly larger than other types of paper-based batteries preferred for powering high power electronics [15].

Lithium-ion batteries are widely used in a variety of applications, including electric vehicles, energy storage systems, due to their high energy density, long cycle life and low self-discharge rate [16,17]. A number of battery cells are usually connected in series in order to supply higher voltage and higher power to the load in a wide range of applications, while significant efforts are made by designers to select the battery cells such that they are as identical/matched as possible, the battery cells will still have mismatches in practice due to manufacturing tolerances, different self-discharge rates, uneven operating temperature across the battery cells, and nonuniform aging process, among others [18].

Such inevitable differences within battery cells will drift apart through cycling and could potentially lead to overcharging or over discharging, it is clear that such non-uniformity limits the battery capacity and may even cause safety [19] issues. Therefore, to properly maintain all cells balanced is of significant importance for enhancing battery life [20].

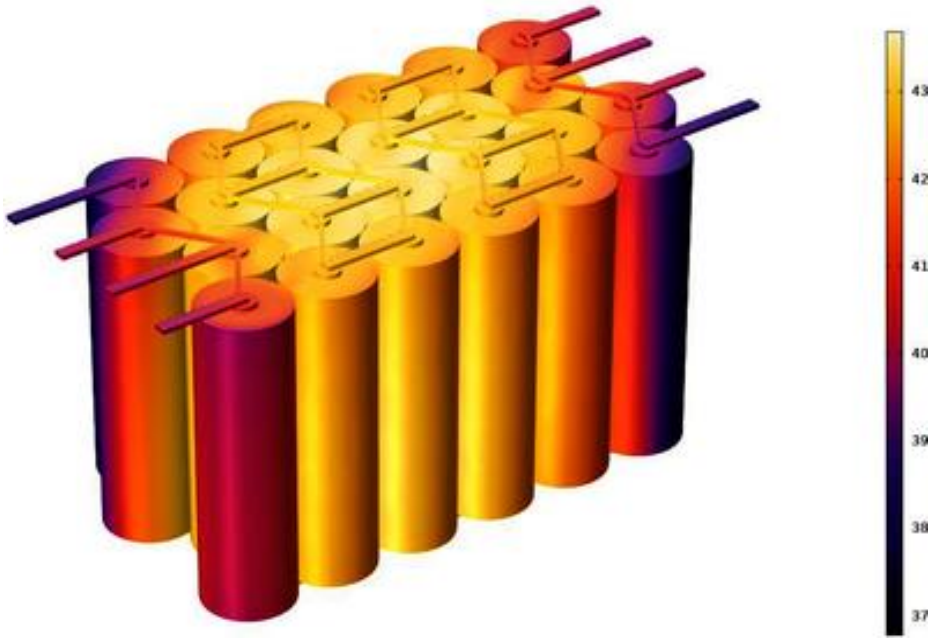
About the Lithium-Ion Battery Pack Designer Application

This application allows the user to perform parameter estimation of battery parameters and to model temperature distribution in a battery pack for an experimental drive cycle. The pack can be constructed for an arbitrary number of cells in parallel and series, for a maximum of 200 cells. The default settings are for a 6s4p configuration (that is: 4 batteries in parallel, coupled in series six times to form a pack of 24 batteries in total). This configuration for the lithium-ion battery pack is quite common in portable devices like skateboards, toys, drones and medical equipments.

To set the inputs to battery parameter estimation, click the Battery Cell button [21].

For the Battery Cell you can:

- Define the battery capacity in ampere-hour (Ah)
    - Set the reference temperature
    - Include state-of-charge (SOC) vs open circuit voltage (OCV) relationship
    - Include experimental drive cycle data for current and voltage
    - Visualize the input data by selecting the Open Circuit Voltage or Experimental Data button in the ribbon
    - Use the advanced settings option to tweak the tolerance for the solver settings
    - Read the output values for the optimized parameter in the Input to Battery Pack Simulation section.
- The values from the Battery Cell will be used as input to the Battery Pack simulation at the reference temperature. To open the settings for the battery pack simulation, click the Battery Pack button [22].



Battery Management Systems

Battery management system (BMS) is technology dedicated to the oversight of a battery pack, which is an assembly of battery cells, electrically organized in a row x column matrix configuration to enable delivery of targeted range of voltage and current for a duration of time against expected load scenarios [23].

The oversight that a BMS provides usually includes:

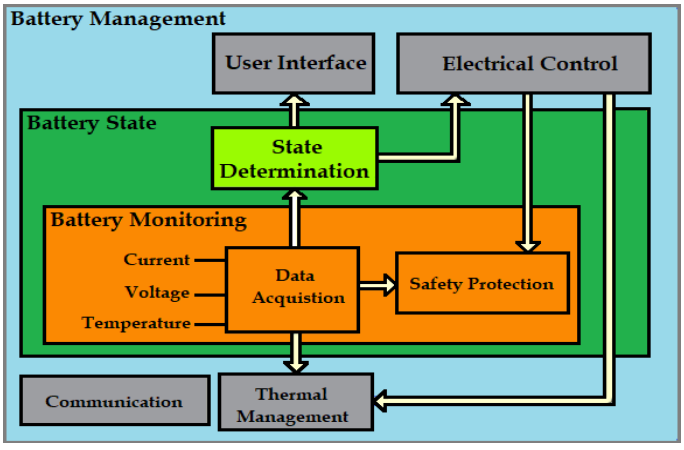
- Monitoring the battery
- Providing battery protection
- Estimating the battery's operational state
- Continually optimizing battery performance
- Reporting operational status to external devices

Battery management systems do not have a fixed or unique set of criteria that must be adopted. The technology design scope and implemented features generally correlate with:

- The costs, complexity, and size of the battery pack
- Application of the battery and any safety, lifespan, and warranty concerns
- Certification requirements from various government regulations where costs and penalties are paramount if inadequate functional safety measures are in place

There are many BMS design features, with battery pack protection management and capacity management being two essential features. We'll discuss how these two features work here. Battery pack protection management has two key arenas: electrical protection, which implies not allowing the battery to be damaged via usage outside its SOA, and thermal protection, which involves passive and/or active temperature control to maintain or bring the pack into its SOA.

The definition of BMS varies from application to application. In general, BMS refers to a management scheme that monitors, controls, and improves a personage's performance or multiple battery units in an energy storage system. BMS can control the interruption of the unit(s) from the system in the event of uncharacteristic conditions. It is hand-me-down to improve battery performance with proper safety measures within a system. In a power system application, BMS is introduced to monitor, control, and deliver the battery's power at its maximum efficiency. In automobile applications, BMS is used for energy management in different system interfaces and ensures the system's care from various hazards. BMS consists of distinct useful blocks. The functional blocks of BMS are connected to batteries and all other units related to the organized system as supervisors, a grid, or other distributed resources, presented in Figure 1. Proper architecture, functional blocks, and advanced circuitry can extend the system battery life. Several commercial BMSs are available in markets. For example, NUVATION Energy provides a flexible, module, consistent, and UL 1973 known BMS for mobile and still energy storage applications [24].



Battery Management system fig.

Physical world

In the physical world, the V-BMS is used to model, monitor and manage thousands of battery packs in EVs in real-time. However, the performance of V-BMS is always not satisfactory, because the battery is a complex electrochemical system while the calculation resources and the data volume available in V-BMS are limited. Therefore, on the basis of conventional V-BMS, a data transmission module is installed to enable the communication ability of V-BMS in the propose cyber-physical battery management system. As a result, a communication network in EVs cluster is generated and the information sharing between different EVs is realized [25].

Cyber system

The Cyber system is the most important component of the proposed cyber-physical battery management system. The function of which is to build an accurate battery model by utilizing the operation data of all grid-connected EVs. The data cleaning module in the Cyber system is used to improve the quality and value-density of the battery data, and the cross-validation technology and the GRNN algorithm are employed to improve the performance of the module. Then, a cloud database is established to store the battery operation data, and the processed real-time battery data is sent and stored in the database. Furthermore, a battery data mining model is built in the cloud, and the Deep-learning algorithm is employed to extract the features in the dataset and model the battery [26].

Communication network

Severed as the bridge between the Cyber system and the physical world, the communication network is also an indispensable part of the cyber-physical battery management system. The bi-directional link between the cloud and vehicle is performed by the communication network: the real-time battery operation data of single EV is uploaded to the cloud, and the estimated battery state and the parameters of the established battery model are sent to the actual EVs [27].

Battery Efficiency

Principal of lithium-ion batteries

A battery is a device that stores chemical energy and converts it to electrical energy. The chemical reactions in a battery involve the flow of electrons from one material (electrode) to another, through an external circuit. The flow of electrons provides an electric current that can be used to do work. There are three main components of a battery: two terminals made of different chemicals (typically metals), the anode and the cathode; and the electrolyte, which separates these terminals. The electrolyte is a chemical medium that allows the flow of electrical charge between the cathode and anode [28].

Battery capacity

The storage capacity of the battery is represented in Ampere hour or Ah. If V is the battery voltage, then the energy storage capacity of the battery can be Ah x V = Watt-hour. Usually, battery capacity will be specified for a given discharge/charge rating or C rating. The actual capacity depends on operating conditions such as load, temperature, etc.

Depth of discharge (DOD)

It gives a measure of energy withdrawn from a battery as a percentage of its full capacity. The state of charge of a battery is the difference between the full charge and the depth of discharge of the battery in percentage. If the DOD is 25% then the state of charge is (100 - 25) = 75%.

SOC ESTIMATION METHODOLOGIES

Various battery frameworks can be monitored to monitor the health of a battery in an EV, while the vital parameters considered are the State of Charge (SOC) and the State of Health (SOH). SOC is described as the ratio of the available battery storage capacity to the nominal battery storage capacity [29].

SOC=Q (capacity of the battery available now)/Q nominal capacity of the battery)

While SOH is supposed to be an indicator of state, it is yet to be discovered, Rahimi-Eichi et al. says. The reason for SOH deterioration is the aging of battery which leads to increased internal resistance and increased terminal voltages. Currently many methods to determine SOH and SOC are conferred.

According to Asep Nugroho and Estiko Rijanto [30].

SOC ESTIMATION METHODOLOGIES

The methods previously discussed are used to determine the SOC of a battery, which is the capacity of a battery at a given point. SOH is a somewhat ambiguous term, but here, the focus is on monitoring battery performance over time, including parasitic cell resistances, bad wire connections, and degradation in cell capacity. Detecting an unhealthy battery pack provides awareness of a battery pack's capabilities, allowing for the proper battery pack to be selected for a given mission. It may also allow detection and replacement of defective cells before they cause a dangerous event, such as a battery fire.

Recalibration Capacity

The easiest method of checking degradation in battery capacity is to monitor it for a full charge cycle. The BMS' microcontroller can be set up to detect whether or not the battery is full or empty based on the voltage thresholds. When one of these thresholds is reached, the BMS can begin coulomb counting until the other threshold is reached. This will give an approximation of the capacity, which will reduce as the battery health degrades. The BMS needs to provide a notification when the capacity drops below a predetermined threshold.

If recalibration is occurring, and the pack alternates between charging and discharging too many times before reaching the opposite threshold, calibration needs to stop. Charging and discharging the battery too many times before the battery reaches the opposite threshold results in the coulomb counting slowly accumulating errors. These errors can distort battery capacity measurements.

Capacity measurement is a key factor in determining SOH of a battery. Typically, battery cycle life is measured to when 80% of the initial capacity of the battery can be extracted in a cycle. This takes from several hundred to several thousand cycles, depending on the battery. Capacity fade is typically slow; however, battery health can change more rapidly, and assessing this before high consequence applications of batteries is important. Other tools can be used to make this sort of assessment [31].

Battery voltage

The terminal voltage during operating condition is known as nominal voltage or working voltage. This voltage will be specified by manufactures. It may be 3V, 6V, 12V, 24Vetc.

Battery life cycle

It is the number of complete charges – discharge cycles a battery can work before the nominal capacity decreases less than 80% of its rated initial capacity. After the specified life cycle, the battery will work with reduced capacity. It can be used but the capacity will be lower [32].

Discharge/charge rate or C – rate

C rating is the value obtained by giving the ratio of the capacity of the battery to the number of hours for full charge or discharge represented as C/X, where X is the time in hours for full charge or discharge. If X = 10 h then C-rating is C/10 or 0.1C [33-35].

Electrode Materials

Electrodes and electrode materials are metals and other substances used as the makeup of electrical components. They are used to make contact with a nonmetallic part of a circuit, and are the materials in a system through which an electrical current is transferred [36]. It has been widely recognized that metallic electrodes with coated carbon are a good choice for BES due to higher conductivity and strength of metals, along with high biocompatibility of carbon-based materials. Copper and stainless steel are not suitable for anode material due to corrosion and toxicity. Platinum is widely used as electrode material because of its stability despite the high cost. Nickel based metals are widely used in alkaline water electrolyzes, and therefore, used as a reference for the other materials [37].

Graphite is also stable, but not highly catalytic material. The most commonly used working electrode materials are platinum, gold, carbon, and mercury. Among these, platinum is likely the favorite, demonstrating good electrochemical inertness and ease of fabrication into many forms [38]. The materials used as electrolytes include LiPF6, LiClO4, LiAsF6 and Li CF3SO3. Apart from these main components, there are other components such as a binder, flame retardant, gel precursor and electrolyte solvent.1 Lithium-ion batteries (LIBs) have been extensively used to supremacy a variety of moveable electronic devices because of their higher energy density and eco-friendly nature. Despite these benefits, the cycle life and power density are still need to be upgraded for their use in electrically driven vehicles (EVs), large-scale energy storage and other wide range applications [39-42].

Even though the battery technology has undergone several advancements still the available batteries are far behind in meeting the energy consumption demands in EVs. The primary reason behind this is the non-monotonic energy consumption along with the frequent changes during the battery discharge process, which is dangerous for the battery itself [43]. One of the reliable solutions to overcome this problem is to join the battery with a super capacitor having a similar architecture with that of battery, but with better life cycle and energy density so that it can provide excess energy when the battery fails to do so. Another option is to develop electrode materials having short diffusion lengths, high mechanical strength, high surface to dimensions ratio in organizing and having fully exposed active surfaces to progress the electrochemical recital of LIBs [44-46].

Other prime issues associated with Li-ion batteries are unsteady high-temperature act and diminish in low-temperature charge-discharge performance. It has also been found that charge-discharge performance of Li-ion batteries decrease upon decrease in temperature, which is mainly due to increase in SEI layer impedance, low Li+ ion diffusion and decrease in reaction kinetics.38 Here, in this mini-review, we present the recent trends in electrode materials and some new strategies of electrode fabrication for Li-ion batteries. Some promising materials with better electrochemical performance have also been represented along with the traditional electrodes, which have been modified to enhance their performance and stability [47].

Conclusions

The main objective of this report is to hold a comprehensive discussion on for various applications. The article consolidates and analyzes the current standards landscape and recommends, where needed, the technical and safety measures for the standard Introduction, Lithium-ion batteries, About the Lithium-Ion Battery Pack Designer Application, Battery Management Systems, Battery Management Systems, Physical world, Cyber system, Communication network, Battery Efficiency, Principal of lithium-ion batteries, Depth of discharge (DOD), SOC ESTIMATION METHODOLOGIES, Recalibration Capacity, Battery voltage, Battery life cycle, Discharge/charge rate or C – rate, Electrode Materials.

Reference:

[1] Keshan, H., Thornburg, J., & Ustun, T. S. (2016). Comparison of lead-acid and lithium-ion batteries for stationary storage in off-grid energy systems.

[2] Miao, Y., Hynan, P., Von Jouanne, A., & Yokochi, A. (2019). Current Li-ion battery technologies in electric vehicles and opportunities for advancements. *Energies*, *12*(6), 1074.

[3] Tarascon, J. M. (2016). The Li-ion battery: 25 years of exciting and enriching experiences. *The Electrochemical Society Interface*, *25*(3), 79.

[4] Sudworth, J. L. (2001). The sodium/nickel chloride (ZEBRA) battery. *Journal of power sources*, *100*(1-2), 149-163.

[5] Horiba, T. (2014). Lithium-ion battery systems. *Proceedings of the IEEE*, *102*(6), 939-950.

[6] Pacala, S., & Socolow, R. (2004). Stabilization wedges: solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. *science*, *305*(5686), 968-972.

[7] Hannan, M. A., Hoque, M. M., Hussain, A., Yusof, Y., & Ker, P. J. (2018). State-of-the-art and energy management system of lithium-ion batteries in electric vehicle applications: Issues and recommendations. *Ieee Access*, *6*, 19362-19378.

[8] Gabbar, H. A., Othman, A. M., & Abdussami, M. R. (2021). Review of battery management systems (BMS) development and industrial standards. *Technologies*, *9*(2), 28.

[9] Jiang, J., & Zhang, C. (2015). *Fundamentals and applications of lithium-ion batteries in electric drive vehicles*. John Wiley & Sons.

[10] Pop, V., Bergveld, H. J., Danilov, D., Regtien, P. P., & Notten, P. H. (2008). *Battery management systems: Accurate state-of-charge indication for battery-powered applications* (Vol. 9). Springer Science & Business Media.

[11] Sung, W., & Shin, C. B. (2015). Electrochemical model of a lithium-ion battery implemented into an automotive battery management system. *Computers & Chemical Engineering*, *76*, 87-97.

[12] Xing, Y., Ma, E. W., Tsui, K. L., & Pecht, M. (2011). Battery management systems in electric and hybrid vehicles. *Energies*, *4*(11), 1840-1857.

[13] Lelie, M., Braun, T., Knips, M., Nordmann, H., Ringbeck, F., Zappen, H., & Sauer, D. U. (2018). Battery management system hardware concepts: An overview. *Applied Sciences*, *8*(4), 534.

[14] Nguyen, T. H., Fraiwan, A., & Choi, S. (2014). based batteries: A review. *Biosensors and Bioelectronics*, *54*, 640-649.

[15] Ju, F., Deng, W., & Li, J. (2015). Performance evaluation of modularized global equalization system for lithium-ion battery packs. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, *13*(2), 986-996.

[16] Ji, F., Liao, L., Wu, T., Chang, C., & Wang, M. (2020). Self-reconfiguration batteries with stable voltage during the full cycle without the DC-DC converter. *Journal of Energy Storage*, *28*, 101213.

[17] Ji, F., Liao, L., Wu, T., Chang, C., & Wang, M. (2020). Self-reconfiguration batteries with stable voltage during the full cycle without the DC-DC converter. *Journal of Energy Storage*, *28*, 101213.

[18] Lee, K. M., Lee, S. W., Choi, Y. G., & Kang, B. (2016). Active balancing of Li-ion battery cells using transformer as energy carrier. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *64*(2), 1251-1257.

[19] Wei, J., Dong, G., Chen, Z., & Kang, Y. (2017). System state estimation and optimal energy control framework for multicell lithium-ion battery system. *Applied Energy*, *187*, 37-49.

[20] Chen, Y., Liu, X., Cui, Y., Zou, J., & Yang, S. (2015). A multiwinding transformer cell-to-cell active equalization method for lithium-ion batteries with reduced number of driving circuits. *IEEE Transactions on Power Electronics*, *31*(7), 4916-4929.

[21] Kim, M. Y., Kim, C. H., Kim, J. H., & Moon, G. W. (2013). A chain structure of switched capacitor for improved cell balancing speed of lithium-ion batteries. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *61*(8), 3989-3999.

[22] Zheng, X., Liu, X., He, Y., & Zeng, G. (2016). Active vehicle battery equalization scheme in the condition of constant-voltage/current charging and discharging. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, *66*(5), 3714-3723.

[23] Guide, I. (1998). COMSOL Multiphysics. *5.6, COMSOL AB*, 204-8.

[24] Gabbar, H. A., Othman, A. M., & Abdussami, M. R. (2021). Review of battery management systems (BMS) development and industrial standards. *Technologies*, *9*(2), 28.

[25] Kuremoto, T., Kimura, S., Kobayashi, K., & Obayashi, M. (2014). Time series forecasting using a deep belief network with restricted Boltzmann machines. *Neurocomputing*, *137*, 47-56.

[26] Le Roux, N., & Bengio, Y. (2008). Representational power of restricted Boltzmann machines and deep belief networks. *Neural computation*, *20*(6), 1631-1649.

[27] Li, S., & Zhao, P. (2021). Big data driven vehicle battery management method: A novel cyber-physical system perspective. *Journal of Energy Storage*, *33*, 102064.

[28] Caprarelli, G. (2018). The present and future of the Japan Society for the Promotion of Science Alumni Association in Australia (JSPSAAA). *Biophysical Reviews*, *10*(1), 97-99.

[29] Ng, K. S., Huang, Y. F., Moo, C. S., & Hsieh, Y. C. (2009, October). An enhanced coulomb counting method for estimating state-of-charge and state-of-health of lead-acid batteries. In *INTELEC 2009-31st International Telecommunications Energy Conference* (pp. 1-5). IEEE.

[30] Nugroho, A., Rijanto, E., Wijaya, F. D., & Nugroho, P. (2015, October). Battery state of charge estimation by using a combination of Coulomb Counting and dynamic model with adjusted gain. In *2015 International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application (ICSEEA)* (pp. 54-58). IEEE.

[31] Heeger, D., Partridge, M. E., Trullinger, V., & Wesolowski, D. E. (2017). *Lithium Battery Health and Capacity Estimation Techniques Using Embedded Electronics* (No. SAND-2017-10722). Sandia National Lab.(SNL-NM), Albuquerque, NM (United States).

[32] Manimekalai, P., Harikumar, R., & Raghavan, S. (2013). An overview of batteries for photovoltaic (PV) systems. *International Journal of Computer Applications*, *82*(12).

[33] Almana, A. M., & Mirza, A. A. (2013). The impact of electronic word of mouth on consumers' purchasing decisions. *International Journal of Computer Applications*, *82*(9), 23-31.

[34] Wang, J., Tang, L., & Bronlund, J. E. (2013). Surface EMG signal amplification and filtering. *International Journal of Computer Applications*, *82*(1).

[35] Nagarajan, S., & Subashini, T. S. (2013). Static hand gesture recognition for sign language alphabets using edge-oriented histogram and multi class SVM. *International Journal of Computer Applications*, *82*(4).

[36] Patel, M. R., & Beik, O. (2021). *Wind and solar power systems: design, analysis, and operation*. CRC press.

[37] Schalenbach, M., Zeradjanin, A. R., Kasian, O., Cherevko, S., & Mayrhofer, K. J. (2018). A perspective on low-temperature water electrolysis–challenges in alkaline and acidic technology. *Int. J. Electrochem. Sci*, *13*(2), 1173-1226.

[38] Liu, C., Colón, B. C., Ziesack, M., Silver, P. A., & Nocera, D. G. (2016). Water splitting–biosynthetic system with CO2 reduction efficiencies exceeding photosynthesis. *Science*, *352*(6290), 1210-1213.

[39] Shu, J., Shui, M., Huang, F., Ren, Y., Wang, Q., Xu, D., & Hou, L. (2010). A new look at lithium cobalt oxide in a broad voltage range for lithium-ion batteries. *The Journal of Physical Chemistry C*, *114*(7), 3323-3328.

[40] Tran, D. T., Dong, H., Walck, S. D., & Zhang, S. S. (2015). Pyrite FeS 2–C composite as a high-capacity cathode material of rechargeable lithium batteries. *RSC advances*, *5*(107), 87847-87854.

[41] Yang, Y., Li, L., Fei, H., Peng, Z., Ruan, G., & Tour, J. M. (2014). Graphene nanoribbon/V2O5 cathodes in lithium-ion batteries. *ACS applied materials & interfaces*, *6*(12), 9590-9594.

[42] Kim, Y. (2012). Lithium nickel cobalt manganese oxide synthesized using alkali chloride flux: morphology and performance as a cathode material for lithium-ion batteries. *ACS applied materials & interfaces*, *4*(5), 2329-2333.

[43] Kouchachvili, L., Yaïci, W., & Entchev, E. (2018). Hybrid battery/supercapacitor energy storage system for the electric vehicles. *Journal of Power Sources*, *374*, 237-248.

[44] Zhang, D., Wang, S., Ma, Y., & Yang, S. (2018). Two-dimensional nanosheets as building blocks to construct three-dimensional structures for lithium storage. *Journal of energy chemistry*, *27*(1), 128-145.

[45] Chandra, P., Noh, H. B., Won, M. S., & Shim, Y. B. (2011). Detection of daunomycin using phosphatidylserine and aptamer co-immobilized on Au nanoparticles deposited conducting polymer. *Biosensors and Bioelectronics*, *26*(11), 4442-4449.

[46] Chandra, P., Singh, J., Singh, A., Srivastava, A., Goyal, R. N., & Shim, Y. B. (2013). Gold nanoparticles and nanocomposites in clinical diagnostics using electrochemical methods. *Journal of Nanoparticles*, *2013*.

[47] Lei, Z., Zhang, Y., & Lei, X. (2018). Temperature uniformity of a heated lithium-ion battery cell in cold climate. *Applied Thermal Engineering*, *129*, 148-154.

PERFORMANCE STUDY OF PSC BASED ON FA-GeI_3 USING SCAPS-1D

Mohammed ElSaid SARHANI

Laboratoire de physique des matériaux, Université Amar Telidji de Laghouat; BP 37G Laghouat 03000, Algeria

Mohamed Lamine BELKHIR

Laboratoire de physique des matériaux, Université Amar Telidji de Laghouat; BP 37G Laghouat 03000, Algeria

Abstract

Using a solar cell capacitance simulator (SCAPS), the performance of an organometallic lead-free perovskite-based solar cell (TiO2 /FA-GeI_3 /Spiro-MeTAD) is explored. Thin-film solar cell with an MA-GeI_3 absorber layer is used to improve PSC stability and alleviate their hazardous concern. The temperature, defect density, and distribution effect on efficiency are studied. Our research may be utilized to forecast the critical variables in PSC optimization at high temperatures. The modeling work also offers helpful information when choosing material characteristics to create future highly effective low-cost solar devices.

Keywords: PSC, perovskite, simulation, photovoltaic energy, SCAPS

WASTEWATER TREATMENT USING ACTIVATED CARBON DERIVED FROM DETARIUM MICROCARPUM SEED AND THEIR ADSORPTION ISOTHERM

Ishaq Yahaya Lawan

Department of Chemistry, Nigerian Army University, Biu

Abdulrahman Hudu

Department of Chemistry, Nigerian Army University, Biu

Muhammed Adamu

Department of Chemistry, Nigerian Army University, Biu

Ansar Bilyamin Adam

Department of Chemistry, federal university Wukari

Abstract

This study was carried out to evaluate the efficiency of metals (Pb and Co) removal from solution using *detarium microcarpum* seeds as adsorbent. The effect of initial concentration and adsorbent dosage on the adsorption process of these metals were studied, the percentage removal of these metals increased with increased in weight (0.5 -2.5g) in 50ml of the solution and the adsorption efficiency increased with increasing initial metal ion concentration (0.01-0.05 $moldm^{-3}$). The percentage removal obtained for Lead and Cobalt were compared. The result of adsorption were fitted to the Langmuir models and coefficients indicated favourable adsorption of Pb^{2+} and Co^{2+} ions on the adsorbents. The adsorption of Pb^{2+} and Co^{2+} in aqueous solution was in the following order (1400µm>420µm>150µm). more than 55.4% of studied Lead cations were removed by 1400µm, 47.2% by 420µm and 29.8% by 150µm. while for Cobalt cations only 53.2% by 1400µm, 38.6% by 420µm and 24% by 150µm respectively, from aqueous solution it was concluded that, Lead with highest percentage removal can be adsorbed better than Cobalt using activated Carbon derived from *detarium microcarpum* seed.

TUNGSTEN OXIDE NANOWALLS NANOSTRUCTURES GROWN BY CONTROLLED HFCVD PROCESS FOR ELECTROCHEMICAL DETECTION OF METHYLAMINE SOLUTION

Mohammad Imran

Advanced Materials and Devices Laboratory, Department of Bio-Convergence Science, Jeonbuk National University, Jeongeup Campus, 56212, Republic of Korea

Environmental Engineering Laboratory, Department of Bioactive Material Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea, ORCID NO.-0000-0002-8544-4780

Eun-Bi Kim

Energy Materials & Surface Science Laboratory, Solar Energy Research Center, School of Chemical Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

Prof. Dr. Mohammad Shaheer Akhtar

New & Renewable Energy Material Development Center (NewREC), Jeonbuk National University, Jeonbuk, Republic of Korea

Prof. Dr. Dong-Heui Kwak

Environmental Engineering Laboratory, Department of Bioactive Material Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Republic of Korea

Prof. Dr. Sadia Ameen

Advanced Materials and Devices Laboratory, Department of Bio-Convergence Science, Jeonbuk National University, Jeongeup Campus, 56212, Republic of Korea

Abstract

In this work, well-defined tungsten oxide (WO_3) nano-walls nanostructures were grown on silicon substrate by the controlled hot filament chemical vapor deposition (HF-CVD) process and successfully applied as electrode for electrochemical detection of methylamine chemical. For the growth of WO_3 thin film, the temperature of Tungsten (W) wire was kept constant at 1450 ^oC and then performed the gasification followed by heating of W wire using different substrate temperatures ranging from 350^oC - 450^oC. The morphological characterization evidenced that well-defined and highly dense nano-walls like structures were grown on Si substrate when the substrate temperature was 400^oC. The grown WO_3 films with classic monoclinic crystal structures and good crystal quality confirmed by observing the structural, crystalline and compositional characterizations. The cyclovoltammetry and linear sweep analysis were used to describe the electrochemical sensing behavior of the grown WO_3 film towards the methylamine chemical.

Keywords- WO3; thin films; HFCVD; nano-walls; methylamine; electrochemical sensor

SUSTAINABLE REMOVAL OF HEXAVALENT CHROMIUM FROM CONTAMINATED WATER USING MAGNETITE (Fe_3O_4) MODIFIED WITH EXTRACTED SHRIMP SHELLS CHITOSAN

Usman Lawal Usman

Department of Environmental Sciences, Sharda University, Greater Noida, India
Department of Biology, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina- Nigeria
Orcid No: 0000-0002-4003-4569

Sushmita Banerjee

Department of Environmental Sciences, Sharda University, Greater Noida, India

Nakshatra Bahadur Singh

Department of Chemistry and Biochemistry, Sharda University, Greater Noida, India

ABSTRACT

Water is regarded as the most vital substance globally, any form of contamination of water may cause adverse effect for both human and the aquatic biota. Currently, the removal of different contaminants from the aquatic ecosystem is of great concerns, hence, the application of minutest quantity of chemicals and or use of the natural biological materials for the synthesis of adsorbent for the removal of these pollutants is of significant importance. In this regards, sustainable adsorbent was fabricated using green synthesis of magnetite (Fe_3O_4) from *Ricinus communis* (RC) modified with chitosan extracted from shrimp shells via in situ co-precipitation for the removal of highly toxic Cr(VI). The characterization on size and surface morphology, chemical components analysis and elemental mapping of the synthesized RC-Fe_3O_4-chitosan NCs were carried out using Field Emission Scanning Electron Microscopy (FE-SEM) and Energy Dispersive X-rays (EDX). The functional groups were determined using Fourier Transform-Infrared spectrometer (FTIR). The analysis of the phase and crystal structure of the synthesized NCs was determined using X-ray diffractometer (XRD). While the specific surface area of the NCs was examine using Brunauer-Emmett-Teller (BET). The role processes of the experimental parameters such as contact time, adsorbent dose, initial concentration and solution pH were studied to determine their effects on the chromium (VI) removal. Experimental used of the fabricated (RC-Fe_3O_4-chitosan) NCs for the hexavalent chromium removal depict the maximum adsorption capacity of 99.8% at 313 K temperature and pH 3.4. The result also showed Cr (VI) adsorption efficiency decrease with increase in pH. The rate of pseudo-second-order model was observed to best describe the adsorption kinetics. Langmuir isotherm model fitted well with the experimental data. Thermodynamic study indicates that increase in temperature increase the adsorption capacity, hence, the process was endothermic and spontaneous process. Desorption experiment depict the effective recovery of the adsorbed Cr (VI), the regenerated adsorbent was recycled successfully for up to nine successive cycles, thus, indicating effective regeneration capacity and efficient reusability which is cost effective and sustainable for various practical application.

Keywords*:* Green synthesis, Chitosan, Chromium (VI), Fe_3O_4, Shrimp shells, Recyclability

ASSESSING THE IMPACT OF URBAN RENEWAL ON THE BUILT ENVIRONMENT IN NIGERIA

Adefemi Aka

Federal University of Technology Minna, School of Environmental, Department of Building, Minna, Nigeria

Bello Abdulkabir Opeyemi

Federal University of Technology Minna, School of Environmental, Department of Building, Minna, Nigeria

Semiu Mudasiru Abiodun

Federal University of Technology Minna, School of Environmental, Department of Building, Minna, Nigeria

Ajibade Yusuff Adelabu

Federal University of Technology Minna, School of Environmental, Department of Building, Minna, Nigeria

Abstracts

Urban renewal (UR) has a significant impact on the built environment and society. It significantly impacts individual and group activities in society, both negatively and positively. As a result of an increase in population over time, the city becomes congested, and available social amenities are overused beyond their intended designs if they are not continuously renewed, resulting in urban decaying such as bad roads, dilapidated buildings, poor infrastructures, insufficient water supply, drainage blockages, and inadequate recreational centres. As a result, loss of value for infrastructures, sick and unhealthy city, health and safety concerns, reduced expected return on investment and poor economy. Developing economies, predominantly African nations, are being ravaged by the negative effect of UR, which is another cause for their stunt economic growth to become a developed nation. Hence, this study aims to assess the impact of UR in the Nigerian built environment to establish the influences of UR and develop strategies towards mitigation of the de-merits. The study adopts a qualitative research method; data were collected through observations and interviews from the built environment professionals in Abuja. Eighteen professionals were interviewed; however, only twelve professionals could complete the interview process; hence the study uses data from the twelve professionals. The findings of the study reveal that UR has a positive and negative impact on a city, such as an environment upgrade, economic stability, increase in value for land and infrastructures and can also lead to displacement, loss of property, excessive price of land and infrastructures, hardship in doing business for lower and middle class. Strategies such as community engagement, adequate compensation, government policy and implementation were developed to mitigate the challenges of UR.

Keywords: Built Environment, Development, Infrastructure, Impact, Urban Renewal

NUMERICAL STUDY OF HEAT PIPE: INVESTIGATION OF BEHAVIOR AND RELIABILITY OF VISCOUS MODELS

Mosab SAKKAY

Laboratory of Nanostructures and Advanced Materials / Mechanics and Thermofluids, Faculty of Sciences and Techniques, University of Hassan II Casablanca, Morocco

Anas EL MAAKOUL

International University of Rabat, College of Engineering & Architecture, LERMA Lab, 11 100, Sala Al Jadida, Morocco

Said SAADEDDINE

Laboratory of Nanostructures and Advanced Materials / Mechanics and Thermofluids, Faculty of Sciences and Techniques, University of Hassan II Casablanca, Morocco

Abstract

In recent years, condensation has attracted huge interest in the scientific community. It is widely used in industrial processes allowing heat and mass transfer between gas/liquid. However, few works have studied CFD numerical simulation of condensers, which includes multiphase fluid flow, species transport, heat and mass transfer.

The aim of this work is the study of forced convection inside a horizontal tube. A two-dimension forced convection of water flowing inside a circular cylinder has been studied. In this purpose, mass, momentum and energy equations are solved using the commercial Computational Fluid Dynamics (CFD) solver (ANSYS Fluent 19.0). The 2D numerical model has been validated against analytical solution of Hagen Poiseuille and correlations, where it showed a deviation less than 4% for pressure drop and heat flux. The behavior of the fluid flow and the distribution of the temperature and velocity have also been found in good agreement with literature and physic laws. Moreover, the study investigated turbulent flow using different turbulent model: k-epsilon (Standard, RNG and Realizable), k-omega (Standard and SST).

This work gives a larger comprehension to the heat transfer of a fluid in a heat pipe, which helps in the improvement of tube geometry and in modeling and analysis of condensers and dehumidifiers.

Keywords: Pipe flow; Heat transfer; Viscous models; 2D simulation; CFD; ANSYS Fluent;

PERFORMANCE AND EFFICIENCY OF A COMBINED PASSIVE LRB-FPS SYSTEM IN MITIGATING THE SEISMIC RESPONSE OF A LOW-RISE BUILDING

Ounis Hadj Mohamed

Department of Civil Engineering/University of Mostefa Ben Boulaid Batna 2, Route de Constantine. Fésdis, Batna, Batna, Algeria

Ounis Abelhafid

Faculty of Science and technology /Company University Mohamed Khider Biskra, Algeria

Abstract

Following the earthquakes that cyclically upset our country, and the enormous damage, both human and material, recorded during the appearance of this natural phenomenon. A new approach is needed to improve the performance of the structural elements of the structure. The introduction of an artificial combined system composed of two passive devices of the type (LRB-FPS), making it possible to deflect a high intensity of seismic energy. Each of these devices has very powerful advantages. The LRB system has a damping rate of more than 30%, with flexibility and a restoring force provided by the elastomer layers, in addition to reducing lateral displacement by its lead core playing the role of an additional mechanism for energy dissipation. The FPS system uses a sliding interface in the form of a bowl in order to dissipate the seismic energy by friction, gives the structure an overall movement similar to a pendulum, characterized by a strongly nonlinear behavior. A methodology for the design of the two systems has been implemented according to the American IBC 2000 regulations, which makes it possible to determine the optimal parameters of the two systems. To this end, a very extensive parametric study was carried out, taking into account a multitude of parameters, namely different seismic excitations of different nature. Several configurations have been considered depending on the location of each insulator. A nonlinear dynamic analysis was carried out by the software Etabs 9.7.4 developed by the firm Computer and structure Inc. the results of this investigation show the effectiveness of the integration of these artificial systems in the reduction of the response of the structure in terms of the quasi-rigid displacement of the structure, as a consequence a strong reduction in the inter-storey displacements, also the acceleration of the upper storey, in addition a large reduction in the shear force at the base. Consequently the integration of this combined system affects the structure of high performance and allowing to improve the structural reliability of the building.

Keywords: Damping, Nonlinear analysis, Hysteresis, LRB-FPS system, Dissipated energy.

DETERMINATION OF THE DIELECTRIC PROPERTIES OF A COMPOSITE MATERIAL IN THE X-BAND

Rabah Delfouf

Scientific Instrumentation Laboratory LIS, Department of Electronics, Faculty of Technology, University Ferhat Abbas Sétif 1, 19000 Sétif, Algeria, ORCID: 0000-0002-9120-2788

Nacerdine Bouzit

Scientific Instrumentation Laboratory LIS, Department of Electronics, Faculty of Technology, University Ferhat Abbas Sétif 1, 19000 Sétif, Algeria, ORCID: 0000-0002-9120-2788

Nacerdine Bourouba

Scientific Instrumentation Laboratory LIS, Department of Electronics, Faculty of Technology, University Ferhat Abbas Sétif 1, 19000 Sétif, Algeria, ORCID: 0000-0002-9120-2788

Salah Tlili

Development of New and Renewable Energies in Arid and Saharan Zones Laboratory (LARENZA), Department of Physics, Faculty of Mathematics and Material Sciences, Kasdi Merbah Ouargla University, Ouargla 30000, Algeria

Abstract

The electromagnetic properties of materials are defined from two constitutive parameters: the permittivity, which reflects the reaction of the medium to an electrical excitation and the permeability, which describes the behavior of the material with respect to a magnetic excitation. The electromagnetic response of heterogeneous media can be represented by mean permittivity and permeability at provided that the size of the material heterogeneities remains small compared to the wavelength. To measure the complex permittivity and permeability of a material, a sample of material is taken and placed in the path of a propagating electromagnetic wave, either in free space or within a propagation structure. It is also possible to position the sample in a resonance chamber. The reflection and transmission coefficients of the experimental device depend directly on the electromagnetic properties of the material. From the measurement of these coefficients and the electromagnetic analysis of the discontinuities created by the sample, we go back to the permittivity and the permeability of the sample. The aim of this work is to determine the dielectric permittivity in the band X of a ternary composite material (epoxy resin-titanate-oxide) that we developed ourselves according to the proportions by volume of these composites, using a measuring bench at 9.734 GHz. The fixed frequency technique requires multiple thicknesses for a single sample. The study of Lichtenecker's law of random mixtures allowed us to compare the results obtained by this law with those obtained experimentally. The analysis of this comparison is that this dielectric response follows Lichtenecker's law well for this type of mixture. In order to meet the stated objectives, we use a characterization technique known as microwave test bench and by transforming the raw characterization results using Mathematica software. The results of this study could be oriented towards applications in micro-nano electronics or in microwave frequencies (antennas).

Keywords: Composite, dielectric, x-band, microwave test bench.

REMOVAL OF CHLORIDES AND HARDNESS FROM SYNTHETIC WATER BY USING BIOSORBENTS

Subhashish Dey

Department of Civil Engineering, Gudlavalleru Engineering College, Andhra Pradesh, India

Abstract

The presence of pollutants in aqueous solution particularly from hazardous heavy metals and metalloids is an important environmental and social problem. The hardness and chlorides are one of the serious groundwater contaminants in rural areas. The chlorides are regulated in drinking water quality primarily because excess amounts can cause disease. Hardness in both its gaseous and liquid form can be irritating to the eyes, respiratory tract and skin due to its alkaline nature. The biological effects of hardness and chlorides in humans after acute exposures are dose-related depend on their concentration; the amount is taken by the body and duration of exposure. Biosorption is a physiochemical process that occurs naturally in certain biomass which allows it to passively concentrate and bind contaminants onto its cellular structure. It is metabolically passive process not require energy and amount of contaminants in sorbent can remove is dependent on kinetic equilibrium and composition of the sorbents cellular surface. Every biosorbent had different physical, chemical and biological properties for heavy metals removal by biosorption from the water. The biosorption process can be made economical by regenerating and reusing of biosorbent after removing the heavy metals. Various bioreactors can be used in biosorption for the removal of metal ions from large volume of water.

Keywords: Hardness, Chlorides, Biosorptions, Kinetic equilibrium, Isotherm data and Regeneration.

MONO AND MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF CUTTING PARAMETERS DURING MACHINING OF POLYAMIDE PA6 USING TAGUCHI ANALYSIS BASED ON RATIO (S/N) AND DESIRABILITY FUNCTION APPROACH (DFA)

Djouambi Nahla

Mechanics and Structures Research Laboratory (LMS), May 8th 1945 University, P.O. Box 401, Guelma 24000, Algeria

Haoues Sabrina

Mechanics and Structures Research Laboratory (LMS), May 8th 1945 University, P.O. Box 401, Guelma 24000, Algeria

Pr. Mohamed Athmane Yallese

Mechanics and Structures Research Laboratory (LMS), May 8th 1945 University, P.O. Box 401, Guelma 24000, Algeria

Dr. BOUCHERIT Septi

Mechanics and Structures Research Laboratory (LMS), May 8th 1945 University, P.O. Box 401, Guelma 24000, Algeria

Dr. Belhadi Salim

Mechanics and Structures Research Laboratory (LMS), May 8th 1945 University, P.O. Box 401, Guelma 24000

Abstract

The goal of manufacturers today is to lower the costs of machining operations as much as possible by reducing energy consumption and increasing productivity while ensuring good surface condition. In this work, an experimental and optimization study was carried out in order to assess the effect of cutting parameters; cutting speed (Vc), feed rate (f) and depth of cut (ap) on performance indicators, namely; surface roughness (Ra), cutting force (Fz) and cutting power consumed (Pc) and the material removal rate (MRR). Machining has been done on polyamide PA6 specimens using a carbide-cutting tool according to the Taguchi design (L9). The study released by applying a method Taguchi's mono-objective optimization based on (S/N) analysis. In addition, the methodology of response surface (RSM) and analysis of variance (ANOVA) were used to provide mathematical models reflecting the evolution of (Ra, Fz, Pc and MRR). These models will be used to achieve a multi-objective optimization by exploiting the function of desirability (DF). The desired objective is to minimize surface roughness, cutting force; the power consumed and at the same time the maximization of the removal rate of chips.

Keywords: Machining, Surface roughness, Polyamide, RSM, Taguchi, ANOVA.

BEHAVIOR OF FLEXED COMPOSITE PLATES UNDER THERMOMECHANICAL LOADS

Prof. Dr. Berrabah Hamza Madjid

Relizane University, Science and Technology Faculty, Department of Civil and Engineering.
ORCID NO: 0000-0002-7871-4017

Prof. Dr. Bouderba Bachir

Tissemsilet University, Science and Technology Faculty, Department of Civil and Engineering

Abstract:

The new composite functionally classified materials (FGM) used in plates contain probably a porosity volume fraction which needs taking into account this aspect of imperfection in the thermo-mechanical behavior of such structures. A refined shear deformation theory is developed to investigate the thermo-mechanical bending response of porous advanced composite plates such as functionally graded plates by using Navier solution. This work presents a model that employed a new transverse shear function by decomposing the transverse displacements into two parts, the bending part and shear part, the simplified refined shear deformation theory has less unknowns than the first-order shear deformation theory, the higherorder shear deformation theory, the sinusoidal shear deformation theory and the quasi-3D theory, so its computational expenses are reduced. In addition, the new refined theory needs no shear correction factor. The comparisons of deflection, axial stresses, and transverse shear stresses of the porous FGM plates obtained by the proposed theory, these results are compared with others in the literature.

Keywords: thermo-mechanical; composite; refined; FGM; Navier solution.

ERCİYES ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ KARBON AYAK İZİNİN AZALTIM STRATEJİLERİ: EPA SİMÜLASYONLARI

Fidan Büşra GÜRSOY

Erciyes University, Engineering Faculty, Energy Systems Engineering, Kayseri, Turkey.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5140-8108

Doç. Dr. Şükrü Taner AZGIN

Erciyes University, Engineering Faculty, Environmental Engineering, Kayseri, Turkey.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000–0002–1838–6285

Prof. Dr. Mustafa Serdar GENÇ

Erciyes University, Engineering Faculty, Energy Systems Engineering, Kayseri, Turkey.,
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6540-620X

Özet

İnsanoğlunun talepleri doğrultusunda enerjiye olan ihtiyaç günden güne artmaktadır ve enerji üretiminin büyük bir bölümü fosil yakıtların yakılmasıyla oluşmaktadır. Fosil yakıtlarının yanması ile oluşan sera gazı emisyonları hava kalitesini bozup küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olmaktadır. Bu tehdide karşı kaynakların verimli bir şekilde kullanımı ve gelecek nesillere aktarımı için sürdürülebilirlik gerekmektedir. Bu doğrultuda yüksek öğretim kurumları, kaliteli yaşamın bir parçası olan karbon nötrlüğüne yönelik taahhüt ve eylem profilleri sağlayan kurumların başında gelmektedir. Bu çalışma, Sürdürülebilir üniversite kapsamına girmeyi hedefleyen Erciyes Üniversitesi kampüsünde 2017, 2018 ve 2019 yıllarındaki GHG Protokolü uygulanarak hesaplanan soyut eşdeğer karbondioksit emisyon miktarlarını EPA (United States Environmental Protection Agency) formülleriyle somut terimlere çevirip karbon azaltma stratejilerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Yapılan çalışma sonucu Erciyes Üniversitesi kampüsünde üç yılda toplam 274357 ton CO_2 eşdeğer atmosfere salınım gerçekleşmiştir. Bu miktara göre EPA formülleri kullanılarak oluşturulan kıyaslama hesaplarında kampüs genelinde toplam sera gazı miktarına denk gelen 274 bin ton eşdeğer CO_2'nin; 53 bin benzinli binek aracın yılda ortalama 617 milyon mil kat etmesine eş değer bir salınım olduğu tespit edilmiştir. Yine benzer yaklaşım hesabı ile aynı miktarda emisyon salınımı için 28 milyon galon benzin, 24 milyon galon dizel ve 275 milyon kilo kömür tüketilmesi gerektiği hesaplanmıştır. Yapılan simülasyonda, eğer bu üç yıldaki karbondioksit salınımı gerçekleşmeseydi 86 bin ton atık depolamak yerine geri dönüştürülebileceği, 67.7 rüzgar türbini bir yıl boyunca faaliyet gösterebileceği, 9 milyon akkor lamba LED'lere dönüştürülebileceği ve salınan CO2 eşdeğerini yutan 1.7 bin dönümlük orman alanı sağlanarak nötrleme gerçekleşebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: karbon ayak izi, sera gazı emisyonları, kapsamlar, üniversite kampüsleri, sürdürülebilirlik

ERCIYES UNIVERSITY CAMPUS CARBON FOOTPRINT REDUCTION STRATEGIES: EPA SIMULATIONS

Abstract

In line with the demands of human beings, the need for energy is increasing day by day and a large part of energy production is generated by burning fossil fuels. Greenhouse gas emissions from the combustion of fossil fuels deteriorate air quality and cause global warming and climate change. Sustainability is required for the efficient use of resources against this threat and their transfer to future generations. In this direction, higher education institutions are at the forefront of institutions that provide commitment and action profiles towards carbon neutrality, which is a part of quality life. This study covers the determination of carbon reduction strategies by converting the abstract equivalent carbon dioxide emission amounts calculated by applying the

GHG Protocol in 2017, 2018 and 2019 at the Erciyes University campus, which aims to be included in the scope of a sustainable university, into concrete terms with EPA (United States Environmental Protection Agency) formulas. As a result of the study, a total of 274357 tons of CO2 equivalent emissions were released to the atmosphere in three years on the Erciyes University campus. According to this amount, in the comparison calculations created using EPA formulas, 274 thousand tons of CO2 equivalent, which corresponds to the total amount of greenhouse gas throughout the campus; It has been determined that there is an emission equivalent to 53 thousand gasoline passenger vehicles traveling an average of 617 million miles per year. With a similar approach, it has been calculated that 28 million gallons of gasoline, 24 million gallons of diesel and 275 million kilos of coal should be consumed for the same amount of emissions. In the simulation, it was seen that if the carbon dioxide emissions in these three years did not occur, 86 thousand tons of waste could be recycled instead of storing, 67.7 wind turbines could operate for one year, 9 million incandescent lamps could be converted to LEDs and neutralization could be achieved by providing 1.7 thousand acres of forest area that absorbs the emitted CO2 equivalent.

Keywords: carbon footprint, greenhouse gas emissions, scopes, university campuses, sustainability

1. GİRİŞ

Çevre, ekonomi ve toplum arasında ki dengenin bozulmaması için sürdürülebilir kalkınma (SD) kavramının yaygınlaştırılması ve bu konuda farkındalığı artırmanın en önemli yollarından biride bilgi aktarımıdır. Üniversiteler, bilime dayalı bilgiler ile akla uygun yargılar verme arasındaki köprü konumundaki kurumlardır [1]. Bu terimi ilk olarak 1972 tarihli Stockholm Deklarasyonu'nda yer aldı [2]. Üniversite kampüslerinde sürdürülebilirliğin sağlanması üniversitelerin son yıllarda yaptığı sürdürebilirlik yanlısı eylemlerin sonucu ile dünya üzerinde büyük ilgi görmektedir [2]. 2015 yılında Birleşmiş Milletler (BM), küresel sürdürülebilirliğin elde edilmesine yönelik gelecekteki gelişmeler için yol gösterici planlar olarak 17 sürdürülebilir kalkınma hedefini belirledi [3].

Sürdürülebilir kalkınmaya teşvik için yeşil kampüs girişimleri bir strateji olarak kurulmaktadır. Bu doğrultuda üniversiteler çevresel etkilere, maliyet azaltmaya, sürdürülebilir altyapı uygulamaya ve sürdürülebilir kalkınma kavramının öğrenci ve çalışan personel farkındalığını arttırmaya odaklanırlar [4], [5]. Öncelikle değerlendirmelerini yaparken çevrenin bozulması, biyoçeşitlilik kaybı ve iklim değişikliği gibi konular dikkate almaktadırlar [6]. Öğrenciler ve kampüs personeli, sürdürülebilirliğin değerleri üzerinde düşünmeye ve günlük eylemlerini sürdürülebilirlik girişimlerine ve hedeflerine uyacak şekilde uyarlamaya teşvik edilmelidir [7],[8].

Literatürde üniversite kampüslerinde sürdürülebilirlik için birçok çalışma bulunmaktadır [9], [10], [11], [12]. Amerika üniversiteleri eğitime odaklanarak sürdürülebilir eğitimi tanıtmaya Kar Amacı Gütmeyen Kuruluşu başlamışlardır. Amaçları çevresel mükemmellik için kampüs konsorsiyumu oluşturmaktı [13]. 2014 yılında 21 ülkede 700'den fazla üniversite de yeşil kampüs uygulamaları yaygın olarak kullanılmıştır [14]. 2015 yılı ve sonrası için Avustralya Üniversitesi sürdürülebilirlik hedefler için uygulama stratejileri belirlemişlerdir [15].

Sürdürülebilir kampüste ilk adım olarak karbon ayak izi hesaplamaları yapılarak kampüs durum değerlendirilmesi yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Erciyes Üniversitesi 2017, 2018 ve 2019 yıllarındaki GHG Protokolü uygulanarak hesaplanan toplam karbon emisyon miktarını EPA (United States Environmental Protection Agency) formülleriyle somut terimlere çevirip karbon azaltma stratejilerinin belirleyerek sürdürülebilir üniversite olma yolunda adım atmaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. EPA Eşdeğer CO_2 Miktarı Metodolojisi

EPA (United States Environmental Protection Agency), Amerika Birleşik Devletleri hükûmetin, Birleşmiş Milletler Kongresinde kabul edilen yasalar ve yönetmenlikler çerçevesinde insan sağlığı ve çevre koruma uygulamalarını sürdüren devlet kurumudur [16]. Kurumun amaçlarından biri insan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararı somut bir şekilde göstererek farkındalık yaratmaktır. Bunun için dönüşüm formülleriyle bir simülasyon modeli tasarlamışlardır [16]. Simülasyonda yapılan çevrimler ile oluşan strateji adımları çalışmamızda kullanılmıştır.

2.1.1. Elektrik Tüketiminin (kilowatt-saat) Dönüşümü

Açığa çıkan emisyon miktarlarının elektrik tüketimi ile ilişkilendirip denkliklerini bulmak için tasarlanmaktadır. Hesaplama Denklem 1'e göre yapılıp dönüştürülmektedir.

$$884.2\ lbs\ CO2/MWh \times 1\ metrik\ ton/2{,}204.6\ lbs \times 1/(1-0.073)\ MWh\ teslim\ edilen/ MWh\ oluşturulan \times 1\ MWh/1{,}000\ kWh \times = 4.33 \times 10-4\ metrik\ ton\ CO2/kWh \quad (1)$$

2.1.2. Yılda Benzinle Çalışan Binek Araçların Dönüşümü

2 dingilli 4 lastikli araçlar binek araç olarak tanımlanıp yıllık sera gazı emisyonlarını belirleyip denklik oluşturmak için Denklem 2 metodolojisi kullanılmıştır.

$$8.89 \times 10-3\ metrik\ ton\ CO2/galon\ benzin \times 11{,}520 VMT\ araba/kamyon\ ortalaması \times 1/ 22.2\ galon\ araba\ başına\ mil/kamyon\ ortalaması \times 1\ CO2, CH4\ ve\ N2O/\ 0.994\ CO2 = 4.640 metrik\ ton\ CO2e/araç\ /yıl \quad (2)$$

2.1.3. Benzinle Çalışan Binek Otomobilin Kapsadığı Mesafelerin Dönüşümü

Binek araçların mil başına sera gazı emisyonlarını belirlemek için Denklem 3 kullanılmıştır.

$$8{,}89 \times 10-3\ metrik\ ton\ CO2\ /\ galon\ benzin \times 1/22{,}2\ mil/galon\ otomobil/kamyon\ ortalama \times 1\ CO2\ ,\ CH4\ ve\ N2O\ /\ 0{,}994\ CO2 = 4{,}03\ x\ 10-4\ metrik\ ton\ CO2E\ /mil \quad (3)$$

2.1.4. Benzin ve Dizel Tüketiminin Dönüşümü

Tüketilen benzin ve dizel sonucu açığa çıkan emisyonların eş değerlik hesaplamaları Denklem 4 ve Denklem 5'e göre yapılmıştır.

$$8{,}887\ gram\ \frac{CO2}{galon}\ benzin = 8.887 \times 10-3\ metrik\ ton\ CO2/galon\ benzin \quad (4)$$

$$10{,}180\ gram\ \frac{CO2}{galon}\ dizel = 10.180 \times 10-3\ metrik\ ton\ CO2/galon\ dizel \quad (5)$$

2.1.5. Atıkların Geri Dönüştürülmesi

Atıkların düzenli depolandığı takdirde ton başına alınan karbondioksit eşdeğeri ile oluşturulan Denklem 6'ya göre dönüşüm sağlanmıştır.

2.89 metrik ton CO2 eşdeğer/ton atık depolamak yerine geri dönüştürüldü **(6)**

2.1.6. Akkor Lambaların LED'e Dönüştürülmesi

Akkor lambaların LED'e dönüştürülmesi için aşağıda verilen Denklem 7 ve Denklem 8 metodolojileri kullanılmıştır.

$$34\ watts\ x\ 3\ saat/gün\ x\ 365\ gün/yıl\ x\ 1\ kWh/1{,}000\ Wh = 37.2\ kWh/yıl/ampul\ değiştirildi \quad (7)$$

$$37.2\ kWh/ampul/yıl\ x\ 1{,}562.4\ lbs\ CO2/MWh\ teslim\ edilen\ elektrik\ x\ 1\ MWh/1{,}000\ kWh\ x\ 1\ metrik\ ton/ 2{,}204.6\ lbs = 2.64\ x\ 10-2\ metrik\ tons\ CO2/ampul\ değiştirildi \quad (8)$$

2.1.6. Emisyon Miktarına Göre Dikilen Fidan Sayısı

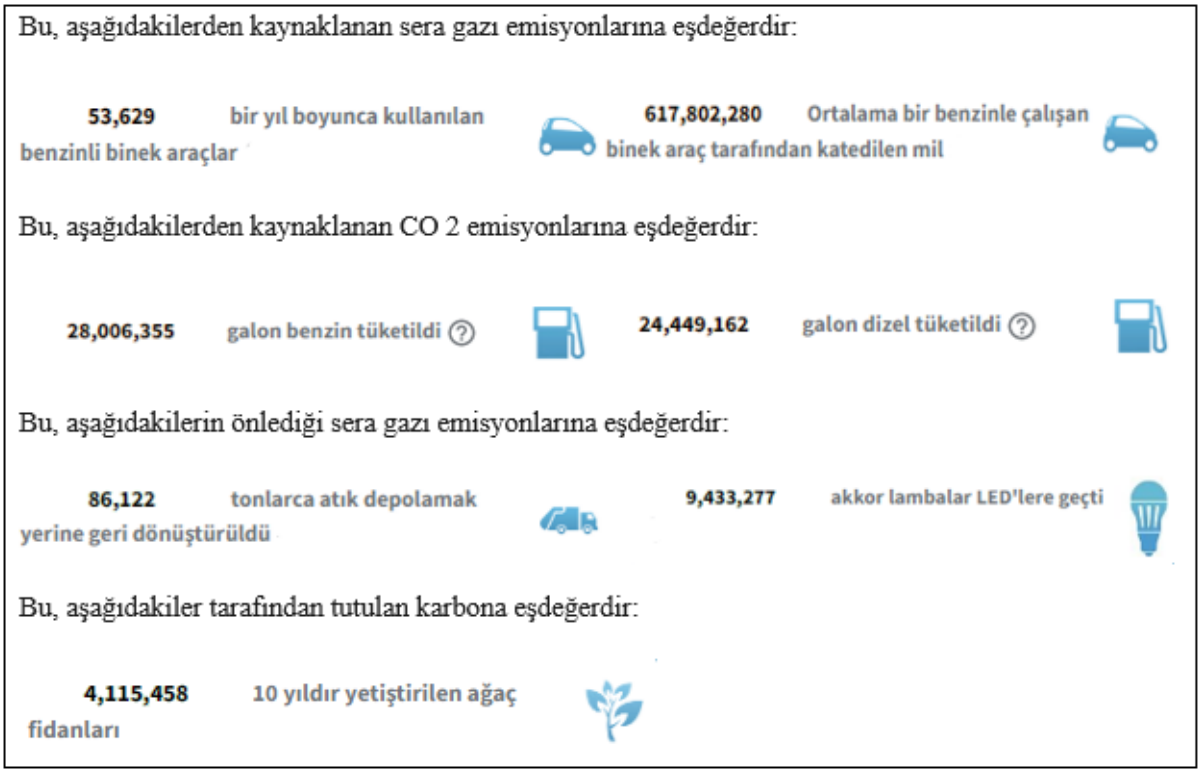
Dikilen fidanların 10 yıl boyunca büyümesine müsaade edilerek bir dikim gerçekleşmesi varsayılıp Denklem 10'a göre hesaplama yapılmıştır.

$$(0.11\ [Örneklenen\ kentsel\ ortamlarda\ iğne\ yapraklı\ ağaçların\ yüzdesi] \times 23.2\ lbs\ C/ iğne\ yapraklı\ ağaç) + (0.89\ [Örneklenen\ kentsel\ ortamlardaki\ yaprak\ döken\ ağaçların\ yüzdesi] \times 38.0 lbs\ C/yaprak\ döken\ ağaç) = 36.4\ lbs\ C/ağaç$$

$$36.4\ lbs\ C/ağaç \times (44\ birim\ CO2/12\ birim\ C) \times 1\ metrik\ ton/ 2{,}204.6\ lbs = 0.060\ \text{Kentte dikilen ağaç başına metrik ton CO2} \quad \textbf{(9)}$$

3. BULGULAR

Bu bölümde Erciyes Üniversitesi için 2017,2018 ve 2019 yıllarında gerçekleşen toplam emisyon miktarlarıyla yapılan EPA simülasyonunun sonuçları değerlendirilmiştir. Erciyes Üniversitesinin baz alınan üç yılda GHG Protokolü uygulanarak toplam 274357 ton CO_2 eşdeğer emisyon miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar ile yapılan simülasyon örneği Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. EPA Simülasyon Sonuçları

4. SONUÇLAR

2017, 2018 ve 2019 yıllarında Erciyes Üniversitesinde hesaplanan karbondioksit eş değer emisyon miktarları sürdürülebilir kalkınma yolunun başlatılması için ilk adım olarak belirlendi. Bu temelde yeşil kampüs girişimi Erciyes Üniversitesinin misyonudur.

Erciyes Üniversitesi kampüsünde üç yılda toplam 274357 ton CO_2 eşdeğer atmosfere salınım gerçekleşmiştir. Bu miktara göre EPA formülleri kullanılarak oluşturulan kıyaslama hesaplarında kampüs genelinde toplam sera gazı miktarına 53 bin benzinli binek aracın yılda ortalama 617 milyon mil kat etmesine denk emisyon salınımı olduğu görülmüştür. Ek olarak yine bu 274 bin ton eşdeğer CO_2'nin oluşumunun 28 milyon galon benzin, 24 milyon galon dizel ve 275 milyon kilo kömür tüketilmesiyle oluşmasına denk geldiği tespit

edilmiştir. Yapılan simülasyonda, eğer bu üç yıldaki karbondioksit salınımı gerçekleşmeseydi 86 bin ton atık depolamak yerine geri dönüştürülebileceği ve 9 milyon akkor lamba LED'lere dönüştürülebileceği senaryosu oluşmuştur. Aynı zamanda salınan CO2 eşdeğerini yutan 1.7 bin dönümlük orman alanı sağlanarak ve 10 yılda toplam 4 milyon ağaç yetiştirilmesi ile karbon nötrleme gerçekleşebileceği görülmüştür. Yapılan EPA simülasyon çalışması ile karbon emisyon stratejisi oluşturulup toplum için farkındalık oluşturulacağı ön görülmüştür.

KAYNAKÇA

[1] de Andrade, J. B. S. O., Garcia, J., de Andrade Lima, M., Barbosa, S. B., Heerdt, M. L., & Berchin, I. I. (2018). A proposal of a Balanced Scorecard for an environmental education program at universities. Journal of Cleaner Production, 172, 1674-1690.

[2] Alshuwaikhat, H. M., & Abubakar, I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. Journal of cleaner production, 16(16), 1777-1785.

[3] Nations, U. (2021). The 17 Goals.

[4] Patel, B. ve Patel, P. (2012). Yeşil girişimler yoluyla sürdürülebilir Claris lifesciences kampüsü. Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri , 16 (7), 4901-4907.

[5] Chalfoun, N. (2014). Greening university campus buildings to reduce consumption and emission while fostering hands-on inquiry-based education. Procedia Environmental Sciences, 20, 288-297.

[6] Shriberg, M. (2002). Institutional assessment tools for sustainability in higher education: strengths, weaknesses, and implications for practice and theory. Higher education policy, 15(2), 153-167.

[7] Dale, A., & Newman, L. (2005). Sustainable development, education and literacy. International Journal of Sustainability in Higher Education.

[8] Djordjevic, A., & Cotton, D. R. E. (2011). Communicating the sustainability message in higher education institutions. International Journal of Sustainability in Higher Education, 12(4), 381-394.

[9] Barnes, P., & Jerman, P. (2002). Developing an environmental management system for a multiple-university consortium. Journal of Cleaner Production, 10(1), 33-39.

[10] Bernheim, A. (2003). How Green Is Green? Developing a Process for Determining Sustainability When Planning Campuses and Academic Buildings. Planning for Higher Education, 31(3), 99-110.

[11] Cortese, A. D. (2005). Integrating sustainability in the learning community. Facilities Manager, 21(1), 29-34.

[12] Viebahn, P. (2002). An environmental management model for universities: from environmental guidelines to staff involvement. Journal of cleaner production, 10(1), 3-12.

[13] Xu, Y. L. (2010). Energy Efficiency Management of Campus Buildings in Hot Summer and Cold Winter Zone (Doctoral dissertation, Thesis for Master Degree. Tongji University, China).

[14] The Australian National University, 2009 The Australian National University The Australian National University Environmental Management Plan Implementation Strategies 2009 to 2015 (2009) http://sustainability.anu.edu.au/about-anugreen/environmental-management-plan (accessed 08.09.21.)

[15] US Green School Center website, 2016: http:www.centerforgreenschools.org.

[16] https://www.epa.gov/ (Erişim Tarihi 20.09.2022)