



MINISTRY OF ECONOMY
OF THE REPUBLIC
OF AZERBAIJAN



ECONOMIC
SCIENTIFIC
RESEARCH
INSTITUTE



İGÜ
SCTUAM
Sürdürülebilir Çevre ve Toplum
Uygulama ve Araştırma Merkezi



Scientific-
Research Institute
of Economic
Studies



MINGACHEVIR
STATE
UNIVERSITY

*DEDICATED TO THE “YEAR OF CONSTITUTION
AND SOVEREIGNTY OF AZERBAIJAN”*

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III

OCTOBER 02, 2025 / BAKU, AZERBAIJAN
OCTOBER 03, 2025 / MINGACHEVIR, AZERBAIJAN

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III

October 02-03, 2025 / Azerbaijan



MINISTRY OF ECONOMY
OF THE REPUBLIC
OF AZERBAIJAN



ECONOMIC
SCIENTIFIC
RESEARCH
INSTITUTE



igü
SCTUAM
Sürdürülebilir Çevre ve Toplum
Uygulama ve Araştırma Merkezi



MİNGƏÇEVİR
DÖVLƏT
UNİVERSİTETİ

CONGRESS PROCEEDINGS BOOK

EDITORS

Prof. Dr. Şahin SADIQOV
Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM
Assoc. Prof. Dr. Anar EMİNOV

Copyright © Liberty

ISBN: 979-8-89695-203-9

Publication Date: 21.10.2025

Liberty Publishing House

Water Street Corridor New York, NY 10038

www.libertyacademicbooks.com

+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adapted by Mariam Rasulan

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III

DATE and PLACE

OCTOBER 02-03, 2025 / BAKU/ MINGACHEVIR, AZERBAIJAN

ORGANIZATION

IKSAD-Institute of Economic Development and Social Research, Türkiye

NUMBER of ACCEPTED PAPERS-97 (*Türkiye- 40, Other Countries- 57*)

NUMBER of REJECTED PAPERS-11

PARTICIPANTS COUNTRY

Türkiye, Belgrade, United States, India, KKTC, Bulgaria, Africa, Azerbaijan, Poland, Nigeria, Algeria, Romania, Bangladesh

PRESENTATION

Oral & Poster presentation

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

Organizing Committee

- Prof. Dr. Şahin Sadıqov- Chairman of Economic Scientific Research Institute
Congress Honorary Head (Azerbaijan)
- Prof. Dr. Mümin Şahin- Rector Of Tekirdağ Namık Kemal University
Congress Honorary Head (Türkiye)
- Assoc. Prof. Dr. Anar Eminov- Rector Of Mingachevir State University
Congress Honorary Head (Azerbaijan)
- Prof. Dr. Fatih Yılmaz Rector Of Tokat Gaziosmanpaşa University
Congress Honorary Head (Türkiye)
- Prof. Dr. Arzu Hüseynova- First Deputy Chairman Of The Board Of Directors Esri
Organizing Committee Head (Azerbaijan)
- Prof. Dr. Fərhad Mikayilov- Economic Scientific Research Institute
Scientific Committee Head (Azerbaijan)
- Samirə Yusifova - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Rauf Musayev - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Nigar Ələsgərova - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Emin Mustafayev - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Azər Hüseyinli – Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Həbibə Cabbarova - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Natəvan Zöhrabova - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Ənvər Hacıyev - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Yusif Çərkəzov - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- İzzət Salmanova - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Kamran Ramazanov - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Nigar Əhmədli - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
- Assoc. Prof. Vügar Mustafayev - Mingachevir State University, Azerbaijan
- Assoc. Prof. Asim Memmedov - Mingachevir State University, Azerbaijan
- Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
- Prof. Dr. Salih Öztürk - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
- Prof. Dr. Rasim Yılmaz - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
- Prof. Dr. Nazim Hüseyinli - Baku Eurasian University, Azerbaijan
- Prof. Dr. Gülzar İbrahimova - Baku Eurasian University, Azerbaijan
- Prof. Dr. Seda Yıldırım - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
- Prof. Dr. Ömer Esen - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
- Prof. Dr. Yusuf Temur - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
- Prof. Dr. İlhan Eroğlu - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
- Prof. Dimiter Yordanov Dmitrov - Rector of "St Cyril and St. Methodius" University of Veliko
Tarnovo, Bulgaria
- Prof. Vihren Iankiev Bouzov - Vice Rector of "St Cyril and St. Methodius" University of Veliko
Tarnovo, Bulgaria
- Prof. Dr. Seda H. Bostancı - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
- Assoc. Prof. Vladimir Nikolaev Vladov - "St Cyril and St. Methodius" University of Veliko
Tarnovo, Bulgaria
- Assoc. Prof. Dr. Işıl Demirtaş – Giresun University, Türkiye
- Dr. Tuğba Kantarcı - Istanbul Gelisim University, Türkiye
- Lecturer Murat Özdemir - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye

International Scientific Committee

- Prof.Dr. Seyfettin Erdoğan, İstanbul Medeniyet University, Türkiye
Prof.Dr. Kenan Aydın, İstanbul Gelişim University, Türkiye
Prof. Dr. İbrahim Güran Yumuşak – İstanbul Sabahattin Zaim University, Türkiye
Prof. Dr. Salih Öztürk - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof.Dr. Rasim Yılmaz - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof.Dr. Rui Alexandro Castanho - University of Johannesburg, South Africa
Prof. Dr. Seda Yıldırım - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof.Dr.Pardeep Singh - University of Delhi, India
Prof. Dr. Cristina Raluca Gh. Popescu - University of Bucharest, Romania
Prof. Dr. Ömer Esen - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. Ramesh Chandra Das - Vidyasagar University, India
Prof. Dr. Veysel Eyyubov - Mingachevir State University, Azerbaijan
Prof. Dr. Seda H. Bostancı - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ceyhun Mahmudov - Mingachevir State University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Nüşabe Gadimli - Mingachevir State University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Emiliya Hüseynova - Mingachevir State University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Nigar Hüseynova - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Vinay Kandpal - UPES Dehradun, India
Assoc. Prof. Dr. Siyavuş Gasimov - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Salman Süleymanov - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Müttəlim Rəhimov - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Elmira Məmmədova-Kekeç - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Sevdə Rzayeva - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Səadət Şixiyeva - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Ruslan Abdullayev - Baku Eurasian University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Sakina Hacıyeva - Azerbaijan Tourism and Management University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Cemal Hacıyev - Azerbaijan Tourism and Management University, Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Nalan KANGAL EROĞLU - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assoc. Prof. Dr. M. Necati ÇOBAN - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye
Assist. Prof. Dr. Sejma Aydın / International Univeristy of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
Assist. Prof. Dr. Tuğba Kantarcı - İstanbul Gelisim University, Türkiye
Dr. Afzal Sayed Munna - University of Sunderland, UK
Dr. Guiseppe Cantafio - University of Sunderland, UK
Assist. Prof. Dr. Abdullah Khan - Raja Mahendra Pratap Singh State University, India
Lecturer Murat Özdemir - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Dr. Fuad Mürşüdlü - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Rövşən Əhmədov – Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Malik Mehdiyev - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Telman İmanov - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Emil Qasimov - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Manaf Bağır-zadə - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Turanə Əhmədova - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Zamiq Aslanov - Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan
Dr. Vügar Memmedli - Mingachevir State University, Azerbaijan
Dr. Fatih YETER - Tokat Gaziosmanpaşa University, Türkiye

PHOTO GALLERY



MINISTRY OF ECONOMY
OF THE REPUBLIC
OF AZERBAIJAN



ECONOMIC
SCIENTIFIC
RESEARCH
INSTITUTE



AZƏRBAYCANIN "KONSTITUSIYA VƏ
SUVERENLİK İLİ"NƏ HƏSR OLUNMUŞ

**"TƏKRAR EMAL İQTİSADİYYATI
VƏ DAVAMLILIQ SİYASƏTİ"
III BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS**

2 OKTYABR, 2025 / BAKI, AZƏRBAYCAN
3 OKTYABR, 2025 / MİNGƏÇEVİR, AZƏRBAYCAN

DEDICATED TO "THE YEAR OF CONSTITUTION
AND SOVEREIGNTY OF AZERBAIJAN"

**INTERNATIONAL CONGRESS OF
RECYCLING ECONOMY &
SUSTAINABILITY POLICY-III**

OCTOBER 02, 2025 / BAKU, AZERBAIJAN
OCTOBER 03, 2025 / MINGACHEVIR, AZERBAIJAN







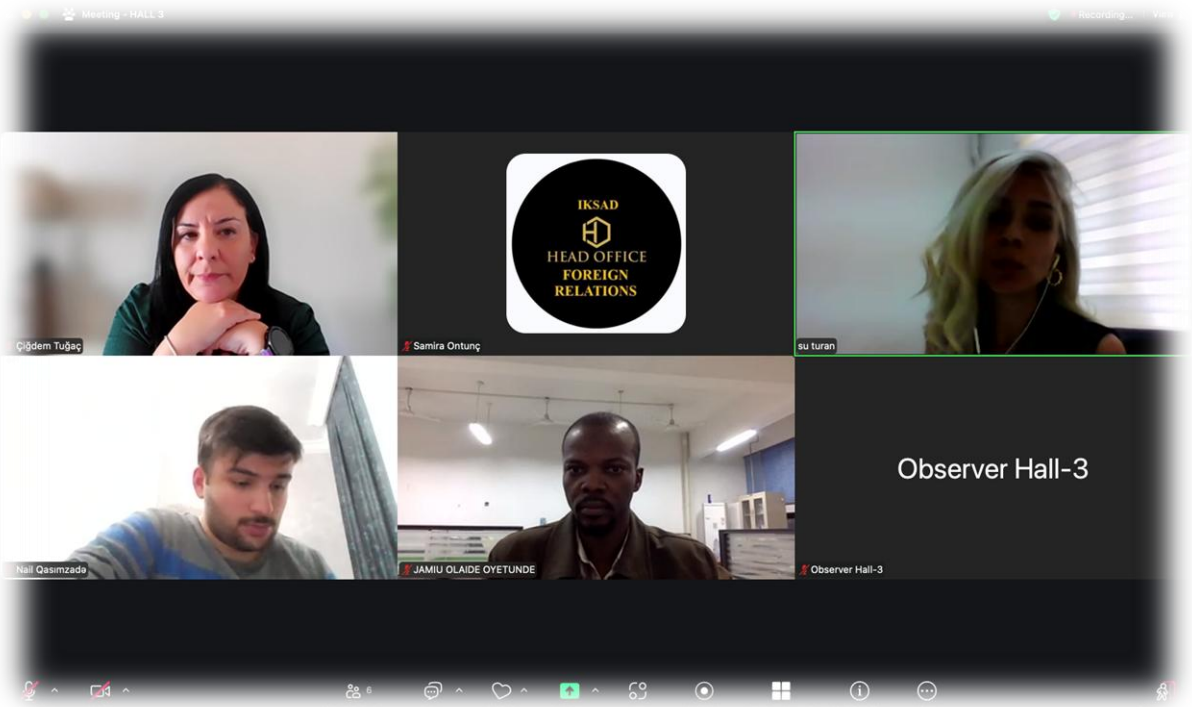
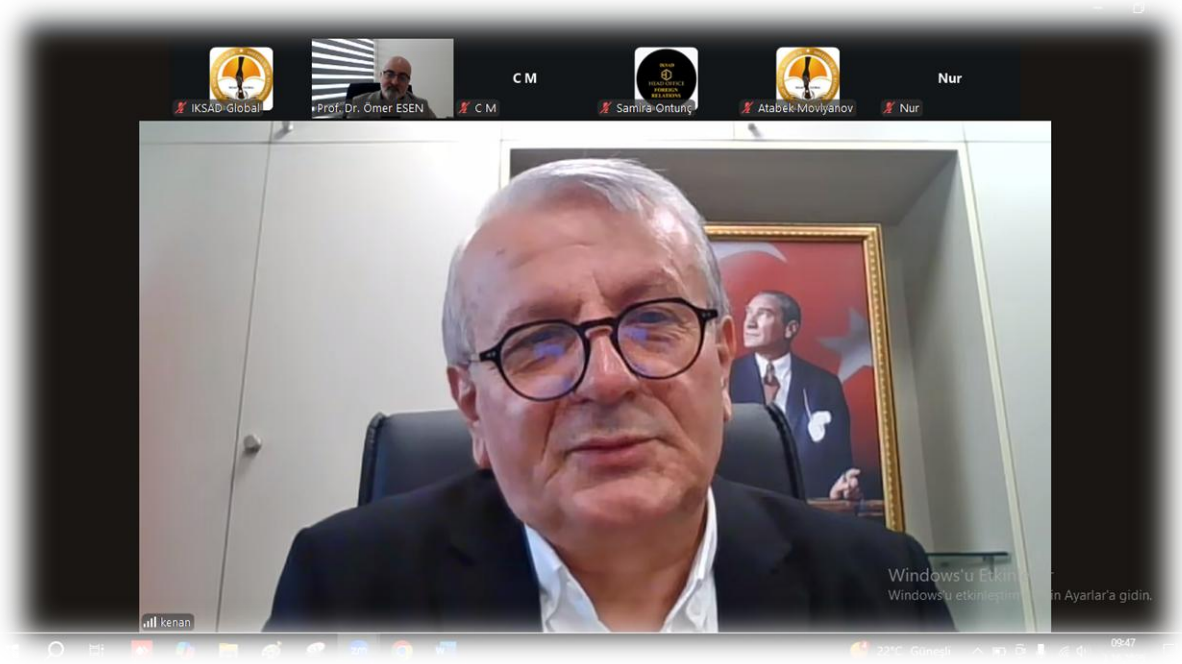




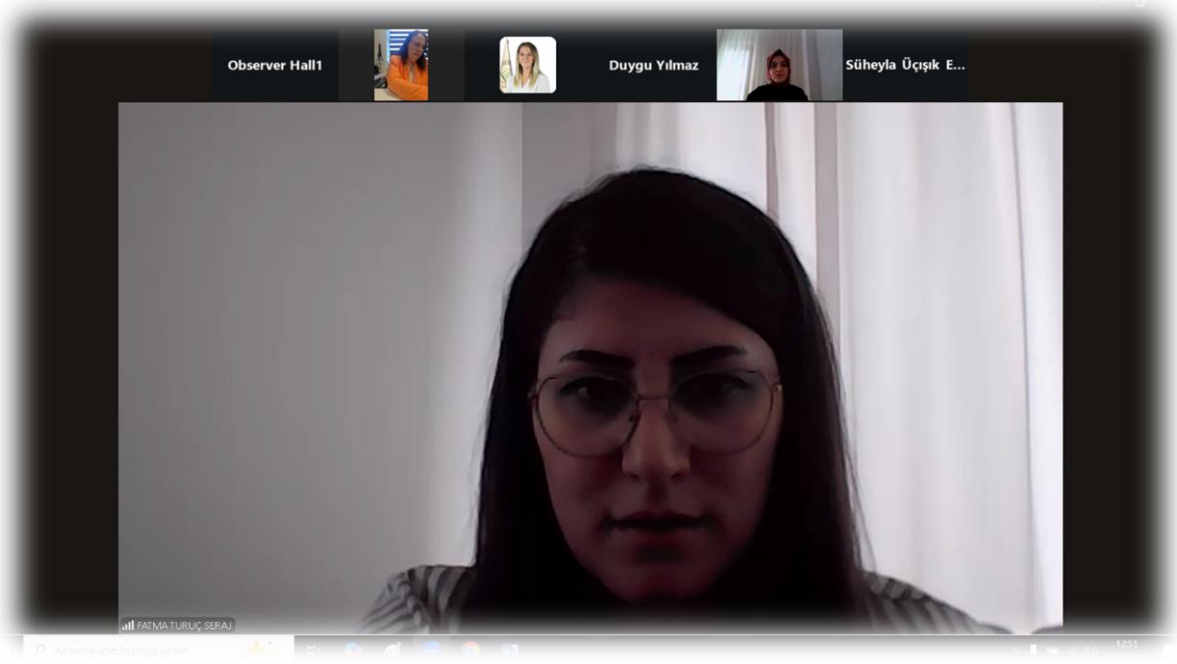


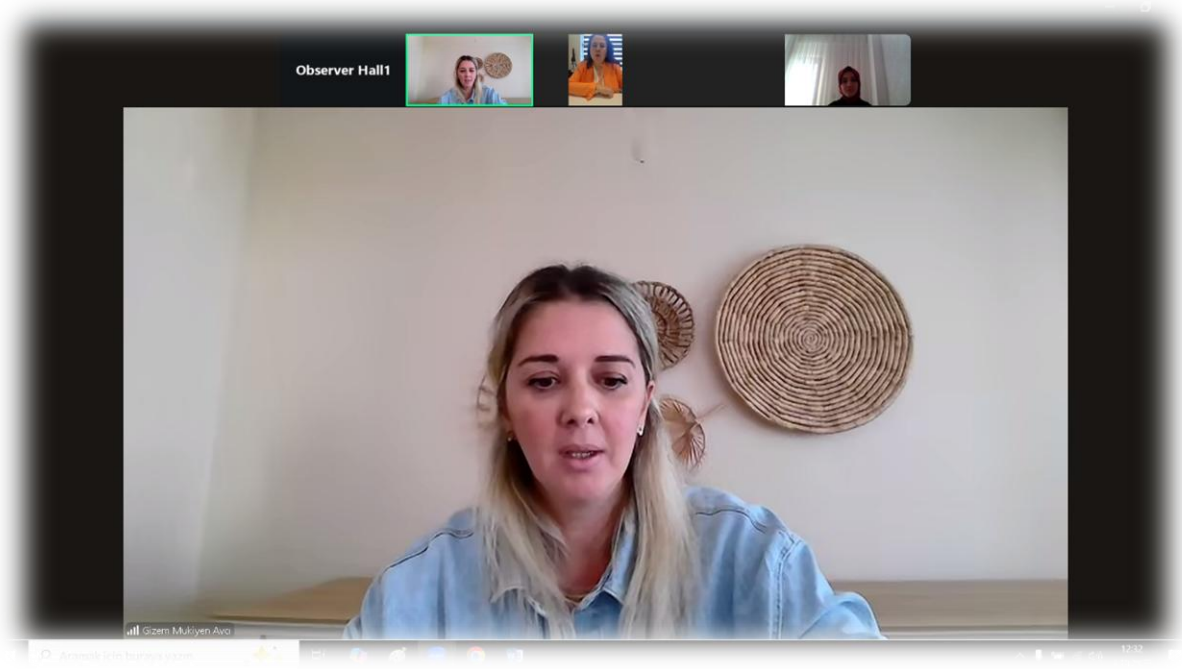


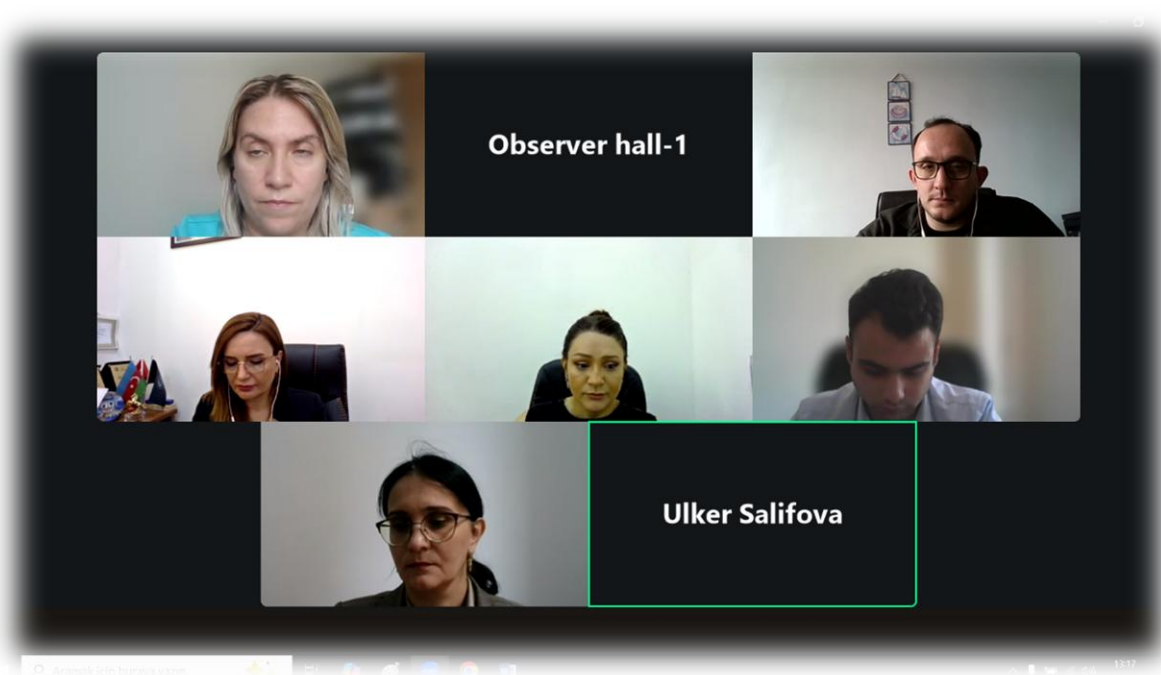














MINISTRY OF ECONOMY
OF THE REPUBLIC
OF AZERBAIJAN



ECONOMIC
SCIENTIFIC
RESEARCH
INSTITUTE



igü
SCTUAM
Sürdürülebilir Çevre ve Toplum
Uygulama ve Araştırma Merkezi



MİNGƏÇEVİR
DÖVLƏT
UNİVERSİTETİ

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III

Dedicated to the Year of Constitution and Sovereignty of Azerbaijan

October 02-03, 2025 / Azerbaijan

Opening Ceremony & In-Person Session-1: October 02, 2025 - Baku
In-Person Session-2: October 03, 2025 - Mingachevir

CONGRESS PROGRAM

Online & In-person



OPENING CEREMONY

02.10.2025 / Economic Scientific Research Institute
Baku city, Yasamal district, Hasan Bey Zardabi Avenue, 196, AZ1122
BAKU LOCAL TIME: 10⁰⁰ – 11⁰⁰

Prof. Dr. Şahin SADIQOV

Chairman of Economic Scientific Research Institute
CONGRESS HONORARY HEAD (Azerbaijan)

Assoc. Prof. Dr. Anar EMİNOV

Rector of Mingachevir State University
CONGRESS HONORARY HEAD (Azerbaijan)

Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM

Tekirdağ Namık Kemal University
ORGANIZING COMMITTEE HEAD (Türkiye)

Prof. Dr. Salih ÖZTÜRK

President of Scientific Committee IKSAD Institute
SCIENTIFIC COMMITTEE HEAD (Türkiye)

Prof. Dr. Yadulla Hasanli

Director of the Scientific Research Institute of Economic Studies

Assoc. Prof. Dr. Başak Özarslan DOĞAN

Director of the İstanbul Gelişim University SÇTUAM (Türkiye)

IN PERSON SESSION - 1

02.10.2025 / Economic Scientific Research Institute

Moderator: Arzu Huseynova

BAKU LOCAL TIME: 11⁰⁰: 13⁰⁰

PRESENTER	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Alovsat G. Aliyev Sudaba E. Abasova	Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan	DIGITAL TRANSFORMATION ASPECTS IN THE CONTEXT OF COP29 CHALLENGES TO ADDRESS CLIMATE CHANGE PROBLEMS
Prof. Dr. Melda Özdiñ Çarpınlioğlu	Gaziantep University, Türkiye	PLASTICS WASTE MANAGEMENT VIA MICROWAVE PLASMA: A MULTIPURPOSE FIT WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS OF THE UNITED NATIONS, UN
Dr. Elvan CAFAROV	Azərbaycan Dövlət Pedagoji Universiteti	GRANTING THE STATUS OF THE STATE LANGUAGE TO THE AZERBAIJANI LANGUAGE, WHICH BELONGS TO THE TURKIC LINEAGE, IN THE 1995 DRAFT CONSTITUTION
Assoc. Prof. Dr. Agnieszka Wójcik-Czerniawska Zbigniew Grzymała	SGH- Warsaw School of Economic, Poland	ADAPTIVE CIRCULAR GOVERNANCE: INTEGRATING RECYCLING INNOVATION INTO GLOBAL SUSTAINABILITY POLICIES
Dr. Öğr. Üyesi Burcu Savaş Çelik Dr. Öğr. Üyesi Tugba Kantarcı	İstanbul Gelişim University, Türkiye	THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION, FINANCIAL DEVELOPMENT AND ECONOMIC GROWTH: AN EMPIRICAL ANALYSIS OF TURKEY AND AZERBAIJAN
Roza O.Shahverdiyeva	Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan	DEVELOPMENT OF CIRCULAR ECONOMY MECHANISMS AND TECHNOLOGIES FOR THE FORMATION OF TECHNOLOGICAL ECONOMIC DEVELOPMENT
Ass.Prof. Huseynova Rena Shikar Jafarova Natavan Rasim Ismailova Melek Fazilg	Azerbaijan State University of Economics, Azerbaijan	INTEGRATION OF CIRCULAR ECONOMY IN THE EDUCATION SYSTEM
Assoc. Prof. Farhad Mikayilov Emin Mustafayev Nigar Alasgarova Habiba Jabbarova	Economic Scientific Research Institution under the Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan	IMPACTS OF THE CIRCULAR ECONOMY TRANSITION TO THE ECONOMIC INEQUALITY: WINNERS AND LOSERS
Turana Ahmadova	ESRI, Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan	SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND BUSINESS: INTERRELATIONS AND PERSPECTIVES
Aygün Babazada Prof. Dr. Altan Doğan	Istanbul University, Institute of Social Sciences, Türkiye	SICK BUILDING SYNDROME AND ITS IMPACT ON EMPLOYEES

IN PERSON SESSION - 2

02.10.2025 / Economic Scientific Research Institute

Moderator: Telman Imanov

BAKU LOCAL TIME: 11⁰⁰ : 13⁰⁰

PRESENTER	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Alovsat G. Aliyev Khayala Abdilhuseynova</i>	<i>Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan</i>	<i>ASPECTS OF DIGITAL ECOLOGICAL TRANSFORMATIONS AND THEIR IMPACT ON THE GREENING PROCESSES OF ECONOMIC DEVELOPMENT</i>
<i>Assist. Prof. Dr. Murat Topcu</i>	<i>Istanbul Gelisim University, Faculty of Economics, Türkiye</i>	<i>TÜRKYE BIST SUSTAINABILITY INDEX PRICE BUBBLE ANALYSIS</i>
<i>Şenel Genç</i>	<i>Istanbul Topkapi University, Türkiye</i>	<i>ART AND SUSTAINIBILITY: UPCYCLING PRACTISES AND ANALYSES OF TEXTILE MATERIALS</i>
<i>Prof. Dr. Meltem INCE YENILMEZ</i>	<i>Izmir Democracy University, Türkiye</i>	<i>RENEWABLE ENERGY TRANSFORMATION OF TURKEY: SUSTAINABILITY-ORIENTED POLICY ANALYSIS AND FUTURE PROJECTIONS</i>
<i>Telman Imanov</i>	<i>ESRI, Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan</i>	<i>ECOLOGICAL PROBLEMS OF SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT</i>
<i>Professor Saleh Mammadov Musayev Vusal Suliddin</i>	<i>Azerbaijan State Economics University and Baku engineering University</i>	<i>SUSTAINABLE INVESTMENT PORTFOLIOS: THE ROLE OF AI-DRIVEN ANALYTICS IN BANKING TO OPTIMIZE RECYCLING ECONOMY PROJECTS FOCUSING ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS</i>
<i>Murad Hacıyev</i>	<i>ESRI, Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan</i>	<i>MANAGEMENT CHALLENGES OF THE CENTRAL BANK OF AZERBAIJAN AND THE EFFECTIVENESS OF MONETARY POLICY</i>
<i>Hasan Rahimli</i>	<i>ESRI, Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan</i>	<i>SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT PHILOSOPHY: A CRITICAL COMPARATIVE ANALYSIS OF RIGHT-CONSERVATIVE AND LEFT-GLOBALIST APPROACHES</i>
<i>Ismailzade Saida Jafar</i>	<i>Ganja State University, Azerbaijan</i>	<i>MONETIZATION OF SECONDARY RESOURCES: ECONOMIC POTENTIAL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AZERBAIJAN</i>
<i>Ismail Ismailzade Mikail oglu</i>	<i>Turkish-Kazakhstan University, Azerbaijan</i>	<i>INNOVATIVE WASTE PROCESSING TECHNOLOGIES: FROM THEORY TO PRACTICE</i>

IN PERSON SESSION - 3

03.10.2025 / Mingachevir State University

Moderator:

BAKU LOCAL TIME: 14⁰⁰ : 16⁰⁰

PRESENTER	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nushaba Gadimli	Mingachevir State University, Azerbaijan	OPPORTUNITIES FOR THE IMPLEMENTATION OF GREEN FINANCE MECHANISMS IN THE AZERBAIJANI ECONOMY
Lala Ahmadova	Mingachevir State University, Azerbaijan	ECOLOGICAL PRINCIPLES OF SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT
Vefa Mustafazade	Mingachevir State University, Azerbaijan	THE ECONOMIC IMPACTS AND INNOVATIVE APPROACHES OF RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES
Assoc. prof., Nushaba Gadimli Ulvi Mammadov	Mingachevir State University, Azerbaijan	THE ROLE OF GREEN ECONOMY AND ENVIRONMENTAL INITIATIVES IN ENSURING SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT
Tarana Yusibova Gulgun Israfilova	Mingachevir State University, Azerbaijan	THE ECOLOGICAL BENEFITS OF THE ECONOMY AND ITS ROLE IN SUSTAINABILITY POLICY
Fahmi Babayev	Mingachevir State University, Azerbaijan	ENERGY TRANSITION AND RENEWABLE SOURCES: PERSPECTIVES ON REGIONAL INTEGRATION
Aytan Nadirova	Mingachevir state university, Azerbaijan	IMPLEMENTATION MECHANISMS OF INNOVATIVE FINANCIAL STRATEGIES IN COUNTRIES OF THE WORLD: DIRECTIONS AND EXPERIENCES OF INNOVATIVE FINANCIAL STRATEGIES IN AZERBAIJAN AND TURKEY
Ulvi Seyidov	Mingachevir State University, Azerbaijan	THE IMPACT OF GLOBAL ECONOMIC CHALLENGES ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT
Aliyeva Fatima Murshud kızı	Mingachevir State University, Azerbaijan	ALGORITHMS AND METHODS OF THEIR USE IN NATURAL LANGUAGE PROCESSING
hüseyc Taghiyev	Mingachevir State University, Azerbaijan	MODERN APPROACHES TO DEVELOPMENT ECONOMICS: SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ECONOMIC GROWTH
Abdullayev Alirza Agil	Mingachevir state university, Azerbaijan	THE IMPACT OF INTERNATIONAL TOURIST ACTIVITY ON HOSPITALITY OPERATIONS AND EMPLOYMENT
Orkhan Guliyev	Mingachevir State University, Azerbaijan	THE U.S. MIDDLE EAST POLICY PREDICTED ON OIL AND ITS IMPLICATIONS FOR THE FORMATION OF PRICES IN THE WORLD ECONOMY
Mammadli Vugar Ahmed oglu	Mingachevir State University, Azerbaijan	CRITERIA FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF TAX BENEFITS
Kenan Abbasov Polad	Mingachevir State University, Azerbaijan	TRANSITION TO A CIRCULAR ECONOMY
Jamala Tahirzadeh İrade Khusayinova	Azerbaijan University of Technology, Türkiye	THE ROLE OF SUSTAINABLE AND REGENERATIVE TOURISM IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHALLENGES

IN PERSON SESSION - 4

03.10.2025 / Mingachevir State University

Moderator:

BAKU LOCAL TIME: 16⁰⁰ : 18⁰⁰

PRESENTER	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Valiyeva Natavan Ibrahim Islamova Shabnem Ziyeddin	Mingachevir State University, Azerbaijan	ENVIRONMENTAL PROTECTION AND NEW PERSPECTIVES OF SUSTAINABLE POLICY
Jeyhun Mahmudov	Mingachevir state university, Azerbaijan	MANAGEMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE AS A NEW PARADIGM OF ECONOMIC SECURITY
Aysel Bayramova	Mingachevir State University, Azerbaijan	E-WASTE RECYCLING AND ENVIRONMENTAL RISKS
Müəllim Nərgiz Mustafayeva	Mingachevir State University, Azerbaijan	IMPLEMENTATION OF GREEN CONSTRUCTION TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT PROCESS IN AZERBAIJAN
Anar Eminov Ramil Hasanov	Mingachevir State University, Azerbaijan	WATER RESOURCES AND AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN: A BOUNDS TESTING APPROACH
P.S. Safarova	Mingachevir State University, Azerbaijan	SCIENTIFIC BASES OF FORMATION OF STUDENT GROUPS AND ECOLOGICAL EDUCATION AMONG THE POPULATION
Yeganə Məmmədli	Mingachevir state university, Azerbaijan	DIRECTIONS FOR IMPROVING THE STATE SOCIAL INSURANCE SYSTEM
Alakbarova Nurana Vugar	Mingachevir state university, Azerbaijan	STRUCTURAL ANALYSIS OF ADVERTISING TERMS
Kanan Abbasov	Mingachevir state university, Azerbaijan	RANSITION TO A CIRCULAR ECONOMY
AKBAROVA SAMIRA YUSIF qizi	Mingachevir state university, Azerbaijan	ASSESSMENT OF THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES (NPP) IN AGROECOTOURISM AS A STEP TOWARDS THE TRANSITION OF OUR REPUBLIC TO A "GREEN ECONOMY"
Leyla Niyazova		RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY POLICY
Assoc. Prof. Vugar Sabir oghlu Mustafayev Leyla Vugar gizi Ismayilzada	Mingachevir State University, Azerbaijan	APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN WATER RESOURCES MANAGEMENT: REALITIES AND PROSPECTS
Arif Taghiyev	Mingachevir State University, Azerbaijan	MODERN APPROACHES TO DEVELOPMENT ECONOMICS: SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ECONOMIC GROWTH
Ramida Khalilova	Azerbaijan University of Technology, Azerbaijan	NAVIGATING PROGRESS: THE IMPACT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INITIATIVES ON AZERBAIJAN'S TOURISM SECTOR

ONLINE SESSION OPENING CEREMONY

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123
<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aqC2oUjagz0NPFo49XjuPRY97DJ2ol.1>

BAKU LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 11⁰⁰ - ANKARA LOCAL TIME: 09⁰⁰ - 12⁰⁰

PLENARY SESSION-1 / KEYNOTE SPEAKERS

MODERATOR

Prof.Dr. Ömer Esen

Tekirdag Namık Kemal University (Türkiye)

Prof. Dr. Kenan Aydın

İstanbul Gelişim University (Türkiye),
Dean of the Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Business
Administration

Prof. Dr. Seyfettin Erdoğan

İstanbul Medeniyet University (Türkiye)

Prof. Dr. Rui Alexandre Castanho

WSB University (Poland)

Prof. Dr. Pardeep Singh

University of Delhi (India)

Prof. Dr. Cosimo Magazzino

Roma Tre University (Italia)

Assoc. Prof. Dr. Volha Rudkouskaya

Western Caspian University (Belarus)

Dr. Viana Hassan

Founder of European Tourism and Events Training Academy (Malta)

Prof. Dr. Hebatallah Adam

O.P. Jindal Global University (JGU), India

Assist. Prof. Dr. Firdous Ahmad Malik

University of People (USA),
President of Jammu and Kashmir Economic Association,

ONLINE PRESENTATIONS

02.10.2025 / SESSION-1 / HALL-1

BAKU LOCAL TIME: 13³⁰ : 15³⁰ / ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ : 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Bilge KÖKSEL**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Gizem Mukiyen Avcı	Zonguldak Bulent Ecevit University, Türkiye	CARBON-FREE FOOTPRINT IN TURKEY: ENVIRONMENTAL IMPACTS OF RENEWABLE ENERGY, ECONOMIC GROWTH, AND NATURAL RESOURCE USE
Manaf Baghizade Nihala Musazade	Economic Scientific Research Institute, Azerbaijan	DIGITAL CHALLENGES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: REGULATORY GAPS
Zeka Hadizade	Azerbaijan State University of Economics, Azerbaijan	BEHAVIOURAL POLICIES IN HIGH RECYCLING CULTURES: EXPERIENCES FROM GERMANY, JAPAN AND SOUTH KOREA
Fatma TÜRÜÇ SERAJ Süheyla ÜÇİŞİK ERBİLEN	Yakın Doğu Üniversitesi, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Doğu Akdeniz Üniversitesi, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti	FOSSIL FUELS, RENEWABLE TRANSITION, AND SUSTAINABILITY: A PANEL STUDY OF THE TOP 15 CARBON-EMITTING COUNTRIES
Lect. Murat Özdemir Prof. Dr. Veli Sırım	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye	ENERGY SOVEREIGNTY AND SUSTAINABILITY: TÜRKİYE AND AZERBAIJAN FROM AN ECONOMIC NATIONALISM PERSPECTIVE
Sebile TECİRLİ Prof. Dr. Bilge KÖKSEL	Gaziantep University, Türkiye	THE IMPACT OF ECONOMIC CHALLENGES ON HOUSEHOLD CONSUMPTION: INCOME INEQUALITY AND PRICE LEVEL PERSPECTIVE (1990–2024)
Prof. Dr. İlhan Eroğlu Duygu Yılmaz	Tokat Gaziosmanpasa University, Türkiye	REFLECTIONS OF CLIMATE CHANGE-RELATED RISKS ON MONETARY TRANSMISSION CHANNELS
Rumella Jafarova	Azerbaijan University of Architecture and Construction (AzUAC).	CONSUMER BEHAVIOR AND SUSTAINABLE LIFESTYLES

ONLINE PRESENTATIONS

02.10.2025 / SESSION-1 / HALL-2

BAKU LOCAL TIME: 13³⁰ : 15³⁰ / ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ : 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Esra Dobrucali**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Baghierzade Nigar</i>	<i>International Master's and Doctoral Studies Center, Azerbaijan</i>	<i>TRANSITION TO CIRCULAR ECONOMY: SUSTAINABLE MARKETING APPROACHES AND RECYCLING PRACTICES</i>
<i>Firdovsi Hashim oglu Shahbazov</i>	<i>MSE Institute of Economics, Azerbaijan</i>	<i>GREEN ECONOMY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT</i>
<i>Esra Dobrucali</i>	<i>Sakarya University, Türkiye</i>	<i>STRATEGIC EVALUATION OF THE CONSTRUCTION SECTOR'S TRANSITION TOWARDS A CIRCULAR ECONOMY</i>
<i>Asst. Prof. Dr., Onur ŞEYRANLIOĞLU Asst. Prof. Dr. Çağlar SÖZEN Assoc. Prof. Dr. Arif ÇİLEK</i>	<i>Giresun University, Türkiye</i>	<i>DO BIST SUSTAINABILITY STOCK INDEXES EXHIBIT MEAN- REVERSION BEHAVIOR?</i>
<i>Assoc. Prof. Dr., Arif Çilek Asst. Prof. Dr., Çağlar Sözen Asst. Prof. Dr., Onur Şeyranlioğlu</i>	<i>Giresun University, Türkiye</i>	<i>EVALUATING THE FINANCIAL PERFORMANCE OF MINING AND QUARRYING SECTOR COMPANIES TRADED ON BORSA ISTANBUL USING THE HYBRID MEREC-MAUT MCDM MODEL</i>
<i>Melike Nur İnce Buse Çetin Tuğçe Topal Dolaş Nur Filiz Ulutaş Çağatay Taşdemir</i>	<i>Bursa Technical University, Türkiye</i>	<i>FROM REPORTING TO ACTION: HOW GLOBAL COMPANIES ALIGN WITH THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS</i>
<i>Prof. Dr. Valentin Vasilev Lect. Murat Özdemir Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım</i>	<i>Higher School of Security and Economics, Bulgaria</i>	<i>GLOBALISATION, FINANCIAL DEEPENING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: EVIDENCE FROM DEVELOPING COUNTRIES</i>
<i>Cuma Demirtaş</i>	<i>Aksaray University, Türkiye</i>	<i>REVISITING THE ROLE OF DIGITALIZATION IN TAX REVENUES: EVIDENCE FROM TURKIYE WITH A WAVELET QUANTIL APPROACH</i>

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aqC2oUjagz0NPfo49XjuPRY97DJ2o1.1>

ONLINE PRESENTATIONS

02.10.2025 / SESSION-1 / HALL-3

BAKU LOCAL TIME: 13³⁰ : 15³⁰ / ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ : 14³⁰

HEAD OF SESSION: İsgəndərova Leyla Qəhrəman qızı

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Çiğdem TUĞAÇ	Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Türkiye	INNOVATIVE APPROACHES IN SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT
Klemens Katterbauer Sema Yılmaz Hassan Syed Laurent Cleenewerck Rahmi Deniz Özbay	Euclid University, Africa Yıldız Technical University, Türkiye. Euclid University, Africa Euclid University, Africa İstanbul Ticaret University, Türkiye	SMART TREATIES FOR A GREENER FUTURE: HOW AI CAN REVOLUTIONIZE RECYCLING LAW IN CHINA-AFRICA ENVIRONMENTAL COOPERATION
Nail Gasimzade	Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan	THE APPLICATION OF CONSTRUCTION LOANS IN THE FINANCING OF GREEN-CERTIFIED BUILDINGS
Mohammed Lateefat Bunmi Jamiu Olaide Oyetunde Muhammad Mujahid Muhammad	Ahmadu Bello University Zaria, Kaduna. Nigeria.	ASSESSMENT OF FLOODING ON RESIDENTIAL PROPERTIES OF NIGERIAN AIR FORCE BASE KADUNA AND ENVIRON
E. Su TURAN	Çukurova University, Türkiye	THE ROLE OF SOLAR ENERGY IN THE RENEWABLE ENERGY TRANSITION: TÜRKİYE'S CONTRIBUTION TO NET-ZERO TARGETS
İsgəndərova Leyla Qəhrəman qızı	Azerbaijan State University of Economics, Azerbaijan	COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STATE OF HUMAN CAPITAL: AZERBAIJAN AND INTERNATIONAL EXPERIENCE
Arafatur Rahaman Abidur Rahman Efaz Mushfiq Ali Rajon Adiba Ashraf Zobia Juearia	Southeast University, Bangladesh Adroit Research Foundation (ARF), Bangladesh.	FIGHT AGAINST DISINFORMATION AND FACT-CHECKING IN BANGLADESH'S JULY 2024 UPRISING: THE DIGITAL BATTLEFIELD

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aqC2oUjagz0NPfo49XjuPRY97DJ2ol.1>

ONLINE SESSION OPENING CEREMONY

03.10.2025

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aqC2oUjagz0NPFo49XjuPRY97DJ2ol.1>

BAKU LOCAL TIME: 10⁰⁰ - 13⁰⁰ - ANKARA LOCAL TIME: 09⁰⁰ - 12⁰⁰

PLENARY SESSION-2 / KEYNOTE SPEAKERS

MODERATOR

Prof. Dr. Seda H. Bostancı

Tekirdağ Namık Kemal University (Türkiye)

Prof. Dr. Ashulekha Gupta

Graphic Era Deemed to be University (India)

Dr. Ibrahim Kshanh

(Egypt)

Prof. Dr. Silky Vigg

New Delhi Institute of Management (India)

Recep Durul

Businessman (Türkiye)

Dr. Burak Ektiren

Director of the İstanbul Hilton Kozyatagı (Türkiye)

Assoc. Prof. Dr. Arjeta Hallunovi Shpuza

University Aleksander Moisiu Durrës, (Albania)

Assoc. Prof. Dr. Samriti Mahajan

New Delhi Institute of Management (India)

Assoc. Prof Dr. Shajara Ul-Durar

University of Sunderland (England)

Asisst. Prof. Dr. Komal Rawat

St. Aloysius' College, Jabalpur, M.P., (India)

Dr. Bishnu Pada Bose

Indian Institute of Technology Kharagpur, Kharagpur, (India)

Dr. Sumanta Bhattacharya

PhD Scholar at Asian International University, (India)

ONLINE PRESENTATIONS

03.10.2025 / SESSION-1 / HALL-1

BAKU LOCAL TIME: 13³⁰ : 15³⁰ / ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ : 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Abdullah Açık**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Asst. Prof. Dr. Nergis Özispa Assoc. Prof. Dr. Abdullah Açık	Dokuz Eylül University, Türkiye Mersin University, Türkiye	NONLINEAR MARKET BEHAVIOR IN SHIP RECYCLING: EVIDENCE FROM THRESHOLD REGRESSION ON BDI-DRIVEN SCRAP DECISIONS
Sılanur Genç Assoc. Prof. Dr. Ceren Çubukçu Çerasi	Gebze Technical University, Türkiye	EMPLOYEE PERCEPTIONS IN CORPORATE SUSTAINABILITY CULTURE: A CONCEPTUAL STUDY ON BLUE AND WHITE COLLAR EMPLOYEES
Assoc. Prof. Dr. Huseynova Rena Shikar Jafarova Natavan Rasim Ismailova Melek Fazil	Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan Faculty, Azerbaijan	MANAGEMENT OF HUMAN CAPITAL IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTALLY ORIENTED DEVELOPMENT
Ulkar Salifova Shahvaed	Azeriqaz Production Union, Baku, Azerbaijan	DEVELOPMENT OF SMES AND THE UN SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: ALIGNMENT AND INTEGRATION OPPORTUNITIES
Assoc. Prof. Sabir QULUZADA	Azerbaijan Tourism and Management University, Vice Dean	THE ROLE OF TOURISM IN SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN
Emin Alimusayev	Baku State University, faculty of Law, Baku, Azerbaijan	LEGAL MECHANISMS OF INTEGRATING SUSTAINABILITY CLAUSES AND CLIMATE REGULATION INTO DOMESTIC LEGISLATION

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aqC2oUjagz0NPFo49XjuPRY97DJ2ol.1>

ONLINE PRESENTATIONS

03.10.2025 / SESSION-1 / HALL-2

BAKU LOCAL TIME: 13³⁰ : 15³⁰ / ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ : 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Assoc. Prof. Dr. Gamze Yıldız ŞEREN**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Gamze Yıldız ŞEREN Prof. Dr. Ömer ESEN	Tekirdag Namık Kemal University, Türkiye	FOREIGN DIRECT INVESTMENT AND GENDER EQUALITY IN EMPLOYMENT IN TRANSITION ECONOMIES: NEW EMPIRICAL EVIDENCE FROM THE COMMONWEALTH OF INDEPENDENT STATES (CIS)
Emine ÖRS Prof. Dr. Dilek Sürekçi Yamaçlı	İzmir Demokrasi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye	CARBON GOVERNANCE IN EMERGING ECONOMIES: A HYBRID THEORETICAL ANALYSIS OF TURKEY'S 2025 CLIMATE LAW AND THE EU CARBON BORDER ADJUSTMENT MECHANISM
Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım	Tekirdag Namık Kemal University, Türkiye	RECYCLING POLICIES AMONG THE CIRCULAR ECONOMY
Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM Prof. Dr. Ömer ESEN	Tekirdag Namık Kemal University, Türkiye	The Impact of Environmental Policies and Economic Dynamics on Waste Exports in The European Union: Evidence from The Two-Step Difference Generalised Moments Method
Prof. Dr. Ömer ESEN Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM Metin Bayrak	Tekirdag Namık Kemal University, Türkiye. Atatürk University, Erzurum, Türkiye	The Dynamic Role Of Environmental Taxes In Promoting Sustainable Development In Eu Economies: New Evidence From A Fractional Frequency Flexible Fourier Form Panel Cointegration Test

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aQC2oUjagz0NPFo49XjuPRY97DJ2o1.1>

ONLINE PRESENTATIONS

03.10.2025 / SESSION-1 / HALL-3

BAKU LOCAL TIME: 13³⁰ : 15³⁰ / ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ : 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Seda H. Bostancı**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Seda H. Bostancı Cristina Raluca Gh. Popescu Gheorghe N. Popescu	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye University of Bucharest, Romania	DISCUSSING CONTEMPORARY CIRCULARITIES: CIRCULAR ECONOMY, CIRCULAR SOCIETY, CIRCULAR LIFESTYLE, CIRCULAR CITIES
Seda H. Bostancı	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye	A REVIEW ON THE RELATIONSHIP BETWEEN CIRCULAR ECONOMY AND WASTE MANAGEMENT
Seda Yıldırım Seda H. Bostancı	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye	WATER RECYCLING POLICIES FOR RESILIENT CITIES
Sivaretinamohan R Prof. Dr. Seda Yıldırım	Symbiosis Centre for Management Studies, Bengaluru, India. Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye	CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTE ENTREPRENEURSHIP
Prof. Dr. Seda Yıldırım	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye	THE ROLE OF SOCIAL MEDIA ON RECYCLING AWARENESS THROUGH GREEN INFLUENCERS
Prof. Dr. Seda Yıldırım	Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye	PRACTICAL APPLICATION OF SUSTAINABLE TRANSFORMATION IN THE FASHION INDUSTRY: RECYCLING AND FASHION

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aqC2oUjagz0NPFo49XjuPRY97DJ2ol.1>

ONLINE PRESENTATIONS

03.10.2025 / SESSION-1 / HALL-4

BAKU LOCAL TIME: 13³⁰ : 15³⁰ / ANKARA LOCAL TIME: 12³⁰ : 14³⁰

HEAD OF SESSION: **Doctor Rahmouni Hanane**

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
<i>Doctor Rahmouni Hanane</i>	<i>University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Oran, Algeria</i>	<i>THE PRINCIPLES OF PUBLIC PROCUREMENT OF INVESTMENTS BETWEEN BURDEN AND OBLIGATION</i>
<i>Yusuf Ahmed Tijjani Dr. Umar Mohammed Mijinyawa Hamzadeen Shehu Sani Samau'al Saminu Suleiman Kanti</i>	<i>Ahmadu Bello University Zaria</i>	<i>RELATIONSHIP BETWEEN CORPORATE GOVERNANCE AND INTELLECTUAL CAPITAL EFFICIENCY OF LISTED NON-FINANCIAL FIRMS IN NIGERIA: A PANEL REGRESSION STUDY</i>
<i>Lect. Andrei Borşa Alexandra Raluca Borşa (Bogdan) Prof. Mircea Valentin Muntean Assoc. Prof Ovidiu Ghiuță</i>	<i>University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania</i>	<i>SUPPORT INFRASTRUCTURE AND GOVERNANCE OF ACADEMIC SPIN-OFFS: INCUBATORS AND ACCELERATOR MODELS IN ROMANIAN LIFE SCIENCE UNIVERSITIES (2014–2024)</i>
<i>Feroz Ahmed Arafatur Rahaman</i>	<i>Department of Information Systems and Analysis, Lamar University, TX, USA</i>	<i>AI-DRIVEN PREDICTIVE MODELING OF BANGLADESH ECONOMIC TRENDS: HIGHLIGHTING FINANCIAL CRIME & FRAUD</i>
<i>Aleksandra Nikolova Marković</i>	<i>Megatrend University, Faculty of Law, Serbia</i>	<i>LEGAL ASPECTS AND INTERNATIONAL FRAMEWORKS OF ENVIRONMENTAL AND RECYCLING POLICIES IN THE AVIATION INDUSTRY</i>
<i>Grace Charles Dikki</i>	<i>Georgia State University, Atlanta, United States</i>	<i>AN EMPIRICAL REVIEW OF FINANCIAL RISK MANAGEMENT AND FIRM VALUE IN AFRICAN LISTED BANKS</i>
<i>Ipu Michael Ogwuma Sesugh Ande John Ona Ikuba Idikwu Onwe Ugbem</i>	<i>University of Agriculture Makurdi Benue State Nigeria</i>	<i>HEALTH RISK ASSESSMENT OF POTENTIALLY TOXIC METALS FROM SCHOOL PLAYING GROUNDS IN MAKURDI METROPOLIS BENUE STATE NIGERIA</i>

Zoom Meeting ID: 848 5448 4368 / Passcode: 123123

<https://us02web.zoom.us/j/84854484368?pwd=aQC2oUjagz0NPFo49XjuPRY97DJ2oI.1>

ABSTRACTS

<i>Burcu Savaş Çelik Tugba Kantarcı</i>	<i>THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION, FINANCIAL DEVELOPMENT AND ECONOMIC GROWTH: AN EMPIRICAL ANALYSIS OF TURKEY AND AZERBAIJAN</i>	<i>1</i>
<i>Huseynova Rena Shikar Jafarova Natavan Rasim Ismailova Melek Fazilg</i>	<i>INTEGRATION OF CIRCULAR ECONOMY IN THE EDUCATION SYSTEM</i>	<i>3</i>
<i>Farhad Mikayilov Emin Mustafayev Nigâr Alasgarova Habiba Jabbarova</i>	<i>IMPACTS OF THE CIRCULAR ECONOMY TRANSITION TO THE ECONOMIC INEQUALITY: WINNERS AND LOSERS</i>	<i>4</i>
<i>Turana Ahmadova</i>	<i>SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND BUSINESS: INTERRELATIONS AND PERSPECTIVES</i>	<i>5</i>
<i>Murat Topcu</i>	<i>TÜRKYE BIST SUSTAINABILITY INDEX PRICE BUBBLE ANALYSIS</i>	<i>6</i>
<i>Şenel Genç</i>	<i>ART AND SUSTAINIBILITY: UPCYCLING PRACTISES AND ANALYSES OF TEXTILE MATERIALS</i>	<i>7</i>
<i>Murad Hacıyev</i>	<i>MANAGEMENT CHALLENGES OF THE CENTRAL BANK OF AZERBAIJAN AND THE EFFECTIVENESS OF MONETARY POLICY</i>	<i>9</i>
<i>Hasan Rahimli</i>	<i>SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT PHILOSOPHY: A CRITICAL COMPARATIVE ANALYSIS OF RIGHT-CONSERVATIVE AND LEFT-GLOBALIST APPROACHES</i>	<i>10</i>
<i>Lala Ahmadova</i>	<i>ECOLOGICAL PRINCIPLES OF SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT</i>	<i>11</i>
<i>Tarana Yusibova Gulgun Israfilova</i>	<i>THE ECOLOGICAL BENEFITS OF THE ECONOMY AND ITS ROLE IN SUSTAINABILITY POLICY</i>	<i>12</i>
<i>Aytan Nadirova</i>	<i>IMPLEMENTATION MECHANISMS OF INNOVATIVE FINANCIAL STRATEGIES IN COUNTRIES OF THE WORLD: DIRECTIONS AND EXPERIENCES OF INNOVATIVE FINANCIAL STRATEGIES IN AZERBAIJAN AND TURKEY</i>	<i>14</i>
<i>Mammadli Vugar Ahmed oglu</i>	<i>CRITERIA FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF TAX BENEFITS</i>	<i>16</i>
<i>Jamala Tahirzadeh İrade Khusayinova</i>	<i>THE ROLE OF SUSTAINABLE AND REGENERATIVE TOURISM IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHALLENGES</i>	<i>17</i>
<i>Valiyeva Natavan Ibrahim Islamova Shabnem Ziyeddin</i>	<i>ENVIRONMENTAL PROTECTION AND NEW PERSPECTIVES OF SUSTAINABLE POLICY</i>	<i>19</i>
<i>Aysel Bayramova</i>	<i>E-WASTE RECYCLING AND ENVIRONMENTAL RISKS</i>	<i>20</i>
<i>Anar Eminov Ramil Hasanov</i>	<i>WATER RESOURCES AND AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN: A BOUNDS TESTING APPROACH</i>	<i>22</i>

<i>P.S. Safarova</i>	<i>SCIENTIFIC BASES OF FORMATION OF STUDENT GROUPS AND ECOLOGICAL EDUCATION AMONG THE POPULATION</i>	23
<i>Ramida Khalilova</i>	<i>NAVIGATING PROGRESS: THE IMPACT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INITIATIVES ON AZERBAIJAN'S TOURISM SECTOR</i>	25
<i>Gizem Mukiyen Avcı</i>	<i>CARBON-FREE FOOTPRINT IN TURKEY: ENVIRONMENTAL IMPACTS OF RENEWABLE ENERGY, ECONOMIC GROWTH, AND NATURAL RESOURCE USE</i>	26
<i>Manaf Baghirzade Nihala Musazade</i>	<i>DIGITAL CHALLENGES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: REGULATORY GAPS</i>	28
<i>Fatma Türüç Seraj Süheyla Üçişik Erbilen</i>	<i>FOSSIL FUELS, RENEWABLE TRANSITION, AND SUSTAINABILITY: A PANEL STUDY OF THE TOP 15 CARBON-EMITTING COUNTRIES</i>	29
<i>Sebile Tecirli Bilge Köksel</i>	<i>THE IMPACT OF ECONOMIC CHALLENGES ON HOUSEHOLD CONSUMPTION: INCOME INEQUALITY AND PRICE LEVEL PERSPECTIVE (1990–2024)</i>	31
<i>İlhan Eroğlu Duygu Yılmaz</i>	<i>REFLECTIONS OF CLIMATE CHANGE-RELATED RISKS ON MONETARY TRANSMISSION CHANNELS</i>	33
<i>Rumella Jafarova</i>	<i>CONSUMER BEHAVIOR AND SUSTAINABLE LIFESTYLES</i>	35
<i>Baghirzade Nigar</i>	<i>TRANSITION TO CIRCULAR ECONOMY: SUSTAINABLE MARKETING APPROACHES AND RECYCLING PRACTICES</i>	39
<i>Durmuş Çağrı Yıldırım Murat Özdemir Valentin Vasilev</i>	<i>GLOBALISATION, FINANCIAL DEEPENING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: EVIDENCE FROM DEVELOPING COUNTRIES</i>	40
<i>Cuma Demirtaş</i>	<i>REVISITING THE ROLE OF DIGITALIZATION IN TAX REVENUES: EVIDENCE FROM TURKIYE WITH A WAVELET QUANTIL APPROACH</i>	42
<i>Mohammed Lateefat Bunmi Jamiu Olaide Oyetunde Muhammad Mujahid Muhammad</i>	<i>ASSESSMENT OF FLOODING ON RESIDENTIAL PROPERTIES OF NIGERIAN AIR FORCE BASE KADUNA AND ENVIRON</i>	43
<i>İsgəndərova Leyla Qəhrəman qızı</i>	<i>COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STATE OF HUMAN CAPITAL: AZERBAIJAN AND INTERNATIONAL EXPERIENCE</i>	44
<i>Sılanur Genç Ceren Çubukçu Çerasi</i>	<i>EMPLOYEE PERCEPTIONS IN CORPORATE SUSTAINABILITY CULTURE: A CONCEPTUAL STUDY ON BLUE AND WHITE COLLAR EMPLOYEES</i>	46
<i>Huseynova Rena Shikar Jafarova Natavan Rasim Ismailova Melek Fazil</i>	<i>MANAGEMENT OF HUMAN CAPITAL IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTALLY ORIENTED DEVELOPMENT</i>	48
<i>Sabir Quluzada</i>	<i>THE ROLE OF TOURISM IN SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN</i>	49

<i>Emin Alimusayev</i>	<i>LEGAL MECHANISMS OF INTEGRATING SUSTAINABILITY CLAUSES AND CLIMATE REGULATION INTO DOMESTIC LEGISLATION</i>	50
<i>Seda H. Bostancı Cristina Raluca Gh. Popescu Gheorghe N. Popescu</i>	<i>DISCUSSING CONTEMPORARY CIRCULARITIES: CIRCULAR ECONOMY, CIRCULAR SOCIETY, CIRCULAR LIFESTYLE, CIRCULAR CITES</i>	52
<i>Sivaretinamohan R Seda Yıldırım</i>	<i>CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTE ENTREPRENEURSHIP</i>	53
<i>Rahmouni Hanane</i>	<i>THE PRINCIPLES OF PUBLIC PROCUREMENT OF INVESTMENTS BETWEEN BURDEN AND OBLIGATION</i>	54
<i>Yusuf Ahmed Tijjani Umar Mohammed Mijinyawa Hamzadeen Shehu Sani Samau'al Saminu Suleiman Kanti</i>	<i>RELATIONSHIP BETWEEN CORPORATE GOVERNANCE AND INTELLECTUAL CAPITAL EFFICIENCY OF LISTED NON-FINANCIAL FIRMS IN NIGERIA: A PANEL REGRESSION STUDY</i>	55
<i>Andrei Borșa Alexandra Raluca Borșa (Bogdan) Mircea Valentin Muntean Ovidiu Ghiuță</i>	<i>SUPPORT INFRASTRUCTURE AND GOVERNANCE OF ACADEMIC SPIN-OFFS: INCUBATORS AND ACCELERATOR MODELS IN ROMANIAN LIFE SCIENCE UNIVERSITIES (2014–2024)</i>	56
<i>Aleksandra Nikolova Marković</i>	<i>LEGAL ASPECTS AND INTERNATIONAL FRAMEWORKS OF ENVIRONMENTAL AND RECYCLING POLICIES IN THE AVIATION INDUSTRY</i>	57
<i>Grace Charles Dikki</i>	<i>AN EMPIRICAL REVIEW OF FINANCIAL RISK MANAGEMENT AND FIRM VALUE IN AFRICAN LISTED BANKS</i>	58
<i>Ipu Michael Ogwuma Sesugh Ande John Ona Ikuba Idikwu Onwe Ugbem</i>	<i>HEALTH RISK ASSESSMENT OF POTENTIALLY TOXIC METALS FROM SCHOOL PLAYING GROUNDS IN MAKURDI METROPOLIS BENUE STATE NIGERIA</i>	59
<i>Murat Özdemir Veli Sırım</i>	<i>ENERGY SOVEREIGNTY AND SUSTAINABILITY: TÜRKİYE AND AZERBAIJAN FROM AN ECONOMIC NATIONALISM PERSPECTIVE</i>	60
FUL TEXTS		
<i>Recep Durul</i>	<i>IS NUCLEAR ENERGY A RIGHT RESOURCE IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE ENERGY POLICIES?</i>	61
<i>Ömer ESEN Durmuş Çağrı YILDIRIM Metin Bayrak</i>	<i>THE DYNAMIC ROLE OF ENVIRONMENTAL TAXES IN PROMOTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN EU ECONOMIES: NEW EVIDENCE FROM A FRACTIONAL FREQUENCY FLEXIBLE FOURIER FORM PANEL COINTEGRATION TEST</i>	68
<i>Hüseyin ŞANLI Ertan ALPTEKİN Mustafa ÇANAKCI</i>	<i>EXHAUST EMISSION CHARACTERISTICS OF A COMMON-RAIL DIRECT INJECTION DIESEL ENGINE FUELED WITH LOW-VISCOSITY TERNARY HYBRID FUELS</i>	77

<i>İlhan Eroğlu Duygu Yilmaz</i>	<i>EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-RELATED RISKS ON MONETARY TRANSMISSION MECHANISMS</i>	<i>84</i>
<i>Alovsat G. Aliyev Sudaba E. Abasova</i>	<i>DIGITAL TRANSFORMATION ASPECTS IN THE CONTEXT OF COP29 CHALLENGES TO ADDRESS CLIMATE CHANGE PROBLEMS</i>	<i>94</i>
<i>Melda Özdiñ Çarpınlioğlu</i>	<i>PLASTICS WASTE MANAGEMENT VIA MICROWAVE PLASMA: A MULTIPURPOSE FIT WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS OF THE UNITED NATIONS, UN</i>	<i>104</i>
<i>Dr. Elvan CAFAROV</i>	<i>GRANTING THE STATUS OF THE STATE LANGUAGE TO THE AZERBAIJANI LANGUAGE, WHICH BELONGS TO THE TURKIC LINEAGE, IN THE 1995 DRAFT CONSTITUTION</i>	<i>110</i>
<i>Agnieszka Wójcik-Czerniawska Zbigniew Grzymała</i>	<i>ADAPTIVE CIRCULAR GOVERNANCE: INTEGRATING RECYCLING INNOVATION INTO GLOBAL SUSTAINABILITY POLICIES</i>	<i>112</i>
<i>Roza O. Shahverdiyeva</i>	<i>DEVELOPMENT OF CIRCULAR ECONOMY MECHANISMS AND TECHNOLOGIES FOR THE FORMATION OF TECHNOLOGICAL ECONOMIC DEVELOPMENT</i>	<i>120</i>
<i>Aygün Babazada Altan Doğan</i>	<i>SICK BUILDING SYNDROME AND ITS IMPACT ON EMPLOYEES</i>	<i>129</i>
<i>Alovsat G. Aliyev Khayala Abdulhuseynova</i>	<i>ASPECTS OF DIGITAL ECOLOGICAL TRANSFORMATIONS AND THEIR IMPACT ON THE GREENING PROCESSES OF ECONOMIC DEVELOPMENT</i>	<i>143</i>
<i>Meltem Ince Yenilmez</i>	<i>RENEWABLE ENERGY TRANSFORMATION OF TURKEY: SUSTAINABILITY-ORIENTED POLICY ANALYSIS AND FUTURE PROJECTIONS</i>	<i>152</i>
<i>Saleh Mammadov Musayev Vusal Suliddin</i>	<i>SUSTAINABLE INVESTMENT PORTFOLIOS: THE ROLE OF AI-DRIVEN ANALYTICS IN BANKING TO OPTIMIZE RECYCLING ECONOMY PROJECTS FOCUSING ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS</i>	<i>166</i>
<i>Ismailzade Saida Jafar</i>	<i>MONETIZATION OF SECONDARY RESOURCES: ECONOMIC POTENTIAL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AZERBAIJAN</i>	<i>175</i>
<i>Ismail Ismailzade Mikail oglu</i>	<i>INNOVATIVE WASTE PROCESSING TECHNOLOGIES: FROM THEORY TO PRACTICE</i>	<i>181</i>
<i>Nushaba Gadimli</i>	<i>OPPORTUNITIES FOR THE IMPLEMENTATION OF GREEN FINANCE MECHANISMS IN THE AZERBAIJANI ECONOMY</i>	<i>187</i>
<i>Vefa Mustafazade</i>	<i>THE ECONOMIC IMPACTS AND INNOVATIVE APPROACHES OF RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES</i>	<i>193</i>
<i>Nushaba Gadimli Ulvi Mammadov</i>	<i>THE ROLE OF GREEN ECONOMY AND ENVIRONMENTAL INITIATIVES IN ENSURING SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT</i>	<i>199</i>
<i>Fahmı Babayev</i>	<i>ENERGY TRANSITION AND RENEWABLE SOURCES: PERSPECTIVES ON REGIONAL INTEGRATION</i>	<i>205</i>

<i>Ulvi Seyidov</i>	<i>THE IMPACT OF GLOBAL ECONOMIC CHALLENGES ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT</i>	<i>210</i>
<i>Aliyeva Fatima Murshud kızı</i>	<i>ALGORITHMS AND METHODS OF THEIR USE IN NATURAL LANGUAGE PROCESSING</i>	<i>220</i>
<i>Abdullayev Alirza Agil</i>	<i>THE IMPACT OF INTERNATIONAL TOURIST ACTIVITY ON HOSPITALITY OPERATIONS AND EMPLOYMENT</i>	<i>227</i>
<i>Orkhan Guliyev</i>	<i>THE U.S. MIDDLE EAST POLICY PREDICTED ON OIL AND ITS IMPLICATIONS FOR THE FORMATION OF PRICES IN THE WORLD ECONOMY</i>	<i>241</i>
<i>Kenan Abbasov Polad</i>	<i>TRANSITION TO A CIRCULAR ECONOMY</i>	<i>266</i>
<i>Jeyhun Mahmudov</i>	<i>MANAGEMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE AS A NEW PARADIGM OF ECONOMIC SECURITY</i>	<i>274</i>
<i>Müəllim Nərgiz Mustafayeva</i>	<i>IMPLEMENTATION OF GREEN CONSTRUCTION TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT PROCESS IN AZERBAIJAN</i>	<i>282</i>
<i>Yeganə Məmmədli</i>	<i>DIRECTIONS FOR IMPROVING THE STATE SOCIAL INSURANCE SYSTEM</i>	<i>292</i>
<i>Alakbarova Nurana Vugar</i>	<i>STRUCTURAL ANALYSIS OF ADVERTISING TERMS</i>	<i>297</i>
<i>Akbarova Samira Yusif Qizi</i>	<i>ASSESSMENT OF THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES (NPP) IN AGROECOTOURISM AS A STEP TOWARDS THE TRANSITION OF OUR REPUBLIC TO A "GREEN ECONOMY"</i>	<i>301</i>
<i>Leyla Niyazova</i>	<i>RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY POLICY</i>	<i>311</i>
<i>Vugar Sabir oghlu Mustafayev Leyla Vugar gizi Ismayilzada</i>	<i>APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN WATER RESOURCES MANAGEMENT: REALITIES AND PROSPECTS</i>	<i>315</i>
<i>Arif Taghiyev</i>	<i>MODERN APPROACHES TO DEVELOPMENT ECONOMICS: SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ECONOMIC GROWTH</i>	<i>322</i>
<i>Zeka Hadizade</i>	<i>BEHAVIOURAL POLICIES IN HIGH RECYCLING CULTURES: EXPERIENCES FROM GERMANY, JAPAN AND SOUTH KOREA</i>	<i>329</i>
<i>Firdovsi Hashim oglu Shahbazov</i>	<i>GREEN ECONOMY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT</i>	<i>334</i>

<i>Esra Dobrucali</i>	<i>STRATEGIC EVALUATION OF THE CONSTRUCTION SECTOR'S TRANSITION TOWARDS A CIRCULAR ECONOMY</i>	<i>340</i>
<i>Asst. Prof. Dr., Onur ŞEYRANLIOĞLU Asst. Prof. Dr. Çağlar SÖZEN Assoc. Prof. Dr. Arif ÇİLEK</i>	<i>DO BIST SUSTAINABILITY STOCK INDEXES EXHIBIT MEAN-REVERSION BEHAVIOR?</i>	<i>347</i>
<i>Assoc. Prof. Dr., Arif Çilek Asst. Prof. Dr., Çağlar Sözen Asst. Prof. Dr., Onur Şeyranlioğlu</i>	<i>EVALUATING THE FINANCIAL PERFORMANCE OF MINING AND QUARRYING SECTOR COMPANIES TRADED ON BORSA ISTANBUL USING THE HYBRID MEREC-MAUT MCDM MODEL</i>	<i>360</i>
<i>Melike Nur İnce Buse Çetin Tuğçe Topal Dolaş Nur Filiz Ulutaş Çağatay Taşdemir</i>	<i>FROM REPORTING TO ACTION: HOW GLOBAL COMPANIES ALIGN WITH THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS</i>	<i>374</i>
<i>Çiğdem TUĞAÇ</i>	<i>INNOVATIVE APPROACHES IN SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT</i>	<i>389</i>
<i>Klemens Katterbauer Sema Yılmaz Hassan Syed Laurent Cleenewerck Rahmi Deniz Özbay</i>	<i>SMART TREATIES FOR A GREENER FUTURE: HOW AI CAN REVOLUTIONIZE RECYCLING LAW IN CHINA-AFRICA ENVIRONMENTAL COOPERATION</i>	<i>399</i>
<i>Nail Gasimzade</i>	<i>THE APPLICATION OF CONSTRUCTION LOANS IN THE FINANCING OF GREEN-CERTIFIED BUILDINGS</i>	<i>411</i>
<i>E. Su Turan</i>	<i>THE ROLE OF SOLAR ENERGY IN THE RENEWABLE ENERGY TRANSITION: TÜRKİYE'S CONTRIBUTION TO NET-ZERO TARGETS</i>	<i>421</i>
<i>Arafatur Rahaman Abidur Rahman Efaz Mushfiq Ali Rajon Adiba Ashraf Zobia Juearia</i>	<i>FIGHT AGAINST DISINFORMATION AND FACT- CHECKING IN BANGLADESH'S JULY 2024 UPRISING: THE DIGITAL BATTLEFIELD</i>	<i>439</i>
<i>Nergis Özispa Abdullah Açıık</i>	<i>NONLINEAR MARKET BEHAVIOR IN SHIP RECYCLING: EVIDENCE FROM THRESHOLD REGRESSION ON BDI-DRIVEN SCRAP DECISIONS</i>	<i>451</i>
<i>Ulkar Salifova Shahvaled</i>	<i>DEVELOPMENT OF SMES AND THE UN SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: ALIGNMENT AND INTEGRATION OPPORTUNITIES</i>	<i>461</i>
<i>Gamze Yıldız ŞEREN Ömer ESEN</i>	<i>FOREIGN DIRECT INVESTMENT AND GENDER EQUALITY IN EMPLOYMENT IN TRANSITION ECONOMIES: NEW EMPIRICAL EVIDENCE FROM THE COMMONWEALTH OF INDEPENDENT STATES (CIS)</i>	<i>466</i>

<i>Emine ÖRS Dilek Sürekçi Yamaçlı</i>	<i>CARBON GOVERNANCE IN EMERGING ECONOMIES: A HYBRID THEORETICAL ANALYSIS OF TURKEY'S 2025 CLIMATE LAW AND THE EU CARBON BORDER ADJUSTMENT MECHANISM</i>	474
<i>Durmuş Çağrı Yıldırım</i>	<i>RECYCLING POLICIES AMONG THE CIRCULAR ECONOMY</i>	491
<i>Durmuş Çağrı YILDIRIM Ömer ESEN</i>	<i>THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL POLICIES AND ECONOMIC DYNAMICS ON WASTE EXPORTS IN THE EUROPEAN UNION: EVIDENCE FROM THE TWO-STEP DIFFERENCE GENERALISED MOMENTS METHOD</i>	496
<i>Seda H. Bostancı</i>	<i>A REVIEW ON THE RELATIONSHIP BETWEEN CIRCULAR ECONOMY AND WASTE MANAGEMENT</i>	504
<i>Seda Yıldırım Seda H. Bostancı</i>	<i>WATER RECYCLING POLICIES FOR RESILIENT CITIES</i>	510
<i>Prof. Dr. Seda Yıldırım</i>	<i>THE ROLE OF SOCIAL MEDIA ON RECYCLING AWARENESS THROUGH GREEN INFLUENCERS</i>	517
<i>Prof. Dr. Seda Yıldırım</i>	<i>PRACTICAL APPLICATION OF SUSTAINABLE TRANSFORMATION IN THE FASHION INDUSTRY: RECYCLING AND FASHION</i>	527
<i>Feroz Ahmed Arafatur Rahaman</i>	<i>AI-DRIVEN PREDICTIVE MODELING OF BANGLADESH ECONOMIC TRENDS: HIGHLIGHTING FINANCIAL CRIME & FRAUD</i>	533
<i>Ibrahim Guran Yumusak Rifgi Bugra Bagci Omer Gizlier</i>	<i>A COMPARATIVE EXPLORATION OF WASTE SEPARATION BEHAVIOR AT UNIVERSITIES IN TURKIYE</i>	543
<i>Arzu Huseynova Huseyn Salimli</i>	<i>THE ROLE OF DIGITALIZATION IN THE FORMATION OF THE NEW GENERATION ECONOMY</i>	553

THE RELATIONSHIP BETWEEN RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION, FINANCIAL DEVELOPMENT, AND ECONOMIC GROWTH: AN EMPIRICAL ANALYSIS OF TURKIYE AND AZERBAIJAN

Burcu SAVAŞ ÇELİK

İstanbul Gelişim Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Bölümü, İstanbul, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3896-5858>

Tuğba KANTARCI

İstanbul Gelişim Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Ekonomi ve Finans Bölümü, İstanbul, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2257-430X>

Abstract

Today, industrialization, urbanization, technological advancements, transportation, consumer culture, and a growing population are increasing the demand for energy. However, the demand for non-renewable energy is exacerbating existing environmental problems worldwide, leading to climate change, the loss of energy supply security, and high prices. This is where the strategic importance of renewable energy becomes evident. The demand for renewable energy sources is critical not only for reducing environmental problems but also for creating new employment opportunities, ensuring financial stability and development, and ensuring long-term and sustainable economic growth. Countries' development levels, energy policies, industrialization, and growth strategies vary. While some countries provide various tax breaks, incentives, and subsidies to increase demand for renewable energy, others may become more dependent on fossil fuels. This difference varies depending on the country's level of development. While EU countries, which prioritize economic development, implement strict energy policies, others have more flexible policies. This study will help identify the energy policies of Türkiye and Azerbaijan and identify the renewable energy policies that need to be addressed. This study will examine the relationship between renewable energy consumption, financial development, and economic growth using asymmetric causality analysis developed by Hatemi-j for Türkiye and Azerbaijan. The sample period used in the analysis was 1990-2021 for Türkiye and 1992-2021 for Azerbaijan. Initially, the results obtained for Türkiye indicate that a negative shock in renewable energy consumption positively affects financial development, while a positive shock in financial development negatively affects renewable energy consumption. Furthermore, a negative shock in renewable energy consumption has been found to have an enhancing effect on economic growth. Considering the findings for Azerbaijan, it is concluded that a positive shock in financial development negatively affects renewable energy consumption.

Keywords: Renewable Energy Consumption, Financial Development, Economic Growth, Türkiye, Azerbaijan.

YENİLEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ, FİNANSAL GELİŞME VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: TÜRKİYE VE AZERBAIJAN ÜZERİNE AMPİRİK BİR ANALİZ

Özet

Günümüzde sanayileşme, kentleşme, teknolojik gelişmeler, ulaşım, tüketim kültürü ve artan nüfus enerjiye olan talebi artırmaktadır. Ancak özellikle yenilenebilen enerjiye olan talep dünya üzerinde var olan çevresel sorunların derinleşmesine, iklim değişikliğine, enerji arz güvenliğinin ortadan kalkmasına, yüksek fiyatlara neden olmaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerjinin stratejik önemi ortaya çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep sadece çevresel sorunların azaltılması için değil aynı zamanda yeni istihdam alanlarına olanak tanınması, finansal istikrarı ve gelişmeyi sağlaması, ekonomik büyümenin uzun ve sürdürülebilir hale gelmesi açısından kritik öneme sahiptir. Ülkelerin kalkınma düzeyleri, enerji politikaları, sanayileşme ve büyüme stratejileri birbirinden farklılık göstermektedir. Bazı ülkeler yenilenebilir enerjiye olan talebi artırmak amacıyla çeşitli vergi indirimleri, teşvikler ve sübvansiyonlar sağlarken bazı ülkeler fosil yakıtlara daha bağımlı hale gelebilmektedir. Bu farklılık ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre çeşitlilik göstermektedir. Ekonomik kalkınmayı birinci hedef olarak gören AB ülkeleri sıkı enerji politikaları yürütürken diğer ülkelerin özellikle

az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin daha esnek politikalara sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma ile birlikte Türkiye ve Azerbaycan ülkelerinin sahip olduğu yenilenebilir enerji politikalarını belirlemek ve ele alınması gereken yenilenebilir enerji politikalarını ortaya koymak mümkün olabilecektir. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi, finansal gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Türkiye ve Azerbaycan özelinde Hatemi-j tarafından geliştirilen asimetrik nedensellik analizi ile incelenmektedir. Analizde kullanılan örneklem dönemi Türkiye için 1990-2021, Azerbaycan için 1992-2021 olarak seçilmiştir. Türkiye için elde edilen sonuçlara göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif bir şokun finansal gelişmeyi pozitif bir şekilde etkilediği; buna karşılık finansal gelişmedeki pozitif bir şokun ise yenilenebilir enerji tüketimini negatif bir şekilde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimindeki negatif şokun ekonomik büyümeyi artırıcı bir etkiye neden olduğu saptanmıştır. Azerbaycan için elde edilen bulgular dikkate alındığında, finansal gelişmedeki pozitif bir şokun yenilenebilir enerji tüketimini negatif olarak etkilediği sonucuna varılmıştır.

Keywords: Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Finansal Gelişme, Ekonomik Büyüme, Türkiye, Azerbaycan

INTEGRATION OF CIRCULAR ECONOMY IN THE EDUCATION SYSTEM

Huseynova Rena Shikar

Ass.prof., Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5281-0556>

Jafarova Natavan Rasim

PhD (c), Azerbaijan State University of Economics (UNEC), ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0732-9996>

Ismailova Melek Fazil

PhD (c), Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan Faculty, Institute of Economics, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1339-4929>

Abstract

Recently, the concepts of environmental responsibility and sustainability have been rapidly coming to the fore in the world economy. The circular economy model is considered one of the most effective approaches to waste reduction, sustainable use of natural resources and environmental protection. This model is based on the use of resources for as long as possible, recycling and reuse instead of the traditional “production-consumption-waste”. The transition to a circular economy requires not only changes in the economic and technological fields, but also a fundamental change in the way of thinking and behavior of society. The education system is the main platform in terms of shaping the lifestyle, thinking and economic approaches of the future generation. Incorporating the principles of the circular economy into the education system serves to shape a sustainable lifestyle at both the societal and individual levels. Through the implementation of this model in schools and universities, young people develop responsibility and ecological thinking, better understand the limitations of natural resources and environmental problems, and specialists who will work in the state and business sectors in their future careers acquire skills and knowledge appropriate to the circular economy. Thus, the education system prepares the ground for both economic and socio-cultural transformation by laying the foundation for the circular economy. The areas of application of the circular economy in the education system can be grouped as follows:

1. For general education schools:

The principles of the circular economy should be taught in schools for the first time at the level of familiarization, awareness and practical skills. For this purpose, interdisciplinary integration; awareness campaigns; practical activities and projects should be implemented.

2. For higher education and vocational schools:

The circular economy should be taught in a more in-depth and specialized form in these institutions. For this purpose, new specialties and courses should be created; research and projects related to the circular economy should be conducted in universities, startup and innovation programs should be supported; industry and business cooperation should be established.

3. For the training and improvement of teachers:

In order to improve the quality of the educational process, it is important for teachers to improve their qualifications in the circular economy. Seminars and trainings should be organized for teachers, and their education and motivation should be ensured.

Keywords: Circular Economy, Education, Integration, Technology, Industry and Business Cooperation.

**IMPACTS OF THE CIRCULAR ECONOMY TRANSITION TO THE ECONOMIC
INEQUALITY: WINNERS AND LOSERS**

Assoc. Prof. Farhad Mikayilov

Economic Scientific Research Institution under the Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan
Head of the Social Policy and Humanitarian Fields Department, Baku, Azerbaijan.

ORCID ID: 0009-0002-8683-338X

Emin Mustafayev

Economic Scientific Research Institution under the Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan
Head of the Foreign Economic Relations Department, Baku, Azerbaijan.

Nigar Alasgarova

Economic Scientific Research Institution under the Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan
Social Policy and Humanitarian Fields Department, Baku, Azerbaijan.

ORCID ID: 0000-0002-0506-229X

Habiba Jabbarova

Economic Scientific Research Institution under the Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan
Social Policy and Humanitarian Fields Department, Baku, Azerbaijan.

ORCID ID: 0009-0004-7169-6989

Abstract

The global transition toward a circular economy offers significant opportunities for sustainable economic growth and protecting ecological balance. However, it also risks deepening existing inequalities between countries, firms and social groups. Developed economies and wealthy companies possess financial, technological, and institutional advantages that enable them to adapt rapidly by attracting larger shares of green investments. In contrast, low-income countries and households face structural barriers, such as limited access to technology, financial constraints, and weaker institutional capacity, which reduce both their participation and their interest in this transition. Although poorer countries have lower levels of consumption and waste production, they disproportionately experience the negative consequences of environmental degradation, in the condition of lacking resources to respond effectively. Small and medium-sized enterprises can struggle with the high costs of sustainable technologies and lose their competitiveness. Vulnerable groups within societies – particularly low skilled workers – are at heightened risk of job displacement, which threatens both their livelihoods and exacerbates existing economic inequalities. This shows the urgency of conducting sectoral analysis to identify the industries and social groups most affected, as well as skills required to support equitable adaptation to the new labour market. The article also define the concept of “just transition” that has been introduced to mitigate these damaging aspects by ensuring that the costs and benefits of circular economy reforms are distributed more equitably. This article aims to identify the most vulnerable countries and groups likely to suffer from the transition, analyze the just transition framework, and examine which actors – both countries and groups – stand to benefit the most. By accessing the current situation across different contexts, the study seeks to contribute to a more inclusive and balanced approach to circular economy transformation.

Keywords: Circular Economy, Just Transition, Inequality, Justice, Vulnerable Groups.

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III
OCTOBER 02-03, 2025 / AZERBAIJAN
**SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND BUSINESS: INTERRELATIONS AND
PERSPECTIVES**

Turana Ahmadova

PhD in Economics, Associate Professor ESRI, Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan Field of
Research: General economics, ORCID: 0009-0003-6406-3377

Abstract

In the 21st century, the world faces not only complex challenges such as climate change and the depletion of natural resources, but also multifaceted and deepening issues like social injustice and economic instability. Effectively addressing these challenges requires not only the involvement of governments, but also the active participation of businesses, which are key actors within society. For this reason, business activity plays a significant role in ensuring sustainable development. Sustainable development is defined as development that meets the needs of the present generation without compromising the ability of future generations to meet their own needs. In order to ensure sustainable socio-economic development, business operations must be based on long-term strategies that balance social, economic, and environmental dimensions. Companies should not focus solely on generating profit, but must also prioritize environmental protection, social welfare, and the rights of their employees. To this end, businesses need to align their operations with sustainable development goals, giving preference to efficient resource use, innovation, and ethical management. At the same time, the implementation of sustainable strategies should be integrated into all levels of corporate development, fostering more effective cooperation among stakeholders and ensuring transparency. This approach enhances corporate social responsibility, creates new business opportunities, and supports long-term sustainable development.

Keywords: Sustainable Development, Business Activity, New Business Opportunities.

TÜRKİYE BIST SUSTAINABILITY INDEX PRICE BUBBLE ANALYSIS

Murat TOPCU

Istanbul Gelişim University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Logistics Management
Istanbul/Türkiye, ORCID ID:0000-0003-0660-6399

Abstract

The study investigates bubble formations in the Turkey BIST Sustainability Index. Mass production, outdated technology, and the use of petroleum-based raw materials have highlighted the environmental and social impacts of these practices, making sustainability a crucial concept in human life. Sustainability necessitates a fundamental change and a new understanding in the way companies do business, in their management approach, in their financial structures, and in their methods of finding and using new resources. Internalizing and institutionalizing this process increases investor interest in company shares, increases market value, and provides a competitive advantage over other companies. In this context, BIST publishes two sustainability indices to make companies that have made significant progress in sustainability more visible to investors and to monitor and evaluate their sustainability policies and practices. The first index consists of 25 components, while the second index consists of 89 components. Companies that have made the necessary transformations in their corporate structure in terms of sustainability are included in this index. Companies with high corporate and financial sustainability, which are sensitive to social, environmental, and societal issues in addition to economic goals, are evaluated by BIST and included in this index. In other words, the environmental, economic, social, and societal sensitivities of the companies included in this index are declared to investors who will invest in the shares of these companies. The majority of companies included in the index are organizations with strong corporate structures that invest in renewable energies of the future, are environmentally conscious, and provide funding to other companies investing in these areas. A potential bubble in this index and the subsequent shocks could undermine investor confidence in companies with high sustainability scores, leading investors to believe that future projects and renewable energies are susceptible to speculative trading. The Generalized Augmented Dickey-Fuller Test (GSADF) was used to detect bubble formations in the sustainability index. This test is particularly robust because it accounts for structural breaks in time series. The data was obtained from an investing website and covers monthly data from January 2014 to August 2025. According to the GSADF test results, strong bubble formations began in the sustainability index from the end of 2021, reaching the peak of the bubble at the end of 2022. The bubble, which began to deflate sharply at the end of 2022, has been fluctuating as of the date of the analysis and continues to show a deflation trend. Behind this bubble that emerged at the end of 2021 lies the excess liquidity created by excessive monetary expansion after the 2020 pandemic, which was directed towards the stock market. The central bank's monetary tightening policy after 2022 has been effective in deflating the bubble. The results of the study reveal the impact of excessive monetary expansion and tight monetary policy on stock indices and pricing. Portfolio managers can generate income by taking long positions during the bubble formation phase and short positions at the peak of the bubble, following the trends in bubbles. Revealing the existence of a bubble in the index could contribute to the efficiency of the stock market in Turkey by influencing investor decisions.

Keywords: Sustainability index, Portfolio management, Price bubbles, GSADF test.

ART AND SUSTAINIBILITY: UPCYCLING PRACTISES AND ANALYSES OF TEXTILE MATERIALS

Şenel GENÇ

Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı, İstanbul, Türkiye ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7203-5470>

Abstract

Today, the consumer society tends to consume much more than necessary, a tendency triggered primarily by the rapidly changing design, color, and fashion trends in the fashion industry. Consumers are often driven to purchase new textile products, even when they do not have real needs. The production process of textile products can harm the environment at various stages, from the field to the dye house. This process negatively impacts nature through wastewater and other pollutants. With the increasing environmental awareness in recent years, the concepts of recycling and upcycling have gained more importance in the textile and fashion fields. In this context, artists are using waste textile materials in their artworks to both deliver a message of environmental sustainability to society and minimize material costs. Today, many artists, whether sculptors, painters, or creators from other artistic disciplines, place significant importance on emphasizing sustainability in their works. In this regard, not only fabrics but also buttons, zippers, textile accessories, and similar materials are being recycled and used. Through this practice, artists are enhancing environmental consciousness through their works and increasing public awareness of sustainability. As a result, the use of recycled textile products in art not only provides environmental benefits but also strengthens the societal role of art. In this way, both aesthetic and ethical values are presented together. In this study, the use of textile products as recycling materials in the production of artistic textiles or contemporary art will be examined through examples of reuse. The methods of the artists in addressing the topic and the diversity of artistic expression and its endless possibilities will be highlighted. Explanations will be made with the aid of visuals.

Keywords: Art, Textile, Sustainability, Recycling, Upcycling

SANAT VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: TEKSTİL MALZEMELERİNİN İLERİ DÖNÜŞÜM UYGULAMALARI VE ANALİZLERİ

Özet

Günümüzde tüketim toplumu, ihtiyaçtan çok daha fazlasını tüketme eğilimindedir; bu durum, özellikle moda sektöründeki hızla değişen tasarım, renk ve moda eğilimleriyle tetiklenmektedir. Tüketiciler, çoğu zaman gerçek ihtiyaçları olmasa bile yeni tekstil ürünleri satın almaya yönlendirilmektedir. Tekstil ürünlerinin üretim süreci ise tarladan boyahaneye kadar pek çok aşamada çevreye zarar verebilmektedir. Bu süreç, atık sular ve diğer kirletici unsurlar yoluyla doğayı olumsuz etkilemektedir. Son yıllarda artan çevre bilinci ile birlikte, tekstil ve moda alanında geri dönüşüm ve ileri dönüşüm kavramları daha fazla önem kazanmıştır. Sanatçılar da bu bağlamda atık tekstil malzemelerini eserlerinde kullanarak hem topluma çevresel sürdürülebilirlik mesajı vermekte hem de malzeme maliyetini minimize etmektedirler. Günümüzde birçok sanatçı ister heykeltıraş ister ressam ya da farklı sanat disiplinlerinden yaratıcı kişiler olsun, sürdürülebilirliği eserlerinde vurgulamaya büyük önem vermektedir. Bu noktada, yalnızca kumaş değil, düğmeler, fermuarlar, tekstil aksesuarları ve benzeri her tür malzeme geri dönüştürülerek kullanılmaktadır. Bu sayede sanatçılar, eserleri aracılığıyla çevresel bilinci güçlendirmekte ve toplumda sürdürülebilirlik farkındalığını artırmaktadır. Sonuç olarak, geri dönüştürülmüş tekstil ürünlerinin sanat eserlerinde kullanımı, yalnızca çevresel açıdan fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda sanatın toplumsal rolünü de güçlendirir. Böylece hem estetik hem de etik değerler bir arada sunulmuş olur. Bu çalışma kapsamında tekstil ürünlerinin geri dönüşüm malzemesi

olarak sanatsal tekstil veya güncel sanat eserleri üretiminde yeniden kullanımının örnekleri üzerinden malzeme ve sanatçının konuyu ele alış yöntemleri irdelenecek ve sanatsal ifadenin çeşitliliğine ve sonsuz anlatım olanağına dikkat çekilecektir. Açıklamalar görseller eşliğinde yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Sanat, Tekstil, Sürdürülebilirlik, Geri Dönüşüm, İleri Dönüşüm

**MANAGEMENT CHALLENGES OF THE CENTRAL BANK OF AZERBAIJAN AND THE
EFFECTIVENESS OF MONETARY POLICY**

Murad Hajiye

PhD in Economics, ESRI, Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan, Field of Research: Macroeconomics,
ORCID: 0000-0003-3216-0845

Abstract

The Central Bank of Azerbaijan has a key mandate to ensure macroeconomic stability, control inflationary pressures, and support sustainable economic development. However, existing management mechanisms are insufficient to fully achieve these objectives. Inflation is largely driven by non-monetary factors such as import dependence, fluctuations in global energy markets, and weak competition in domestic markets, which significantly reduce the effectiveness of classical monetary tools like interest rate policies and open market operations. Although inflation targeting has been officially announced, its implementation faces challenges due to weak forecasting capacity and limited public communication. Exchange rate management is also characterized by contradictions. While a flexible regime is officially in place, administrative interventions persist, creating uncertainty for market participants and undermining credibility. Comparative experiences provide important insights: Turkey demonstrates how weakened central bank independence exposes monetary policy to political influence, while Poland highlights the role of transparency and strong communication in improving predictability. Kazakhstan shows that even in resource-dependent economies, gradual liberalization of the exchange rate can strengthen long-term market mechanisms despite short-term difficulties. The analysis concludes that Azerbaijan's current monetary governance framework ensures partial short-term stability but is insufficient for long-term economic resilience. To address these shortcomings, the study proposes strengthening inflation targeting based on real economic fundamentals, increasing transparency in exchange rate policy, diversifying financial markets, fostering capital market development, enhancing accountability, and reinforcing the institutional independence of the Central Bank. Implementing these reforms would significantly enhance macroeconomic management capacity and increase the effectiveness of monetary policy in Azerbaijan.

Keywords: Central Bank, Monetary Policy, Inflation Targeting, Exchange Rate Policy, Institutional Independence.

SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT PHILOSOPHY: A CRITICAL COMPARATIVE ANALYSIS OF RIGHT-CONSERVATIVE AND LEFT-GLOBALIST APPROACHES

Hasan Rahimli,

PhD candidate in Economics, ESRI, Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan

Field of Research: Political Economy/Behavioral Economics/Political Philosophy, ORCID: 0009-0009-3689-0002

Abstract

Sustainable economic development represents a complex interplay of ecological, social, and philosophical dimensions. The intensification of human activity, rapid industrialization, and unsustainable resource use have disrupted the planet's ecological balance, revealing not only technical and economic challenges but also deep ethical and metaphysical concerns. Traditional Western thought often placed humanity above nature, encouraging instrumental views of the environment and legitimizing short-term utilitarian exploitation. In contrast, ecocentric and bioethical perspectives highlight the intrinsic value of ecosystems, the rights of future generations, and the necessity of intergenerational justice. Contemporary debates increasingly link sustainability to distributive justice, emphasizing fairness in the use of natural resources and the disproportionate burden faced by poorer nations in addressing climate change. Empirical analyses demonstrate that renewable energy consumption and trade can reduce carbon emissions, while rising GDP per capita and import levels contribute to higher ecological costs. Such findings challenge the ideology of unlimited economic growth and open the way for alternative approaches such as degrowth, which prioritizes equity, modest resource use, and social well-being over constant expansion. At the same time, conservative critiques question the economic implications of environmental regulation, the sincerity of corporate "green" commitments, and the political agendas behind climate narratives. These debates reveal the need to reconsider prevailing assumptions about growth, progress, and human-nature relations. Achieving genuine sustainability requires not only technological and financial solutions but also a paradigm shift grounded in ethical responsibility, cultural continuity, and ontological humility.

Keywords: Sustainable Development, Ecological Philosophy, Degrowth, Distributive Justice, Environmental Ethics, Global Responsibility.

ECOLOGICAL PRINCIPLES OF SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT

Lala AHMADOVA

Mingachevir State University, Faculty of Economics and Management, Mingachevir city, Azerbaijan

ORCID NO: 0000-0002-1194-7211

Abstract

The concept of sustainability has been adopted in the tourism sector as well as in many other areas. Thus, the concept of sustainable tourism has emerged. Sustainable tourism seeks to reconcile social responsibility, economic efficiency and environmental sensitivity with each other at every stage. In order to ensure sustainable development in tourism, it is necessary to protect natural, historical, cultural resources, and biological diversity without harming the country receiving tourists. It is also necessary to ensure fair use of resources between generations and meet relevant requirements. The principles of sustainability are related to the ecological, economic and socio-cultural dimensions of tourism development. An appropriate balance must be created between these three dimensions and this balance must be ensured for the long term. For this, the following should be done in the sustainable development of tourism: Ensure optimal use of environmental resources; Tourism must correspond to the socio-cultural level of the local population, create intercultural understanding and tolerance; Provide employment and income for all parties in the long term and reduce poverty. Sustainable tourism is a form of tourism that requires harmony between the tourism sector, the public sector, the local population and the environment. The absence of one of these components can result in unsustainable tourism. Therefore, when planning tourism, the compatibility of these components with each other should be taken into account and included in the plans.

Sustainability of tourism can be achieved with an approach that will not harm the environment, but will protect and develop it. In this context, the ecological principles of sustainable tourism are as follows:

- Paying attention to the aesthetic characteristics of the environment, natural life and local culture;
- Supporting the improvement and protection of the environment while increasing local income;
- Ensuring the development of tourism in accordance with the natural appearance of the environment;
- Protecting the quality of the environment by protecting ecological systems and biological diversity;
- Controlling the regional development of tourism and communicating its benefits to society;
- Minimizing the negative impacts that may arise as a result of the spread of tourism in different places and times;
- Ensuring the education and information of tourists and local populations about the environment.

The main goal of all these principles related to sustainable tourism is to ensure the conservation and use of tourism resources. In this way, the destruction of tourism will be prevented. When the above conditions are met, the chances of sustainable tourism succeeding will increase.

Keywords: Tourism, Sustainability, Sustainable Development, Environment, Ecological Principle.

TƏKRAR İQTİSADİYYATIN EKOLOJİ FAYDALARI VƏ DAVAMLILIQ SIYASƏTİNDƏ ROLU

Təranə Yusibova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, f-r,f,d, dosent, ORCID-0009-0006-6869-0855

Gülgün İsrəfilova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, müəllim, ORCID-0009-0007-1336-7396

Xülasə

Müasir dövrdə iqtisadi inkişaf və ətraf mühitin qorunması bir-birindən ayrılmaz amillər kimi qiymətləndirilir. Qlobal miqyasda təbii resursların tükənməsi, iqlim dəyişiklikləri, su və torpaq çirkliliyi kimi ekoloji problemlər bütün ölkələrin diqqət mərkəzindədir. Bu kontekstdə təkrar iqtisadiyyat modeli (circular economy) və davamlılıq siyasəti ekoloji və iqtisadi dayanıqlığın təmin olunmasında önəmli rol oynayır. Təkrar iqtisadiyyat, resursların səmərəli istifadəsini, tullantıların minimuma endirilməsini və materialların mümkün qədər uzun müddət dövriyyədə saxlanmasını təşviq edir. Bu model yalnız iqtisadi baxımdan deyil, ekoloji baxımdan da əhəmiyyətli, çünki ətraf mühitə mənfi təsirləri azaldır və ekosistemlərin qorunmasına töhfə verir.

Ekoloji baxımdan təkrar iqtisadiyyat həm də bərpa olunan materialların istifadəsini təşviq edir və sənaye tullantılarının təkrar emalına imkan yaradır. Azərbaycanda tullantıların idarə olunması, təmiz enerji layihələri və ətraf mühitin qorunması sahəsində bir sıra təşəbbüslər həyata keçirilir. Misal üçün:

- Sənaye və məişət tullantılarının təkrar emalı pilot proqramları,
- Bərpa olunan enerji layihələrinin təşviqi (günəş və külək enerjisi),
- Şəhər ərazilərində yaşıllıqların artırılması və ekoloji təhsil proqramları.

Bu təşəbbüslər təkrar iqtisadiyyatın prinsiplərinin ölkə kontekstində tətbiqinin başlanğıc mərhələsini təşkil edir. Dövlət tərəfindən qanunvericilik bazasının gücləndirilməsi və təşviq mexanizmlərinin yaradılması, ekoloji dayanıqlığın təmin edilməsində mühüm rol oynayır. Davamlılıq siyasəti, iqtisadi inkişafın ekoloji və sosial məsuliyyət prinsipləri ilə uzlaşdırılmasını nəzərdə tutur. Təkrar iqtisadiyyat prinsiplərinin tətbiqi, müəssisələrin resursları daha səmərəli istifadə etməsinə və tullantıları minimuma endirməsinə imkan yaradır. Eyni zamanda, sosial məsuliyyət layihələrinin təşviqi və ictimai maarifləndirmə tədbirləri ekoloji layihələrin genişləndirilməsinə yardımçı olur. Müasir texnologiyaların tətbiqi və innovativ ekoloji həllərin işə salınması müəssisələrə global bazarda rəqabət üstünlüyü qazandırır. Beləliklə, təkrar iqtisadiyyat yalnız ekoloji baxımdan deyil, həm də iqtisadi və sosial dayanıqlığın təmin olunmasında strateji bir vasitə kimi çıxış edir. Təkrar iqtisadiyyatın effektiv tətbiqi bir sıra çətinliklərlə qarşılaşır. Texnoloji infrastrukturun yetərsizliyi, investisiya çatışmazlığı və ictimai şüurun aşağı səviyyəsi əsas maneələrdən hesab olunur. Bu problemlərin həlli üçün ekoloji təhsil və maarifləndirmə proqramlarının genişləndirilməsi, dövlət və özəl sektor arasında əməkdaşlığın gücləndirilməsi, innovativ texnologiyaların tətbiqi və tullantıların səmərəli emalının təşviqi vacibdir.

Təkrar iqtisadiyyat və davamlılıq siyasəti Azərbaycan iqtisadiyyatında ekoloji dayanıqlığın artırılması üçün strateji əhəmiyyət daşıyır. Resursların səmərəli istifadəsi, tullantıların azaldılması və ekosistemlərin qorunması yalnız ekoloji deyil, həm də iqtisadi və sosial faydalar gətirir. Bu yanaşma geniş tətbiq olunduqda, ölkənin həm milli, həm də global miqyasda davamlı inkişafına əhəmiyyətli töhfə verəcək.

Açar Sözlər: Təkrar İqtisadiyyat, Davamlılıq Siyasəti, Ekoloji Dayanıqlılıq, Tullantıların İdarə Olunması

Summary

In the modern era, economic development and environmental protection are considered inseparable factors. On a global scale, ecological issues such as the depletion of natural resources, climate change, and water and soil pollution are at the forefront of attention for all countries. In this context, the circular economy model and sustainability policies play a significant role in ensuring both ecological and economic resilience. The circular

economy promotes the efficient use of resources, minimizes waste, and encourages keeping materials in circulation for as long as possible. This model is important not only economically but also environmentally, as it reduces negative impacts on the environment and contributes to ecosystem preservation.

From an ecological perspective, the circular economy also promotes the use of renewable materials and enables the recycling of industrial waste. In Azerbaijan, several initiatives have been implemented in the fields of waste management, clean energy projects, and environmental protection. Examples include:

- Pilot programs for the recycling of industrial and household waste,
- Promotion of renewable energy projects (solar and wind energy),
- Increasing green spaces in urban areas and implementing environmental education programs.

These initiatives represent the initial stage of applying circular economy principles in the national context. Strengthening the legislative framework and creating incentive mechanisms by the state play a crucial role in ensuring ecological sustainability. Sustainability policies aim to align economic development with ecological and social responsibility principles. The implementation of circular economy principles allows enterprises to use resources more efficiently and minimize waste. At the same time, promoting social responsibility projects and public awareness activities contributes to the expansion of ecological initiatives. The adoption of modern technologies and innovative ecological solutions gives enterprises a competitive advantage in the global market. Thus, the circular economy serves not only as an environmental tool but also as a strategic means of ensuring economic and social resilience.

The effective implementation of the circular economy faces several challenges. Insufficient technological infrastructure, lack of investment, and low public awareness are considered the main obstacles. Addressing these issues requires expanding ecological education and awareness programs, strengthening cooperation between the public and private sectors, implementing innovative technologies, and promoting efficient waste processing.

The circular economy and sustainability policies hold strategic importance for enhancing ecological resilience in the Azerbaijani economy. Efficient resource use, waste reduction, and ecosystem protection provide not only environmental but also economic and social benefits. When widely applied, this approach will make a significant contribution to the country's sustainable development at both national and global levels.

Keywords: Circular Economy, Sustainability Policy, Ecological Resilience, Waste Management

References

1. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.
2. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232.
3. Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Azerbaijan. (2022). Annual report on waste management.

**DÜNYA ÖLKƏLƏRİ İNNOVATİV MALİYYƏ STRATEGİYALARININ TƏTBİQİ
MEXANİZİMLƏRİ: AZƏRAYCANDA VƏ TÜRKİYƏDƏ YENİLİKÇİ MALİYYƏ
STRATEGİYALARININ İSTİQAMƏTLƏRİ VƏ TƏCRÜBƏLƏRİ**

Aytən NADİROVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İqtisadiyyat və İdarə Etmə Fakültəsi, İqtisadiyyat, Mingəçevir, Azərbaycan

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-5712-5528>

Türkiye, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Doktorant

Xülasə

Məqalədə Azərbaycanda və Türkiyədə yenilikçi maliyyə strategiyaları və investisiya qoyuluşları üzrə təsdiq edilmiş ölkələrin maliyyə dəyişənliklərindən, onların fəaliyyətlərindən bəhs edilmişdir. Azərbaycanda yenilikçi maliyyə Fintech Strategiyası (2024-2028) Azərbaycan Mərkəzi Bankı və Beynəlxalq Maliyyə Korporasiyası (IFC) ilə birlikdə hazırlanır. Mərkəzi Bank tərəfindən “sandbox” rejiminin yeni fintech məhsullarının və xidmətlərinin real şəraitdə test edilməsi təcrübəsi həyata keçirilir. “Open Banking” platformasının yaradılması planlaşdırılır — yəni bank məlumatlarının fintechlərə açılması və müştərilərə daha çevik maliyyə xidmətləri təqdim olunması məqsədi ilə tətbiq edilir. Digital iqtisadiyyat və innovasiya təşəbbüslərinin 2025-ci il üçün iqtisadiyyat strategiyası biznes proseslərinin rəqəmsallaşdırılması, innovasiyanın stimullaşdırılması və insan kapitalının inkişafı əsas istiqamətlərdəndir. Startup ekosistemlərinin inkişafı, gənclərin texnologiyaya inteqrasiyası, rəqəmsal xidmətlər ödəniş sistemlərinin və maliyyə xidmətlərinin modernləşdirilməsi həyata keçirilir. Davamlı maliyyələşdirmə və ekologiya-yönümlü strategiyalar COP29 çərçivəsində “green investment rule book”-un hazırlanması planlaşdırılır ki, bu da yaşıl layihələrə kredit vermə prosesinə standartlar gətirəcəkdir. Türkiyədə yenilikçi maliyyə strategiyalarının istiqamətləri və təcrübələri rəqəmsal bankçılıq və “digital-only bank” lisenziyaları 2022-ci ildən etibarən Türkiyədə “Digital Bank” (şöbəsiz bank) və “Service Model Banking” (xidmət modeli bankçılıq) üzrə yeni tənzimləmə qüvvəyə minib. Yeni vergi və maliyyə tənzimləmələri vergi siyasətində “yaşıl” və rəqəmsal transformasiyaya dəstək verən tədbirlər və beynəlxalq investisiya anlaşmaları Türkiyənin hazırkı Maliyyə Nazirliyi ilə AIIB arasında yaşıl inkişaf layihələrinə 5 milyard dollar məbləğində maliyyə anlaşması. Maliyyə dayanıqlılığı və makro-iqtisadi sabillik. Orta müddətli proqramlar: inflyasiyanın nəzarəti, balanslı artım, sosial rifahın təminatı. Xarici borcların, beynəlxalq bond emissiyaları – maliyyə alətlərinin çeşidlənməsi. Türkiyə Wealth Fund-ın müxtəlif beynəlxalq emitentlərlə, islami maliyyə alətlərindən istifadə etməklə maliyyə alma təşəbbüsləri. Texnoloji innovasiyalar: AI, open banking, blockchain. Banklar və fintechlər süni zəka və maşın öyrənməsi (machine learning) vasitəsilə risk idarəçiliyi, müştəri təcrübəsinin fərdiləşdirilməsi kimi sahələrdə tətbiqlər aparılır.

Açar sözlər: İnnovativ maliyyə strategiyaları, Fintech inkişafı, Yaşıl maliyyələşmə (Green finance), Açıq bankçılıq (Open banking), Blokçeyn texnologiyası, Türkiyə Fintech ekosistemi, Rəqəmsal banklar (Digital-only banks)

Özet

Makalede, Azerbaycan ve Türkiye'de yenilikçi finansal stratejiler ve yatırımlar için onay alan ülkelerin finansal dinamikleri ve faaliyetleri ele alınmaktadır. Azerbaycan'da Yenilikçi Finans için Fintech Stratejisi (2024-2028), Azerbaycan Merkez Bankası ve Uluslararası Finans Kurumu (IFC) ile ortaklaşa geliştirilmektedir. Merkez Bankası, yeni fintech ürün ve hizmetlerini gerçek koşullarda "deneme havuzu" rejiminde test etmek için bir deney yürütmektedir. "Açık Bankacılık" platformunun oluşturulması, yani banka verilerinin fintech'lere açılması ve müşterilere daha esnek finansal hizmetler sunulması planlanmaktadır. 2025 ekonomik stratejisindeki dijital ekonomi ve inovasyon girişimlerinin temel yönleri, iş süreçlerinin dijitalleştirilmesi, inovasyonun teşvik edilmesi ve insan sermayesinin geliştirilmesidir. Girişim ekosistemlerinin geliştirilmesi, gençlerin teknolojiye entegrasyonu, dijital hizmetlerin, ödeme sistemlerinin ve

finansal hizmetlerin modernizasyonu uygulanmaktadır. Sürdürülebilir finansman ve ekolojik odaklı stratejiler COP29 kapsamında, yeşil projelere kredi verme sürecine standartlar getirecek bir "yeşil yatırım kural kitabı" geliştirilmesi planlanmaktadır. Türkiye'de yenilikçi finansal stratejilerin trendleri ve uygulamaları Dijital bankacılık ve "sadece dijital banka" lisansları Türkiye'de 2022'den itibaren "Dijital Banka" (şubesiz banka) ve "Hizmet Modeli Bankacılığı" (hizmet modeli bankacılığı) ile ilgili yeni düzenlemeler yürürlüğe girmiştir. Yeni vergi ve finansal düzenlemeler Vergi politikası ve uluslararası yatırım anlaşmalarında "yeşil" ve dijital dönüşümü destekleyen önlemler Mevcut Türkiye Maliye Bakanlığı ile AIIB arasında yeşil kalkınma projeleri için 5 milyar dolarlık finansman anlaşması. Finansal sürdürülebilirlik ve makroekonomik istikrar. Orta vadeli programlar: enflasyon kontrolü, dengeli büyüme, toplumsal refahın sağlanması. Dış borçlanma, uluslararası tahvil ihraçları- finansal araçların çeşitlendirilmesi. Türkiye Varlık Fonu'nun İslami finansal araçları kullanarak çeşitli uluslararası ihraççılardan finansman sağlama girişimleri. Teknolojik yenilikler: Yapay zekâ, açık bankacılık, blok zinciri. Bankalar ve fintech şirketleri, yapay zekâ ve makine öğrenimi aracılığıyla risk yönetimi ve müşteri deneyimi kişiselleştirme gibi alanlarda uygulamalar hayata geçiriyor.

Anahtar Kelimeler: Yenilikçi finansal stratejiler, Fintech geliştirme, Yeşil finans, Açık bankacılık, Blockchain teknolojisi, Türk Fintech ekosistemi, Yalnızca dijital bankalar

Abstract

The article discusses the financial dynamics of the countries approved for innovative financial strategies and investments in Azerbaijan and Turkey, their activities. The Fintech Strategy for Innovative Finance in Azerbaijan (2024-2028) is being developed jointly with the Central Bank of Azerbaijan and the International Finance Corporation (IFC). The Central Bank is conducting an experiment to test new fintech products and services in the "sandbox" regime in real conditions. It is planned to create an "Open Banking" platform — that is, to open bank data to fintechs and provide more flexible financial services to customers. The main directions of the digital economy and innovation initiatives in the 2025 economic strategy are the digitalization of business processes, stimulation of innovation and development of human capital. The development of startup ecosystems, integration of youth into technology, modernization of digital services, payment systems and financial services are being implemented. Sustainable financing and ecologically oriented strategies It is planned to develop a "green investment rule book" within the framework of COP29, which will bring standards to the process of lending to green projects. Trends and practices of innovative financial strategies in Turkey Digital banking and "digital-only bank" licenses New regulations on "Digital Bank" (branchless bank) and "Service Model Banking" (service model banking) have come into force in Turkey since 2022. New tax and financial regulations Measures supporting "green" and digital transformation in tax policy and international investment agreements A \$5 billion financing agreement between the current Turkish Ministry of Finance and the AIIB for green development projects. Financial sustainability and macroeconomic stability. Medium-term programs: inflation control, balanced growth, ensuring social welfare. Foreign borrowing, international bond issuance – diversification of financial instruments. Initiatives of the Turkish Wealth Fund to obtain financing with various international issuers, using Islamic financial instruments. Technological innovations: AI, open banking, blockchain. Banks and fintechs are implementing applications in areas such as risk management and customer experience personalization through artificial intelligence and machine learning.

Keywords: Innovative financial strategies, Fintech development, Green finance, Open banking, Blockchain technology, Turkish Fintech ecosystem, Digital-only bank

CRITERIA FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF TAX BENEFITS

Mammadli Vugar Ahmed oğlu

Doctor of Philosophy in Economics Mingachevir State University

ORCID:0009-0003-8493-6067

Abstract

In world practice, the effectiveness of tax incentives is assessed, that is, measured, from a budgetary, economic and social perspective. The evaluation criterion for budgetary efficiency is the impact of incentives on tax revenues. Economic efficiency is a measure of the impact of incentives on the volume of production, consumption, turnover, profit, and investment in fixed capital. Social efficiency is achieved on the basis of the number of employees and the increase in the wage fund at the enterprise. Assessing the effectiveness of tax incentives in our country is already a necessity. As a result, quite serious changes have been made to the Tax Code in the direction of incentives based on the tax reforms carried out in our country for several years. As a result, the rules for assessing tax incentives were adopted in 2020. The Rules consist of general provisions, stages of assessing the effectiveness of concessions, assessment period, assessment information stages, assessment methodology, and analysis of results. The Rules explain the concept of budget loss. Budget loss is the measure of the reduced portion of budget revenue as a result of the applied tax concession. The effectiveness of concessions is assessed through the Centralized Electronic Registry System created by the Ministry of Finance of the Republic of Azerbaijan. The certificate on the assessment of tax benefits is submitted to the Cabinet of Ministers in coordination with the Ministry of Economy and the State Customs Committee. These structures prepare an opinion on the certificate. The assessment of tax legislation is carried out by July 10 of the year following the reporting year. In addition, the information formed on the basis of declarations submitted to the Ministry of Economy is also a source of information in assessing efficiency. Thus, according to the legislation, tax exemption is applied in the event that the taxpayer must continuously keep records of his income and expenses and submit the relevant declarations to the tax authority.

Keywords: Tax Breaks, Economic Efficiency, Social Efficiency, Budget Loss.

VERGİ GÜZƏŞTLƏRİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ MEYARLARI

Dünya təcrübəsində vergi güzəştlərinin səmərəliliyi büdcə, iqtisadi və sosial baxımdan qiymətləndirilir, yəni ölçülür. Büdcə səmərəliliyində qiymətləndirmə meyarı güzəştlərin vergi daxilolmalarına təsiridir. İqtisadi səmərəlilik güzəştlərin istehsalın həcminə, istehlaka, dövriyyəyə, mənfəətə, əsas kapitalla yönəldilən investisiyaya təsirinin ölçüsüdür. Sosial səmərəlilik isə işçilərin sayı və müəssisədə əmək haqqı fondunun artması əsasında əldə edilir. Ölkəmizdə vergi güzəştlərinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi artıq bir zərurətdir. Belə ki, artıq bir neçə ildir ölkəmizdə aparılan vergi islahatları əsasında Vergi Məcəlləsində kifayət qədər ciddi güzəşt istiqamətli dəyişikliklər edilmişdir. Məhz bunun nəticəsi olaraq 2020-ci ildə vergi güzəştlərinin qiymətləndirilməsi qaydaları qəbul edilmişdir. Qaydalar ümumi müddəalar, güzəştlərin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi mərhələlərindən, qiymətləndirmə müddətindən, qiymətləndirmənin məlumat mərhələləri, qiymətləndirmə metodologiyasından, nəticələrinin təhlilindən ibarətdir. Qaydalarda büdcə itkisi anlayışının izahı verilir. Büdcə itkisi tətbiq edilən vergi güzəşti nəticəsində büdcənin azalan gəlir hissəsinin ölçüsüdür. Azərbaycan Respublikasının Maliyyə Nazirliyinin yaratdığı Mərkəzləşdirilmiş Elektron Reyestr Sistemi vasitəsi ilə güzəştlərin səmərəliliyi qiymətləndirilir. Vergi güzəştlərinin qiymətləndirilməsinə dair arayış İqtisadiyyat Nazirliyi və Dövlət Gömrük Komitəsi ilə razılaşdırılmaqla Nazirlər Kabinetinə təqdim edilir. Həmin strukturlar arayışa rəy hazırlayırlar. Vergi qanunvericiliyinin qiymətləndirilməsi hesabat ilindən sonrakı ilin iyul ayının 10-dək aparılır. Bundan başqa İqtisadiyyat Nazirliyinə təqdim edilən bəyannamələr əsasında formalaşan məlumatlar da səmərəliliyin qiymətləndirilməsində məlumat mənbəyidir. Belə ki, qanunvericiliyə əsasən vergidən azadolma o halda tətbiq edilir ki, vergi ödəyicisi gəlir və xərclərinin uçotunu davamlı olaraq aparmalı və müvafiq bəyannamələrini vergi orqanına təqdim etməlidir.

Açar sözlər: Vergi Güzəştləri, İqtisadi Səmərəlilik, Sosial Səmərəlilik, Büdcə İtkisi.

İQLİM ÇAĞIRIŞLARI KONTEKSTİNDƏ DAVAMLI VƏ REGENERATİV TURİZMİN ROLU

Jamala Tahirzadə

Azərbaycan Texnologiya Universiteti, İqtisadiyyat və İdarəetmə Fakültəsi, Turizm Sənayesinin Təşkili, Gəncə, Azərbaycan, <https://orcid.org/0009-0003-5539-5214>

İradə Xusayinova

Azərbaycan Texnologiya Universiteti, İqtisadiyyat və İdarəetmə Fakültəsi, Turizm Sənayesinin Təşkili, Gəncə, Azərbaycan, <https://orcid.org/0000-0003-2774-5259>

Xülasə

İqlim dəyişikliyi, xüsusilə təbii resurslardan yüksək dərəcədə asılı olan regionlarda turizm sənayesi üçün ciddi ətraf mühit, iqtisadi və sosial çağırışlar yaradır. Ekosistemlərin məhv olması, bioloji müxtəlifliyin azalması və ekstremal hava hadisələrinin tezliyinin artması, turizm istiqamətlərinin cəlbədiciliyini azaldır və turizm əsaslı iqtisadiyyatların davamlılığını təhlükəyə atır. Sahil zonaları, dağ kurortları və milli parklar xüsusilə həssasdır, turist axınının azalması isə işsizlik, gəlirin azalması və sosial-iqtisadi bərabərsizliyin artması kimi ciddi nəticələrə səbəb olur. Mədəni turizm də risk altındadır, çünki beynəlxalq hərəkətliliyin azalması mədəni mübadiləni məhdudlaşdırır və irsin qorunmasını təhlükəyə atır. Uyğunlaşma strategiyaları vacibdir. Əsas tədbirlər turizm məhsullarının diversifikasiyası, bərpa olunan enerji investisiyaları, nəqliyyatın elektrifikasiyası və davamlı otellər kimi ekoloji infrastrukturaların təşviqini əhatə edir. Siyasət çərçivələri ekoloji cəhətdən məsuliyyətli biznes modellərini təşviq edir, iqlim proqnozlaşdırılması və məlumat analizində texnoloji yeniliklər isə ətraf mühit risklərinə vaxtında cavab verməyi təmin edir. Tədqiqatçılar qeyd edirlər ki, dövlət və özəl sektor təşəbbüslərini birləşdirən uyğunlaşma idarəçiliyi iqlim risklərini azaltmaq və rəqabət qabiliyyətini qorumaq üçün vacibdir. Davamlılıqdan əlavə, regenerativ turizm konsepsiyası önəm qazanır; bu yanaşma yalnız zərəri azaltmaqla kifayətlənmir, həm də ekosistemləri bərpa etməyi və yerli icmaları gücləndirməyi hədəfləyir. Yerli iqtisadiyyatları dəstəkləyərək, aşağı karbonlu səyahəti təşviq edərək və məsuliyyətli davranışı təşviq edərək, şüurlu turizm dayanıqlılığı artırır və iqlim çağırışlarını davamlı və regenerativ inkişaf üçün fərsətlərə çevirir.

Açar sözlər: İqlim dəyişikliyi, Davamlı turizm, Regenerativ turizm, Uyğunlaşma strategiyaları, Sosial-iqtisadi təsirlər.

THE ROLE OF SUSTAINABLE AND REGENERATIVE TOURISM IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHALLENGES

Abstract

Climate change presents profound environmental, economic, and social challenges for the tourism industry, particularly in regions highly dependent on natural resources. The degradation of ecosystems, loss of biodiversity, and rising frequency of extreme weather events reduce the attractiveness of destinations and undermine the sustainability of tourism-based economies. Coastal zones, mountain resorts, and national parks face increasing vulnerability, with declining tourist flows leading to severe socio-economic repercussions, including unemployment, reduced income, and growing inequality. Cultural tourism is also at risk, as reduced international mobility diminishes cultural exchange and endangers heritage preservation. Adaptation strategies are therefore essential. Key measures include diversification of tourism products, investment in renewable energy, electrification of transport, and promotion of eco-friendly infrastructure such as sustainable hotels. Policy frameworks play a decisive role in encouraging environmentally responsible business models, while technological innovations in climate forecasting and data analytics enhance resilience by enabling timely responses to environmental risks. Scholars emphasize that adaptive governance, combined with private sector initiatives, can mitigate climate risks and maintain competitiveness. In addition to sustainability, the concept of regenerative tourism is gaining importance, focusing not only on reducing harm but also on restoring ecosystems and empowering local communities. By supporting local economies, promoting low-carbon travel, and encouraging responsible behavior, conscious tourism contributes to resilience and helps transform climate challenges into opportunities for sustainable and regenerative growth.

Keywords: Climate change, Sustainable tourism, Regenerative tourism, Adaptation strategies, Socio-economic impacts.

ƏTRAF MÜHİTİN QORUNMASI VƏ DAVAMLI SİYASƏTİN YENİ PERSPEKTİVLƏRİ

Vəliyeva Natəvan İbrahim qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan, ORCID NO; 0009-0005-8994-1003

İslamova Şəbnəm Ziyəddin qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan, ORCID NO 0009-0001-1518-0337

Xülasə

Qlobal miqyasda ekoloji problemlərin artması insan cəmiyyəti üçün ciddi çağırışlar yaradır. Ətraf mühitin qorunması yalnız təbii resursların qorunması deyil, həm də insan sağlamlığı və iqtisadi inkişaf üçün mühüm bir şərtidir. Son illərdə davamlı siyasət anlayışı ətraf mühitin qorunmasında əsas vasitələrdən biri kimi qəbul olunur. Davamlı siyasət, təbii resursların səmərəli idarə olunması, çirklənmənin azaldılması və uzunmüddətli ekoloji balansın təmin edilməsini hədəfləyir.

Davamlı siyasətin uğuru üçün dövlət, cəmiyyət və biznes sektoru arasında koordinasiya əməkdaşlığı zəruridir. Dövlət orqanları qanunvericilik və inzibati tədbirlər vasitəsilə ekoloji idarəetməni tənzimləyərkən, biznes sektoru innovativ texnologiyalar tətbiq etməli və ətraf mühitin qorunmasına töhfə verməlidir. Cəmiyyət isə ekoloji maarifləndirmə və fərdi məsuliyyət yoluyla bu prosesdə iştirak edir. Son dövrlərdə ətraf mühitin qorunması sahəsində beynəlxalq əməkdaşlıq da önəmli rol oynayır. Paris Sazişi və digər global təşəbbüslər davamlı siyasətin beynəlxalq səviyyədə tətbiqinə nümunə göstərir. Eyni zamanda, ekoloji monitoring, su və enerji səmərəliliyi, tullantıların azaldılması və bərpa olunan enerji mənbələrinə keçid kimi praktiki tədbirlər davamlı inkişafın əsas prinsipləri kimi tanınır. Nəticə etibarilə, ətraf mühitin qorunması və davamlı siyasət bir-birini tamamlayan anlayışlardır. Yeni perspektivlər göstərir ki, ekoloji problemlərin həlli yalnız texnoloji və iqtisadi tədbirlərlə mümkün deyil, həm də sosial məsuliyyət və dövlətin strateji planlaşdırması ilə sıx bağlıdır. Bu yanaşma gələcək nəsillər üçün yaşana bilər bir dünya təmin etməkdə əsas rol oynayır.

Açar sözlər: Ətraf mühit, davamlı siyasət, ekoloji idarəetmə

ENVIRONMENTAL PROTECTION AND NEW PERSPECTIVES OF SUSTAINABLE POLICY

Abstract

The increasing environmental challenges at a global scale pose serious threats to human society. Environmental protection is not only about preserving natural resources but also essential for human health and economic development. In recent years, the concept of sustainable policy has become a key tool for environmental protection. Sustainable policy aims at efficient management of natural resources, reducing pollution, and maintaining long-term ecological balance.

The success of sustainable policy requires coordinated cooperation between government, society, and the business sector. Government institutions regulate ecological management through legislation and administrative measures, while businesses are expected to adopt innovative technologies and contribute to environmental protection. Society participates through ecological awareness and personal responsibility. International cooperation has also played a significant role in recent years. Global initiatives, such as the Paris Agreement, serve as examples of implementing sustainable policies at the international level. Practical measures like ecological monitoring, water and energy efficiency, waste reduction, and transition to renewable energy sources are recognized as core principles of sustainable development.

In conclusion, environmental protection and sustainable policy are complementary concepts. New perspectives indicate that addressing ecological problems is possible not only through technological and economic measures but also through social responsibility and strategic government planning. This approach plays a crucial role in ensuring a livable world for future generations.

Keywords: Environment, Sustainable Policy, Ecological Management.

“ELEKTRON TULLANTILARIN TƏKRAR EMALI VƏ EKOLOJİ RİSKLƏRİ”

Aysel Bayramova

Mingəçevir Dövlət Universiteti, müəllim, ORCID:009-008-6763-6616

Özət

Müasir texnologiyaların sürətli inkişafı və məhsulların qısa ömür müddəti elektron tullantılar (e-tullantılar) problemini yaradıb. Hər il dünyada milyonlarla ton e-tullantı yaranır, lakin onların çox az hissəsi düzgün şəkildə emal olunur. Məqalə bu problemin miqyasını, onun ekoloji və iqtisadi təsirlərini araşdırır. Elektron tullantılar müasir dövrün ən ciddi ekoloji problemlərindən biridir. Bu tullantılar qiymətli metalları (qızıl, gümüş, mis) və zəhərli maddələri (qurğuşun, cıva, kadmium) ehtiva edir. Məqalənin əsas mövzusu, bu tullantıların düzgün şəkildə idarə olunmasının zəruriliyidir. Bir tərəfdən, təkrar emal qiymətli materialların bərpasına və təbii ehtiyatların qorunmasına xidmət edir. Digər tərəfdən, qeyri-qanuni və ya ibtidai təkrar emal metodları ətraf mühitə və insan sağlamlığına böyük ziyan vurur. Belə üsullardan istifadə zamanı zərərli kimyəvi maddələr torpağa, suya və havaya yayılaraq ekosistemləri çirkləndirir. Buna görə də, məqalə mövcud beynəlxalq standartların və qanunvericiliyin tətbiq edilməsinin vacibliyini vurğulayır və davamlı gələcək üçün texnoloji inkişaf və ictimai məlumatlılığın artırılmasına çağırır. E-tullantıların tərkibində qızıl, gümüş, platin, mis kimi qiymətli metallar və nadir elementlər var. Bu materialların təkrar emalı təbii sərvətlərə olan tələbatı azaldır, yeni hasilat prosesləri zamanı ətraf mühitə vurulan ziyanın qarşısını alır və iqtisadi cəhətdən sərfəli bir xammal mənbəyi rolunu oynayır. Düzgün təkrar emal müəssisələrinin yaradılması, bu sahədə yeni iş yerlərinin açılmasına da şərait yaradır. Təəssüf ki, e-tullantıların əksəriyyəti lazımi qaydada idarə olunmur. Onlar zibilləşən atılır və ya ibtidai üsullarla yandırılır. Bu proseslər zamanı tərkibindəki qurğuşun, cıva, kadmium kimi zəhərli maddələr torpağa, suya və havaya qarışır. Məqalədə bu toksik maddələr ekosistemləri çirkləndirməsi, yeraltı suların keyfiyyətini pisləşdirməsi və nəticədə insanlarda xərçəng, sinir sistemi və digər ciddi xəstəliklərin yaranması vurğulanır. Bəzi ölkələrdə qeyri-qanuni təkrar emal fəaliyyəti, xüsusilə az inkişaf etmiş ölkələrdə bu riskləri daha da artırır.

Açar sözlər: Elektron tullantılar, təkrar emal, ekoloji risklər, davamlı inkişaf, zəhərli maddələr (qurğuşun, cıva), qiymətli metallar, çirklənmə, genişləndirilmiş istehsalçı məsuliyyəti

Özet

Çağdaş texnologiyaların sürətli inkişafı və məhsulların qısa ömürlü olması, elektronik atıklar (e-atıklar) sorununu ortaya çıkardı. Her yıl dünya genelinde milyonlarca ton e-atık oluşuyor, ancak bunların çok azı doğru bir şekilde geri dönüştürülüyor. Bu makale, sorunun boyutunu, ekolojik ve ekonomik etkilerini inceliyor. Elektronik atıklar modern çağın en ciddi ekolojik sorunlarından biridir. Bu atıklar, değerli metalleri (altın, gümüş, bakır) ve zehirli maddeleri (kurşun, cıva, kadmiyum) barındırır. Makalenin ana konusu, bu atıkların doğru bir şekilde yönetilmesinin gerekliliğidir. Bir yandan, geri dönüşüm değerli materyallerin kurtarılmasına ve doğal kaynakların korunmasına hizmet eder. Diğer yandan, yasa dışı veya ilkel geri dönüşüm yöntemleri çevreye ve insan sağlığına büyük zarar verir. Bu tür yöntemler kullanıldığında, zararlı kimyasal maddeler toprağa, suya ve havaya karışarak ekosistemleri kirletir. Bu nedenle, makale mevcut uluslararası standartların ve mevzuatın uygulanmasının önemini vurguluyor ve sürdürülebilir bir gelecek için teknolojik gelişime ve kamu bilincinin artırılmasına çağrı yapıyor. E-atıkların içeriğinde altın, gümüş, platin, bakır gibi değerli metaller ve nadir elementler bulunur. Bu materyallerin geri dönüştürülmesi, doğal kaynaklara olan talebi azaltır, yeni üretim süreçleri sırasında çevreye verilen zararı önler ve ekonomik olarak verimli bir hammadde kaynağı rolünü oynar. Doğru geri dönüşüm tesislerinin kurulması, bu alanda yeni iş imkanlarının oluşmasına da zemin hazırlar. Ne yazık ki, e-atıkların büyük bir kısmı uygun bir şekilde yönetilmiyor. Bu atıklar çöplüklere atılıyor veya ilkel yöntemlerle yakılıyor. Bu süreçler sırasında içerdiği kurşun, cıva, kadmiyum gibi zehirli maddeler toprağa, suya ve havaya karışır. Makale, bu toksik maddelerin ekosistemleri kirlettiğini, yeraltı sularının kalitesini bozduğunu ve sonuç olarak insanlarda kanser, sinir sistemi rahatsızlıkları ve diğer ciddi hastalıklara neden olabileceğini vurguluyor. Bazı ülkelerdeki yasa dışı geri dönüşüm faaliyetleri, özellikle az gelişmiş ülkelerde bu riskleri daha da artırıyor.

Anahtar kelimeler: Elektronik Atıklar, Geri Dönüşüm, Ekolojik Riskler, Sürdürülebilir Kalkınma, Zehirli Maddeler, Değerli Metaller, Kirlilik, Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu

"E-WASTE RECYCLING AND ENVIRONMENTAL RISKS"

Abstract

Modern technology's rapid development and the short lifespan of products have created the problem of electronic waste (e-waste). Every year, millions of tons of e-waste are generated globally, but very little of it is properly recycled. This article examines the scale of this problem and its ecological and economic impacts. Electronic waste is one of the most significant ecological problems of the modern age. This waste contains valuable metals (gold, silver, copper) and toxic substances (lead, mercury, cadmium). The main subject of the article is the necessity of properly managing this waste. On one hand, recycling serves to recover valuable materials and conserve natural resources. On the other hand, illegal or primitive recycling methods cause great harm to the environment and human health. When such methods are used, harmful chemical substances contaminate the soil, water, and air, polluting ecosystems. Therefore, the article emphasizes the importance of implementing existing international standards and legislation and calls for technological development and increased public awareness for a sustainable future. E-waste contains valuable metals and rare elements like gold, silver, platinum, and copper. Recycling these materials reduces the demand for natural resources, prevents the damage caused to the environment during new production processes, and serves as an economically viable raw material source. The establishment of proper recycling facilities also creates opportunities for new jobs in this field. Unfortunately, the majority of e-waste is not managed properly. It is disposed of in landfills or burned using primitive methods. During these processes, the toxic substances they contain, such as lead, mercury, and cadmium, mix into the soil, water, and air. The article emphasizes that these toxic substances pollute ecosystems, degrade the quality of underground water, and can ultimately cause serious diseases in humans, such as cancer and nervous system disorders. Illegal recycling activities in some countries, particularly in less-developed nations, further increase these risks.

Keywords: E-waste, Recycling Ecological Risks, Sustainable Development Toxic Substances, Pollution Extended Producer Responsibility (EPR)

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Bayramov, A.N. (2020). Elektron tullantılarının idarə edilməsi və təkrar emal texnologiyaları. Bakı: Elm nəşriyyatı.
2. Hüseynov, K.M. (2021). "E-tullantıların qeyri-qanuni emalının ətraf mühitə təsiri: Azərbaycanda vəziyyət". Ekoloji Biliklər Jurnalı, 15(2), 45-60.
3. Məmmədov, F.Ə. (2019) "Qlobal ekoloji problemlər və e-tullantılar: beynəlxalq təcrübə" Bakı: Çağdaş nəşr.
4. Quliyev, N.A. (2022). "Urban mədəncilik: elektron tullantılardan qiymətli metalların bərpası". Texnologiya və Ətraf Mühit Jurnalı, 8(4), 112-128.
5. UNESCO. (2018). Elektron tullantılarının idarə edilməsi: inkişaf etməkdə olan ölkələrdə çağırışlar və imkanlar. Paris: UNESCO nəşrləri.

WATER RESOURCES AND AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN: A BOUNDS TESTING APPROACH

Anar Eminov

<https://orcid.org/0009-0007-1438-9511>

Ramil Hasanov

<https://orcid.org/0000-0003-4267-7039>

Abstract

The efficient management of freshwater resources plays a pivotal role in supporting sustainable agricultural development, particularly in countries where agriculture remains a cornerstone of economic activity. This study investigates the long-run relationship between annual freshwater withdrawals, expressed as a percentage of internal water resources, and agricultural gross domestic product (GDP) in Azerbaijan. The analysis is conducted using annual data covering a 20-year period, obtained from the World Bank and the State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan. Given the relatively small sample size and the potential presence of mixed orders of integration among the variables, the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) bounds testing approach was employed to examine the presence of a long-run equilibrium relationship. The findings reveal that the computed F-statistic (8.39) exceeds the upper bound critical values at conventional significance levels, thereby confirming cointegration between freshwater withdrawals and agricultural GDP. This result highlights the existence of a stable long-run relationship between water resource utilization and agricultural output in Azerbaijan. The evidence underscores the importance of freshwater as a critical input for the agricultural sector, with direct implications for food security and rural economic development. Moreover, the long-run association suggests that water resource management policies can significantly influence the sustainability and growth of agricultural production. The study contributes to the broader literature on water economics by providing empirical insights specific to a resource-dependent country context. Policymakers are advised to prioritize integrated water resource management strategies to balance economic, social, and environmental objectives, ensuring that freshwater utilization remains aligned with the sustainable development of the agricultural sector in Azerbaijan.

Keywords: Freshwater withdrawals, Water resource management, Sustainable agriculture, Long-run relationship, Azerbaijan.

**TƏLƏBƏ QRUPLARININ FORMALAŞDIRILMASI VƏ ƏHALİ ARASINDA EKOLOJİ
MAARİFLƏNDİRMƏNİN ELMİ ƏSASLARI**

Pərvanə Siyahpər qızı Səfərova

Kimya üzrə fəlsəfə doktoru, Mingəçevir Dövlət Universiteti, 0009-0000-1478-7703

Xülasə

Müasir dövrdə ətraf mühitin mühafizəsi və ekoloji təhlükəsizliyin təmin olunması global miqyasda prioritet məsələlərdən biri kimi çıxış edir. Bu kontekstdə bərk məişət tullantılarının düzgün idarə olunması, onların daşınması və utilizasiyası ətraf mühitə mənfi təsirlərin minimuma endirilməsi baxımından xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Azərbaycan Respublikasında da tullantıların idarə olunması sahəsində bir sıra tədbirlər görülmüş, milli strategiyalar qəbul olunmuşdur. Lakin bu sahədə hələ də müəyyən çatışmazlıqlar, xüsusən ekoloji müşahidə və nəzarət sisteminin zəifliyi, əhəlinin maariflənmə səviyyəsinin kifayət qədər olmaması və bərpa olunan resursların təkrar istifadəsində ləngimələr mövcuddur. Xüsusilə regionlarda tullantıların toplanması və təkrar emalı hələ də geniş yayılmayıb. Aparılan araşdırmalar hüquqi və institusional mexanizmlərin gücləndirilməsinə ehtiyac olduğunu göstərmişdir. Müasir dövrdə tullantıların idarə olunması yalnız texniki və iqtisadi yanaşmalarla məhdudlaşmır. Bu prosesin uğurla həyata keçirilməsi üçün sosial iştirakçılıq, ekoloji mədəniyyətin formalaşdırılması və ictimai maarifləndirmə xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Araşdırmalar göstərir ki, ekoloji biliklərin artırılması və davranış modellərinin dəyişdirilməsi ictimai şüurun transformasiyası üçün vacibdir. Bu baxımdan ali təhsil müəssisələrinin potensialından istifadə olunması mühüm istiqamətlərdən biridir. Universitetlərdə formalaşdırılan tələbə qrupları ictimai maarifləndirmə prosesinin əsas katalizatoru kimi çıxış edə bilər. Tələbələrin bu fəaliyyətə cəlb olunması bir neçə mühüm üstünlük yaradır: elmi biliklərin praktik tətbiqi- tələbələr öyrəndikləri nəzəri bilikləri tətbiq edərək praktiki bacarıqlar qazanırlar; sosial məsuliyyətin güclənməsi - gənclərin ictimai proseslərdə iştirak etməsi onların vətəndaşlıq mövqeyini möhkəmləndirir; effektiv kommunikasiya - tələbələr gənc nəsil ilə daha yaxın ünsiyyət quraraq maarifləndirici mesajların daha sürətli yayılmasına şərait yaradır. Tələbə qruplarının fəaliyyəti sistemli və məqsədyönlü şəkildə təşkil olunmalıdır. Maarifləndirmə tədbirləri müxtəlif yaş qrupları və sosial təbəqələr nəzərə alınmaqla hazırlanmalıdır. Məsələn, məktəblilər üçün interaktiv dərslər, kənd əhalisi üçün praktik seminarlar təşkil edilə bilər. Əhali ilə birlikdə tullantıların çeşidlənməsi, kompost hazırlanması və ya təkrar emal aksiyaları təşkil edilərək nəzəri biliklərin praktikaya tətbiqi həyata keçirilə bilər. Tələbələrdən ibarət maarifləndirmə qruplarının yaradılması tullantı iqtisadiyyatının inkişafı üçün mühüm sosial alətdir. Bu yanaşma yalnız əhəlinin ekoloji mədəniyyətini formalaşdırmaqla kifayətlənmir, həm də gənc nəslin bilik, bacarıq və sosial məsuliyyətini artıraraq onların cəmiyyətin inkişafında daha aktiv iştirakını təmin edə bilər. Elmi əsaslara söykənən belə təşəbbüslər uzunmüddətli perspektivdə həm ekoloji, həm də iqtisadi dayanıqlılığın güclənməsinə gətirib çıxarar.

Açar sözlər: Tullantı, Bərk Məişət Tullantıları, Ekoloji Maarifləndirmə, Tullantıların İdarə Olunması, Utilizasiya.

**SCIENTIFIC BASES OF FORMATION OF STUDENT GROUPS AND ECOLOGICAL
EDUCATION AMONG THE POPULATION**

Abstract

In the modern era, environmental protection and the assurance of ecological safety emerge as priority issues on a global scale. In this context, the proper management, transportation, and utilization of solid household waste are of particular importance in terms of minimizing negative impacts on the environment. In the Republic of Azerbaijan, a number of measures have been implemented in the field of waste management, and national strategies have been adopted. However, certain shortcomings still persist, particularly the weakness of ecological monitoring and control systems, the insufficient level of public awareness, and delays in the reuse of renewable resources. Especially in the regions, the collection and recycling of waste are not yet widespread. Research has shown that there is a need to strengthen legal and institutional mechanisms. In the modern period,

waste management is not limited solely to technical and economic approaches. For the successful implementation of this process, social participation, the formation of ecological culture, and public awareness play a crucial role. Studies indicate that enhancing environmental knowledge and changing behavioral models are essential for the transformation of public consciousness. In this regard, the utilization of the potential of higher education institutions is one of the key directions. Student groups formed within universities can serve as the main catalysts of the public awareness process. The involvement of students in such activities provides several significant advantages: practical application of scientific knowledge-students apply the theoretical knowledge they acquire, thereby gaining practical skills; strengthening of social responsibility-the participation of young people in social processes reinforces their sense of citizenship; effective communication: students can establish closer interaction with the younger generation, which facilitates the faster dissemination of educational messages. The activities of student groups should be organized in a systematic and goal-oriented manner. Awareness-raising events should be designed considering different age groups and social segments. For instance, interactive lessons can be conducted for schoolchildren, while practical seminars may be organized for rural populations. Joint activities with the public, such as waste sorting, compost preparation, or recycling campaigns, can help translate theoretical knowledge into practice. The establishment of student-led awareness groups constitutes an important social tool for the development of the waste economy. This approach not only contributes to the formation of ecological culture among the population but also enhances the knowledge, skills, and social responsibility of the younger generation, thereby ensuring their more active participation in societal development. Such scientifically grounded initiatives, in the long-term perspective, can lead to the strengthening of both ecological and economic sustainability.

Keywords: Waste, Solid Waste, Environmental Education, Waste Management, Disposal

NAVIGATING PROGRESS: THE IMPACT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT INITIATIVES ON AZERBAIJAN'S TOURISM SECTOR

Ramida Khalilova

Azerbaijan University of Technology, Faculty of Economics and Management, Department of Tourism Industry
Organization, Ganja, Azerbaijan, ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0003-1389-7059>

Abstract

Sustainable development initiatives have emerged more and more as fundamental elements in the configuration of contemporary tourism practices, particularly in regions rich in cultural heritage and natural resources, such as Azerbaijan. The relevance of sustainable tourism in the context of Azerbaijan is underlined by its strategic location at the crossroads of Eastern Europe and Western Asia, which makes it a significant entrance door for various cultural exchanges and natural experiences. As Azerbaijan continues to develop its tourism sector, the integration of sustainable practices will be essential to promote an environmentally responsible and economically viable industry. The integration of sustainable tourism practices within the tourism sector of Azerbaijan has demonstrated significant potential for economic improvement through employment creation, the promotion of local entrepreneurship and the promotion of general regional economic resilience. The strategic emphasis on sustainability is aligned with global trends while offering unique advantages attended to the cultural, historical and natural resources of Azerbaijan.

Sustainable tourism initiatives contribute directly to job creation in various segments of the tourism economy. By encouraging investments in ecological projects, hospitality segments and local tourist operations, Azerbaijan has been able to stimulate employment in urban and rural areas.

Tourism in Azerbaijan is not simply an economic activity. It is intrinsically linked to the sociocultural fabric of the nation and the conservation of its natural landscapes. However, the rapid development of the tourism industry in Azerbaijan has raised concerns regarding environmental degradation, cultural commodification and the equitable distribution of economic benefits among local communities. Therefore, investigating the impact of sustainable development initiatives in the tourism sector of Azerbaijan transcends theoretical research; It has practical implications, which offers a framework to understand how policies and practices can promote economic prosperity while safeguarding socio -environmental systems.

Keywords: Sustainable development, Sustainable tourism, Regenerative tourism, Government sustainable policy, Socio-economic impact.

CARBON-FREE FOOTPRINT IN TURKEY: ENVIRONMENTAL IMPACTS OF RENEWABLE ENERGY, ECONOMIC GROWTH, AND NATURAL RESOURCE USE

Gizem MUKİYEN AVCI

Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Zonguldak, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9096-9290>

Abstract

Rising global energy demand increasingly challenges the balance between economic growth and environmental sustainability. Industrialization, urbanization, population growth, and technological advancements intensify energy dependence, thereby exacerbating environmental problems. This study examines the role of natural resource use, renewable energy consumption, economic growth, and trade openness on environmental outcomes. The main variable of the study, the carbon-free footprint, serves as a key indicator for assessing the environmental impacts of human activities. A regression model was developed and estimated using Turkey-specific time series data from 1976 to 2021. The analysis results indicate that economic growth and increased renewable energy consumption have a positive and significant effect on the carbon-free footprint, thus contributing to environmental degradation. This outcome can be associated with the pressures exerted on ecosystems by hydroelectric, wind, and solar power plants through land use, waste generation, and habitat loss. Similarly, the reliance of economic growth on energy-intensive sectors, such as construction, industry, and transportation, also amplifies environmental degradation. In contrast, natural resource use was found to have a negative effect on the carbon-free footprint, playing a role in mitigating environmental degradation. This finding highlights the importance of more efficient and sustainable management of natural resources, supported by strict environmental policies and effective monitoring mechanisms. Finally, trade was not found to have a statistically significant effect on the carbon-free footprint during the examined period. Overall, the results suggest that Turkey's energy policies exert a more pronounced negative impact on the environment compared to natural resource policies. Based on these findings, energy policies should be designed to minimize the environmental impacts of renewable energy investments and prioritize ecosystem-friendly practices, while sustainable natural resource use should be reinforced through stringent policies and effective monitoring.

Keywords: Carbon-Free Footprint, Renewable Energy, Economic Growth, Natural Resource Use, Environmental Degradation.

TÜRKİYE'DE KARBONSUZ AYAK İZİ: YENİLENEBİLİR ENERJİ, EKONOMİK BÜYÜME VE DOĞAL KAYNAK KULLANIMININ ÇEVRESEL ETKİLERİ

Özet

Küresel ölçekte artan enerji talebi, ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki dengeyi giderek daha kritik hale getirmektedir. Sanayileşme, kentleşme, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler enerjiye olan bağımlılığı artırarak çevresel sorunları derinleştirmektedir. Bu çalışmada, doğal kaynak kullanımı, yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklığın çevresel etkiler üzerindeki rolü incelenmektedir. Çalışmanın temel değişkeni olan karbonsuz ayak izi, insan faaliyetlerinin çevresel bozulma üzerindeki etkilerini ölçümlemeye imkân tanıyan önemli bir göstergedir. 1976-2021 dönemine ait Türkiye'ye özgü zaman serisi verilerinden yararlanılarak oluşturulan regresyon modeli tahmin edilmiştir. Analiz bulguları, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın karbonsuz ayak izi üzerinde pozitif ve güçlü bir etki yarattığını, dolayısıyla çevresel bozulmayı artırdığını göstermektedir. Bu durum, hidroelektrik, rüzgâr ve güneş santrallerinin arazi kullanımı, atık oluşumu ve habitat kaybı gibi unsurlar aracılığıyla ekosistem üzerinde baskı oluşturmalarıyla ilişkilendirilebilir. Benzer şekilde, ekonomik büyümenin enerji-yoğun sektörlerle ve inşaat, sanayi ile ulaştırma gibi alanlara dayanması da çevresel bozulmayı artırıcı yönde etkide bulunmaktadır. Buna karşılık, doğal kaynak kullanımının karbonsuz ayak izi üzerinde negatif bir etkisinin bulunduğu ve çevresel bozulmayı azaltıcı rol oynadığı tespit edilmiştir. Bu durum, doğal kaynakların daha

verimli ve sürdürülebilir yöntemlerle kullanılmasına, sıkı çevre politikalarına ve etkin denetim mekanizmalarına bağlanabilir. Son olarak, dış ticaretin incelenen dönem için karbonsuz ayak izi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisine rastlanmamıştır. Genel olarak, Türkiye’de enerji politikalarının çevre üzerindeki olumsuz baskısının, doğal kaynak politikalarına kıyasla daha belirgin olduğu görülmektedir. Bulgular ışığında, Türkiye’de enerji politikaları yenilenebilir enerji yatırımlarının çevresel etkilerini minimize edecek şekilde planlanmalı ve ekosistem dostu uygulamalar önceliklendirilmelidir. Aynı zamanda, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekleyen sıkı çevre politikaları ve etkin denetim mekanizmaları güçlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Karbonsuz Ayak İzi, Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme, Doğal Kaynak Kullanımı, Çevresel Bozulma.

DIGITAL CHALLENGES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: REGULATORY GAPS

Manaf Baghirzade

Economic Scientific Research Institute, Baku, Azerbaijan, ORCID ID: 0000-0002-7037-1179

Nihala Musazade

Economic Scientific Research Institute, Baku, Azerbaijan, ORCID ID: 0009-0000-3975-4502

Abstract

With the rapid development of technology, the digital economy has become one of the main driving forces of global economic growth. Although the implementation of sustainable development goals on a global scale is closely linked to the capabilities of digital technologies, one of the most serious challenges facing this process is regulatory gaps. The opportunities created by digital technologies allow the adoption of sustainable strategies and the development of sustainable products. The rise of the digital economy brings a number of challenges that may hinder the achievement of sustainability goals, such as high energy consumption and increasing carbon emissions, the digital divide, job insecurity, increasing monopolies, and data protection. Existing literature and research show that reconciling the digital economy with sustainable development requires not only technological innovations, but also the existence of effective and flexible regulatory mechanisms. This article examines the impact of the digital economy on sustainable development, analyzes the challenges encountered, and assesses the regulatory gaps. The article examines future trends in the digital economy and appropriate regulatory mechanisms for integrating sustainable development concepts. Through the regulatory impact analysis method, this article aims to provide in-depth perspectives on the relationship between the digital economy and sustainable development.

Keywords: Digital Economy, Digital Challenges, Sustainable Development, Regulatory Gaps.

DAYANIQLI İNKİŞAFIN RƏQƏMSAL PROBLEMLƏRİ: TƏNZİMLƏMƏ BOŞLUQLARI

Xülasə

Texnologiyanın sürətli inkişafı ilə rəqəmsal iqtisadiyyat qlobal iqtisadi artımın əsas hərəkətverici qüvvələrindən birinə çevrilmişdir. Qlobal miqyasda dayanıqlı inkişaf hədəflərinin həyata keçirilməsi rəqəmsal texnologiyaların imkanları ilə sıx bağlı olsa da, bu prosesin qarşısında duran ən ciddi çağırışlardan biri tənzimləmə boşluqlarıdır. Rəqəmsal texnologiyaların yaratdığı imkanlar davamlı strategiyaların qəbul etməsinə, davamlı məhsullar inkişaf etdirməyə imkan verir. Rəqəmsal iqtisadiyyatın yüksəlişi, yüksək enerji istehlakı və artan karbon emissiyaları, rəqəmsal uçurum, iş etibarsızlığı, artan inhisar və məlumatların qorunması kimi davamlılıq məqsədlərinə nail olmaq üçün mane ola biləcək bir sıra problemləri gətirir. Mövcud ədəbiyyat və aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, rəqəmsal iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafı ilə uzlaşdırılması yalnız texnoloji innovasiyaların deyil, həm də effektiv və çevik tənzimləyici mexanizmlərin mövcudluğunu tələb edir. Məqalə rəqəmsal iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafa təsirini araşdırır, qarşıya çıxan çətinlikləri təhlil edir və tənzimləmə boşluqlarını dəyərləndirir. Məqalə rəqəmsal iqtisadiyyatın gələcək tendensiyaları və dayanıqlı inkişaf konsepsiyalarının integrasiyası üçün müvafiq tənzimləmə mexanizmlərini araşdırır. Tənzimləyici təsirin təhlili vasitəsilə bu məqalə rəqəmsal iqtisadiyyat ilə dayanıqlı inkişaf arasındakı münasibətlərə dair dərin perspektivlər təqdim etməyi hədəfləyir.

Açar sözlər: Rəqəmsal İqtisadiyyat, Rəqəmsal Problemlər, Dayanıqlı İnkişaf, Tənzimləmə Boşluqları.

FOSSIL FUELS, RENEWABLE TRANSITION, AND SUSTAINABILITY: A PANEL STUDY OF THE TOP 15 CARBON-EMITTING COUNTRIES

Fatma TÜRÜÇ SERAJ

Yrd. Doç. Dr., Yakın Doğu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonomi Bölümü, Lefkoşa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8821-7401>

Süheyla ÜÇİŞİK ERBİLEN

Doç. Dr., Doğu Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2713-8232>

Abstract

Global warming, which is mainly due to the swift speeding up of carbon dioxide emissions, is currently one of the most vital issues of the 21st century. The energy sector led by fossil fuels is still the biggest cause of these emissions, but the process of turning towards renewable energy is increasingly looking like the main route towards sustainability. Thus, knowing the economic and energy determinants of emissions is significant in identifying suitable policy reactions. This study examines the dynamic interactions between carbon dioxide emissions and key determinants as fossil fuel consumption, green energy transition, financial development, and energy intensity for the 15 countries with the highest carbon emissions. In order to uncover long- and short-run relationships, the Generalized Method of Moments (GMM) panel econometric technique, cointegration tests, and yearly data are used. The importance of this study lies in its comprehensive approach: it not only identifies the factors most responsible for the increase in emissions but also evaluates the potential of financial and energy transitions to mitigate environmental impacts. By focusing on high-emission countries, it provides evidence directly relevant to global climate action. The findings show that fossil fuel consumption significantly increases emissions, while the transition to renewable energy reduces them. Energy intensity is positively associated with emissions, reflecting inefficiencies in energy use. In contrast, financial development exhibits complex effects, depending on the broader economic and institutional context. Evidence of long-term cointegration highlights the interdependence between economic growth, energy use, and environmental sustainability. Overall, the study demonstrates that accelerating renewable energy adoption and improving energy efficiency are critical to offsetting the environmental costs of fossil fuel dependence. The results provide valuable insights for policymakers seeking to balance economic growth with climate commitments, particularly in economies that play a dominant role in global emissions.

Keywords: Carbon Emissions, Fossil Fuel Consumption, Renewable Energy Transition, Energy Intensity, Sustainable Development.

FOSİL YAKITLAR, YENİLENEBİLİR ENERJİYE GEÇİŞ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK: EN YÜKSEK KARBON SALINIMINA SAHİP 15 ÜLKE ÜZERİNE PANEL ÇALIŞMASI

Özet

Büyük ölçüde artan karbondioksit salınımının tetiklediği iklim değişikliği, 21. yüzyılın en önemli küresel sorunlarından biri haline gelmiştir. Fosil yakıt tüketiminin hâkim olduğu enerji sektörü, bu salınımların başlıca kaynağı olmaya devam ederken, yenilenebilir enerjiye geçiş giderek sürdürülebilirliğe ulaşmanın kritik bir yolu olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, salınımların ekonomik ve enerjiyle ilgili belirleyicilerini anlamak, etkili politika tepkilerinin şekillendirilmesi açısından hayati önem taşımaktadır. Bu çalışma, en yüksek karbon salınımına sahip 15 ülke için karbondioksit salınımı ile temel belirleyiciler olan fosil yakıt tüketimi, yeşil enerji dönüşümü, finansal gelişme ve enerji yoğunluğu arasındaki dinamik etkileşimleri incelemektedir. Kısa ve uzun dönem ilişkilerini ortaya koymak amacıyla yıllık veriler ile birim kök testleri, eşbütünleşme analizi ve Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) gibi panel ekonometrik yöntemler uygulanmıştır. Bu çalışmanın önemi, kapsamlı yaklaşımında yatmaktadır: yalnızca salınım artışından en çok sorumlu faktörleri belirlemekle

kalmamakta, aynı zamanda finansal ve enerji dönüşümlerinin çevresel etkileri azaltma potansiyelini de değerlendirmektedir. Yüksek salınlı ülkelere odaklanarak, küresel iklim eylemleriyle doğrudan ilgili kanıtlar sunmaktadır. Bulgular, fosil yakıt tüketiminin salınımları önemli ölçüde artırdığını, yenilenebilir enerjiye geçişin ise emisyonları azalttığını göstermektedir. Enerji yoğunluğu, enerji kullanımındaki verimsizlikleri yansıtarak salınımlarla pozitif ilişkilidir. Buna karşın finansal gelişme, daha geniş ekonomik ve kurumsal bağlama bağlı olarak karmaşık etkiler sergilemektedir. Uzun dönemli eşbütünleşme kanıtı, ekonomik büyüme, enerji kullanımı ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki karşılıklı bağımlılığı vurgulamaktadır. Genel olarak çalışma, yenilenebilir enerji kullanımının hızlandırılması ve enerji verimliliğinin artırılmasının, fosil yakıtlara bağımlılığın çevresel maliyetlerini dengelemek için kritik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuçlar, özellikle küresel emisyonlarda baskın rol oynayan ekonomilerde, ekonomik büyümeyi iklim taahhütleriyle dengelemeye çalışan politika yapıcılar için önemli içgörüler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Salınımı, Fosil Yakıt Tüketimi, Yenilenebilir Enerji Dönüşümü, Enerji Yoğunluğu, Sürdürülebilir Kalkınma.

THE IMPACT OF ECONOMIC CHALLENGES ON HOUSEHOLD CONSUMPTION: INCOME INEQUALITY AND PRICE LEVEL PERSPECTIVE (1973–2023)

Sebile TECİRLİ

Doktora Öğrencisi, Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Gaziantep, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4182-8317>

Bilge KÖKSEL

Prof. Dr., Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Gaziantep, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6382-2664>

Abstract

Economic difficulties are key factors that limit individuals' and households' capacity to maintain their living standards and negatively affect overall welfare. These difficulties have both macroeconomic and sociodemographic dimensions; in particular, price instability and income inequality play a significant role in shaping household consumption behavior. This study aims to examine the effects of income inequality (measured by the P80/P20 ratio) and the price level index on household consumption expenditures in Turkey over the period 1973-2023. In this way, it seeks to reveal how economic challenges are reflected in welfare through consumption patterns. Using long-term national data, the study applies econometric methods to analyze the short- and long-term impacts of disruptions in income distribution and price fluctuations on consumption tendencies. The expected findings suggest that increases in the price level suppress household consumption, while income inequality intensifies regional and socio-economic disparities in spending capacity. This indicates that economic difficulties cannot be fully understood through macroeconomic indicators alone but also involve social structures and behavioral factors. Moreover, improvements in resource efficiency and the integration of environmental sustainability with social welfare are highlighted as comprehensive policy areas linked not only to environmental goals but also to economic productivity and social justice. The study emphasizes the multidimensional nature of economic difficulties, highlighting the need for both price stability and equitable income distribution to achieve sustainable welfare. The results are expected to provide valuable insights for policymakers in understanding household consumption behavior and designing measures that enhance welfare.

Keywords: Economic difficulties, consumption expenditures, income inequality, price level, Turkey, welfare.

TÜRKİYE'DE EKONOMİK ZORLUKLARIN TÜKETİM HARCAMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: GELİR EŞİTSİZLİĞİ VE FİYAT DÜZEYİ PERSPEKTİFİ (1973–2023)

Özet

Ekonomik zorluklar, bireylerin ve hanehalklarının yaşam standartlarını sürdürebilme kapasitesini sınırlandıran ve refah seviyesini olumsuz etkileyen temel faktörlerdir. Bu zorlukların hem makroekonomik hem de sosyodemografik boyutları bulunmakla birlikte özellikle fiyat istikrarsızlığı ve gelir eşitsizliği, hanehalklarının tüketim davranışları üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de 1973-2023 döneminde gelir eşitsizliği (P80/P20 oranı) ve fiyat düzeyi endeksinin hanehalkı tüketim harcamaları üzerindeki etkisini incelemektir. Böylece ekonomik zorlukların tüketim harcamaları aracılığıyla refah düzeyine nasıl yansıdığı ortaya konulmaktadır. Araştırmada uzun dönemli veriler kullanılarak ekonometrik yöntemler aracılığıyla gelir dağılımındaki bozulma ile fiyat hareketlerinin tüketim eğilimleri üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkileri analiz edilmektedir. Beklenen bulgular, fiyat düzeyinde meydana gelen artışların tüketim harcamalarını baskıladığını, gelir eşitsizliğinin ise tüketim kapasitesinde bölgesel ve sosyoekonomik farklılıkları derinleştirdiğini göstermektedir. Bu durum, ekonomik zorlukların yalnızca makroekonomik göstergelerle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda sosyal yapının ve davranışsal faktörlerin de önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır. Aynı zamanda kaynak verimliliğinin

iyileştirilmesi ve çevresel sürdürülebilirliğin toplumsal refah ile entegrasyonu, yalnızca çevre hedefleriyle sınırlı kalmayıp ekonomik verimlilik ve sosyal adaletle bağlantılı bütüncül politika alanları olarak öne çıkmaktadır. Çalışma, ekonomik zorlukların çok boyutlu doğasına dikkat çekerek, sürdürülebilir refah için hem fiyat istikrarının sağlanması hem de gelir dağılımında adaletin güçlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu çerçevede elde edilen sonuçların, ekonomik politika yapıcılar açısından tüketim davranışlarının anlaşılması ve refahı artırıcı önlemlerin geliştirilmesi bakımından katkı sunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik zorluklar, tüketim harcamaları, gelir eşitsizliği, fiyat düzeyi, Türkiye, refah.

İKLİMSSEL DÖNÜŞÜM KAYNAKLI RİSKLERİNİN PARASAL AKTARIM KANALLARINA YANSIMALARI

İlhan EROĞLU

Prof Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, Tokat, Türkiye.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4711-1165>

Duygu YILMAZ

Doktora Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat, Tokat, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9549-3546>

ÖZET

İktisadi ve toplumsal gelişmeler ülkelerin iktisadi hedeflerine ulaşımını etkileyen önemli unsurlardır. Bu gelişmelerin özünde arz talep dengesi vardır. Arz talep dengesinin bozulması bazen iktisat politikalarının etki alanına giren ve yanlış politika kararlarına dayalı sebeplerden kaynaklı olurken bazen de iktisat politikası etki alanının dışındaki sebeplerle ilgilidir. İktisat politikalarının en önemli uygulama alanı iki türde karşımıza çıkar. Bunlar Merkez bankası güdümünde olan para politikası ile hükümetin karar alıcı olarak başrol oynadığı maliye politikasıdır. Para politikası, merkez bankalarının ekonomideki para arzı ve kredi koşullarını yönlendirmeye yönelik aldığı karar, uygulama ve iletişim stratejilerinin bütünüdür. Merkez bankaları, fiyat istikrarı, tam istihdam ve sürdürülebilir büyüme gibi makroekonomik hedeflere ulaşmayı amaçlarken çeşitli politika araçları kullanmaktadır. Bu bağlamda para politikası etki alanı içinde olan iktisadi gelişmelere parasal aktarım kanalları aracılığı ile etki etmeye çalışmaktadır. Para politikası etki alanı dışında olduğu düşünülen gelişmelerden birisi de hatta son yıllarda en önemlisi de iklimsel dönüşüm sonucu ortaya çıkan şartlardır. Bu çalışmanın amacı iklimsel dönüşüm sonrası ortaya çıkan ve arz talep dengesini bozan gelişmeler sonucunda paranın aktarım kanallarının bundan nasıl etkilenecek iktisadi bir politika tepkisi ortaya çıktığı hususunun tartışılmasıdır. Çalışma sonucunda iklimsel dönüşüme bağlı gelişen risk yapısını para politikası aktarım mekanizmasının etkin işleyişini ve mekanizmanın etkilemeyi hedeflediği ekonomik ve finansal koşulları istenmeyen bir yöne dönüştürerek etkinliğini zayıflatabileceğine dair beklentilere yol açabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklİmsel dönüşüm, Para Politikası, Parasal Aktarım Mekanizması.

REFLECTIONS OF CLIMATE CHANGE-RELATED RISKS ON MONETARY TRANSMISSION CHANNELS

Abstract

Economic and social developments are important factors affecting countries' achievement of their economic goals. At the core of these developments lies the supply-demand balance. Disturbances in the supply-demand balance sometimes stem from reasons within the sphere of influence of economic policies and based on poor policy decisions, while other times they are related to factors beyond the sphere of influence of economic policy. The most important areas of application of economic policies are twofold: monetary policy, which is guided by the central bank, and fiscal policy, in which the government plays a key role as decision-maker. Monetary policy refers to the totality of decisions, implementation, and communication strategies adopted by central banks to direct the money supply and credit conditions in the economy. Central banks use various policy tools to achieve macroeconomic objectives such as price stability, full employment, and sustainable growth. In this context, monetary policy attempts to influence economic developments within its sphere of influence through monetary transmission channels. One of the developments considered to be outside the sphere of influence of monetary policy, and perhaps most importantly in recent years, is the conditions resulting from climatic changes. The purpose of this study is to discuss how the developments that emerged after the climate transformation disrupted the supply-demand balance and affected monetary transmission

channels, leading to an economic policy response. The study demonstrates that the risk structure evolving due to climate transformation can lead to expectations that the effective functioning of the monetary policy transmission mechanism and the economic and financial conditions it aims to influence could be undermined by shifting them in an undesirable direction.

Keywords: Climate Change, Monetary Policy, Monetary Transmission Mechanism.

CONSUMER BEHAVIOR AND SUSTAINABLE LIFESTYLES

Jafarova Rumella

Azerbaijan University of Architecture and Construction, Department of Construction Economics, Economic Theory and Marketing, Baku, Azerbaijan, <https://orcid.org/0000-0002-5862-5770>

Abstract

In today's environment, where environmental challenges are becoming increasingly acute - from global warming and melting glaciers to ecosystem degradation and depletion of natural resources — sustainable behavior patterns are no longer just a fashion trend and are becoming a vital factor in ensuring the quality of life of future generations. Consumer habits have a direct impact on the economy: they determine which industries receive priority development, which technologies are implemented faster, and how rationally limited natural resources are used. Therefore, studying the factors influencing the formation of sustainable practices is becoming especially relevant for both society and the state.

Keywords: Sustainable consumption, eco-friendly behavior, environmental awareness, consumer habits, green products, circular economy, government support.

Factors in the formation of environmentally oriented consumption include several interrelated aspects. First of all, this is the level of public awareness. People must understand not only the current environmental situation, but also the long-term consequences of their everyday decisions - from food choices to transportation methods and energy consumption. No less important are the socio-cultural attitudes that shape habits and norms of behavior: if sustainable consumption becomes part of the generally accepted social norm, it is consolidated faster and more effectively. The economic availability of "green" goods and services also plays a critical role - high prices and limited assortment often hinder the mass transition to environmentally friendly alternatives. Finally, there must be transparent and understandable government regulations that stimulate sustainable practices and ensure compliance with environmental standards.

It is important to understand that sustainable behavior does not emerge overnight. It is the result of a long process, including education, changing social norms, and reinforcing new habits through a system of rewards and incentives. Only comprehensive work in these areas allows the population's environmental awareness to move from the level of declarations to concrete actions.

One of the key barriers to sustainable consumption remains the limited availability of environmentally friendly products. The higher cost and insufficient variety of such products reduce consumers' willingness to change their habits. In addition, a weak understanding of the long-term benefits of environmental decisions – economic, social and personal – means that conscious consumption remains more of an idea than a practice.

Solving this problem requires coordinated action by three key players: the state, business, and society. Governments can create favorable conditions through tax incentives, subsidies for green projects, development of standards, and quality control of products. Business, in turn, is responsible for implementing innovations, whether it is waste recycling technologies, creating energy-efficient products, or minimizing the carbon footprint of production. Society, including educational institutions, the media, and public organizations, forms the value base: it consolidates sustainable behavior as a social norm, encourages its dissemination, and motivates people to act through information and propaganda.

Only a combination of educational initiatives, economic incentives and technological innovations can achieve a real transition to sustainable lifestyles. An integrated approach ensures mass adoption of environmentally responsible behavior, promotes rational use of resources and really reduces the burden on the environment. Thus, sustainable consumption ceases to be an individual task and turns into a systemic process that requires the participation of all levels of society.

Sustainable development in the modern world is directly related to how people make everyday purchases, manage resources and build their lifestyle. Consumer habits shape the structure of demand, and therefore determine the direction of development of production, transport, energy and even the service sector. If

consumers continue to give preference to goods that cause significant damage to the environment, then no sustainable development strategy can be fully implemented.

That is why the key condition for the transition to an environmentally friendly model of the future is a change in consumer behavior. Eco-oriented consumption models involve a conscious choice in favor of products and services that minimize the negative impact on nature - be it waste reduction, the use of secondary materials or energy-saving technologies.

Such practices play a dual role: on the one hand, they reduce the burden on ecosystems, and on the other, they stimulate economic growth through the development of innovations and new industries. For example, the demand for renewable energy, raw material processing or organic agriculture leads to the creation of jobs and the formation of new markets. Thus, sustainable consumption becomes not only an environmental but also a socio-economic strategy that can strengthen the long-term stability of society.

It is important to emphasize that the transformation of consumer habits requires not only individual efforts, but also systemic support from the state and business. Only with the availability of affordable eco-friendly products, transparent information about them and incentive measures from the state can a mass transition to sustainable lifestyles be achieved.

Below are the factors that shape environmentally responsible behavior:

1. Global challenges. Modern environmental threats have a direct impact on society and are becoming a powerful incentive to change consumer habits. The effects of climate change are manifested in extreme weather events, disruption of agricultural cycles, and threats to food security. The reduction of biodiversity undermines the sustainability of ecosystems on which many economic sectors depend, from fisheries to tourism. Pollution of air, soil, and water affects human health and causes social costs. Aware of these risks, more and more people are seeking to support solutions that reduce the burden on nature: choosing products made from recycled materials, switching to renewable energy sources, and refusing single-use plastic. Thus, global problems are becoming a local motivator for developing environmentally responsible behavior.

2. Social norms and values. Consumer decisions are rarely made in isolation – they are influenced by cultural attitudes and social expectations. In countries where sustainable development is a priority, green consumption is perceived as an element of social status and an indicator of responsible civic behavior. When the use of “green” technologies and products becomes part of fashion or a social norm, people are more willing to adopt these practices. For example, in some societies, refraining from unnecessary consumption or sorting waste is perceived as an expression of moral responsibility to future generations. Thus, the values and norms of society form the framework within which individual behavior develops.

3. Education and awareness. Conscious consumption is impossible without knowledge of how goods and services affect the environment. Environmental education – from school programs to special courses and media campaigns – helps to develop an understanding of the relationship between personal habits and the state of the planet. People who know the consequences of excessive consumption of energy, water or plastic products are more likely to switch to more sustainable alternatives. Access to reliable information plays an important role: uniform eco-labels, transparent data on production processes, publications of scientific research. The higher the level of awareness, the more actively consumers participate in the dissemination of “green” practices.

4. Economic conditions. Even with high environmental awareness, many people face barriers related to price and availability of goods. Eco-friendly products are often more expensive, which limits their distribution among the general population. In addition, the range of such goods in some regions remains limited, and finding them requires additional effort. If sustainable goods become competitive in price and easily accessible, the likelihood of choosing them increases several times. Here, government subsidies, benefits for manufacturers and business support programs play a major role, making “green” solutions more attractive and widespread.

It is also necessary to consider barriers to sustainable consumption, which include:

- High cost of environmentally friendly products. One of the most significant obstacles is the high price of products manufactured according to ecological standards. Organic food, clothing made from natural fabrics, energy-efficient household appliances or recycled materials are often more expensive than their traditional counterparts. For consumers with limited income, such a choice becomes difficult, even if they are aware of

the benefits for the environment. In conditions of economic instability, it is the financial factor that most often outweighs environmental considerations.

- **Limited range and poor availability.** Even if they want to, many consumers do not have the opportunity to buy eco-friendly products. In small towns and rural areas, the range of sustainable products is limited, and specialized stores are either absent or located far away. Sometimes products are only available online, which also hinders demand. In addition, in countries with less developed environmental policies, the market for “green” products has not yet formed, which prevents their mass distribution.

- **Lack of knowledge and awareness.** Many people do not have sufficient knowledge about which products and practices are truly considered sustainable. Often, consumers perceive eco-friendly choices as something abstract and do not understand their practical value. The lack of information about long-term benefits - such as energy savings, improved health, reduced costs due to the durability of products - prevents people from consciously switching to sustainable solutions. Therefore, environmental education and awareness campaigns remain key tools to overcome this barrier.

- **Distrust and skepticism.** Even when products are available on the market, many consumers remain skeptical about their true eco-friendliness. The lack of uniform labeling standards and transparency in production leads to the phenomenon of “greenwashing,” when companies position products as eco-friendly without having any real basis for this. This phenomenon undermines trust in brands and reduces consumers’ willingness to pay extra for “sustainability.” As a result, even those who would like to switch to eco-friendly products remain cautious in their decisions.

Thus, barriers to sustainable consumption are formed at the intersection of economic, informational and social factors. They can only be overcome with a comprehensive approach: reducing prices through government support and technological innovations, expanding the range, educational work and increasing market transparency.

In this context, it is necessary to consider both the role of the state and the role of business. State policy. The decisive role in the formation of sustainable consumption belongs to the state, since it is the state that creates the regulatory and economic basis for "green" initiatives. Among the most effective tools, one can highlight environmental regulation, which provides for the establishment of quality standards and mandatory requirements for production. An important area is tax policy: providing benefits to companies implementing environmentally friendly technologies, as well as reducing the tax burden on manufacturers and sellers of "green" goods. An additional incentive is provided by subsidies that make environmentally friendly products more accessible to a wide range of consumers. Information and educational campaigns aimed at raising public awareness of the benefits of sustainable consumption patterns are also of great importance.

The role of business. Companies and entrepreneurs are key participants in the process, as they offer specific goods and services to the market. The most promising direction is the development of innovations: the introduction of waste recycling technologies, the use of renewable energy sources, the transition to a circular economy. An important aspect is the transparent positioning of products - consumers must have access to information about production processes and the environmental benefits of goods. This approach builds trust in the brand and stimulates demand for environmentally friendly solutions.

Cooperation and partnership. The maximum effect in promoting sustainable practices is achieved through interaction between the state, business and non-profit organizations. The state creates legislative and financial conditions, business offers innovative products and services, and NPOs provide public oversight, educational activities and citizen involvement. Such a tripartite partnership contributes to the formation of an ecosystem in which sustainable consumption becomes not an exception, but the norm.

The modern consumer increasingly views eco-friendly choices as part of personal identity and social status. However, sustainable habits are only established when they become accessible, convenient, and supported by the environment.

Sustainable consumption plays a crucial role in addressing global environmental issues such as climate change, pollution and depletion of natural resources. It involves people and organizations making decisions that take into account the long-term environmental consequences of their actions. Successful development of sustainable consumption requires a comprehensive strategy that includes three key components.

The first component is consumer awareness. People need to understand how their habits and choices of goods and services affect the environment. This includes knowledge about resource consumption, the carbon footprint of products, waste disposal, and recycling options. Conscious consumer choices stimulate demand for environmentally friendly products and contribute to more responsible behavior at the individual level.

The second component is active government support. The role of the government is to create a regulatory framework, stimulate environmentally friendly production, implement programs to reduce pollution, and encourage the use of renewable resources. Government measures may include incentives for companies that produce environmentally friendly products, educational campaigns for the population, and strict environmental standards for industry.

The third component is business innovation. Companies should actively develop new technologies, materials, and processes that minimize the negative impact on nature. This could include the production of energy-efficient products, the use of renewable energy sources, the implementation of a circular economy, and the reduction of waste at all stages of the product life cycle. Innovative business not only reduces environmental damage, but also creates competitive advantages in a market where consumers increasingly choose sustainable brands.

Only by combining these three components – consumer awareness, government support and innovative business activity – can we achieve a real transition of society to ecologically balanced lifestyles. Such a comprehensive approach allows us to form a sustainable economy, reduce the burden on nature and ensure quality of life for future generations.

TRANSITION TO CIRCULAR ECONOMY: SUSTAINABLE MARKETING APPROACHES AND RECYCLING PRACTICES

Baghirzade Nigar

International Master's and Doctoral Studies Center, BMDM Faculty, Consumer Goods Expertise and Marketing,

Master's, 2nd year, Sumqayit, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-0036-128X>

Abstract

The growing environmental challenges caused by rapid consumption and waste generation have necessitated the transition from a linear economy to a circular economy. This research aims to explore the relationship between recycling practices, sustainable marketing strategies, and consumer awareness in shaping environmentally responsible markets. The study highlights how recycling not only reduces the negative impact on the environment but also contributes to the development of innovative marketing tools that align with sustainability goals. In this context, the integration of recycling technologies, eco-labeling, and green branding becomes essential in influencing consumer behavior and promoting environmentally friendly consumption. The research adopts a qualitative approach by analyzing recent studies, international reports, and market trends related to recycling and circular economy practices. It emphasizes that sustainable marketing is not limited to product promotion but also involves educating consumers about the environmental impact of their choices. Findings indicate that businesses adopting recycling-based production models and transparent communication strategies are more successful in gaining consumer trust and contributing to sustainable economic development. This study concludes that the transition to a circular economy requires strong cooperation between governments, businesses, and consumers. Policy frameworks supporting recycling infrastructure, combined with innovative marketing strategies, can accelerate the shift toward sustainability. Such approaches ensure not only economic efficiency but also long-term environmental protection, paving the way for a greener and more resilient future.

Keywords: Circular Economy, Recycling, Sustainable Marketing, Consumer Behavior, Environmental Policy.

**GLOBALISATION, FINANCIAL DEEPENING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT:
EVIDENCE FROM DEVELOPING COUNTRIES**

Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım

T.C. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Türkiye,

ORCID: 0000-0003-4168-2792

Lect. Murat Ozdemir

T.C. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Muratlı MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Türkiye,

ORCID: 0000-0001-9737-6386

Prof. Dr. Valentin Vasilev

Higher School of Security and Economics, Bulgaristan, ORID: 0000-0002-0074-9578

Abstract

The development trajectories of developing countries have increasingly acquired a multidimensional character with the acceleration of globalisation, the deepening of financial systems, and the growing prominence of sustainable development goals. While globalisation can foster economic growth through capital mobility, technology transfer, and trade expansion, its outcomes are not always compatible with social equity and environmental sustainability. Financial deepening, on the other hand, creates important opportunities for financing sustainable development, particularly when financial systems become more inclusive and efficient. A robust financial infrastructure can promote green investments, support social welfare policies, and enhance resilience against external shocks. Nevertheless, sustainable development is not limited to economic growth; it also requires the balanced integration of environmental protection and social inclusion. In this context, the opportunities generated by globalisation and financial development must be guided by sound institutional frameworks and effective policy choices. Developing countries, while integrating into the global system, face the challenge of designing strategies that take into account ecological boundaries as well as social vulnerabilities. This paper aims to examine the interplay between globalisation, financial deepening, and sustainable development in the context of developing countries. Within the scope of the analysis, it is discussed under which conditions globalization and financial development are supportive of sustainable development and under which circumstances they may lead to economic, social or environmental risks. By integrating empirical findings and policy debates, the study seeks to highlight strategies that can help developing economies align financial and global integration with sustainable development pathways.

Key words: Globalisation, Financial Deepening, Sustainable Development, Developing Countries

**KÜRESELLEŞME, FİNANSAL DERİNLEŞME VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA:
GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELERDEN BULGULAR**

Özet

Gelişmekte olan ülkelerin kalkınma süreçleri, küreselleşmenin hızlanması, finansal sistemlerin derinleşmesi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin öne çıkmasıyla birlikte giderek çok boyutlu bir nitelik kazanmıştır. Küreselleşme, sermaye hareketliliği, teknoloji transferi ve ticaretin artışı yoluyla ekonomik büyümeyi destekleyebilse de, ortaya çıkan sonuçlar her zaman sosyal eşitlik ve çevresel sürdürülebilirlik ile uyumlu olmamaktadır. Öte yandan, finansal derinleşme; finansal sistemlerin kapsayıcı ve etkin hale gelmesi durumunda sürdürülebilir kalkınmanın finansmanına önemli fırsatlar sunmaktadır. Güçlü bir finansal altyapı, yeşil yatırımları teşvik edebilir, sosyal refah politikalarını destekleyebilir ve dışsal şoklara karşı direnci artırabilir. Bununla birlikte sürdürülebilir kalkınma yalnızca ekonomik büyüme ile sınırlı değildir; çevresel koruma ve toplumsal kapsayıcılığın da dengeli biçimde entegrasyonunu gerektirmektedir. Bu bağlamda, küreselleşme ve finansal gelişmenin sunduğu fırsatların sağlam kurumsal çerçeveler ve etkili politikalarla

yönlendirilmesi kritik önem taşımaktadır. Gelişmekte olan ülkeler, küresel sisteme entegre olurken hem ekolojik sınırları gözetken hem de sosyal kırılganlıkları dikkate alan stratejiler geliştirmek zorundadır. Bu çalışma, küreselleşme, finansal derinleşme ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki etkileşimi geliştirmekte olan ülkeler bağlamında incelemeyi amaçlamaktadır. Analiz kapsamında, küreselleşme ve finansal gelişmenin hangi koşullar altında sürdürülebilir kalkınmayı destekleyici bir unsur olduğu; hangi durumlarda ise ekonomik, sosyal ya da çevresel risklere yol açabileceği tartışılmaktadır. Çalışma, ampirik bulgular ve politika tartışmalarını bütünleştirerek, geliştirmekte olan ekonomilerin küresel ve finansal entegrasyon süreçlerini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu hale getirebilmeleri için yol gösterici stratejilere ışık tutmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Küreselleşme, Finansal Derinleşme, Sürdürülebilir Kalkınma, Gelişmekte Olan Ülkeler

**REVISITING THE ROLE OF DIGITALIZATION IN TAX REVENUES: EVIDENCE FROM
TÜRKİYE WITH A WAVELET QUANTIL APPROACH**

Cuma DEMİRTAŞ

Aksaray Vocational School of Social Sciences, Aksaray University, Aksaray, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-1475-5530>

Abstract

The digitalisation of the economy and public administration are important topics in economic research. In this context, the aim of this study is to analyse the impact of digitalisation on tax revenues in Turkey between 1993 and 2023 using a wavelet-based kantil causality test. In this study, the dependent variable is tax revenue, the independent variable is internet usage, and the control variables are economic growth and inflation rate. The findings reveal that the causal relationship between economic growth, internet usage, inflation, and tax revenues in Turkey exhibits significant time-frequency heterogeneity across quantiles and periods. In the short term, no statistically significant causality was observed in any quantile. In the medium term, significant causality emerges, particularly in the lower and middle quantiles (0.2, 0.4, and 0.6). This indicates that macroeconomic and technological factors have a measurable impact during periods of relatively low and medium tax revenue performance. In the long term, no statistically significant causality is found in any quantile. This result indicates that structural and institutional determinants overshadow the permanent effects of growth, digitalisation, and inflation on tax revenues.

Keywords: Digitalization, Tax revenues, Wavelet-based quantile causality test, Türkiye

**VERGİ GELİRLERİNDE DİJİTALLEŞMENİN ROLÜNÜ YENİDEN ELE ALMAK: WAVELET
KANTİL YAKLAŞIMIYLA TÜRKİYE'DEN KANITLAR**

Özet

Ekonominin ve devlet yönetiminin dijitalleşmesi önemli ekonomik araştırma konularıdır. Bu bağlamda çalışmanın amacı 1993-2023 yılları arasında Türkiye’de dijitalleşmenin vergi gelirleri üzerindeki etkisini vavelet tabanlı kantil nedensellik testi ile analiz etmektedir. Çalışmada bağımlı değişken vergi geliri iken bağımsız değişken internet kullanımı ve kontrol değişkenleri ise ekonomik büyüme ve enflasyon oranıdır. Elde edilen bulgulara göre Türkiye’de ekonomik büyüme, internet kullanımı, enflasyon ve vergi gelirleri arasındaki nedensel ilişkinin kantiller ve dönemler arasında önemli bir zaman-frekans heterojenliği sergilediğini göstermektedir. Kısa dönemde, hiçbir kantilde istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik gözlenmemiştir. Orta dönemde, özellikle alt ve orta kantillerde (0,2, 0,4 ve 0,6) önemli bir nedensellik ortaya çıkmaktadır. Bu durum nispeten düşük ve orta düzeyde vergi geliri performansı dönemlerinde makroekonomik ve teknolojik faktörlerin ölçülebilir bir etki yarattığını göstermektedir. Uzun dönemde, herhangi bir kantilde istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik bulunmamaktadır. Bu sonuç yapısal ve kurumsal belirleyicilerin, büyüme, dijitalleşme ve enflasyonun vergi gelirleri üzerindeki kalıcı etkilerini gölgede bıraktığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Vergi gelirleri, Wavelet tabanlı kantil nedensellik testi, Türkiye

**ASSESSMENT OF FLOODING ON RESIDENTIAL PROPERTIES OF NIGERIAN AIR FORCE
BASE KADUNA AND ENVIRON**

Mohammed Lateefat Bunmi

Water Resources and Environmental Engineering department, Ahmadu Bello University Zaria, Kaduna. Nigeria.

Agada Ojochegbe Moses

Affiliation: Federal University of Agriculture Makurdi, Benue. Nigeria.

Adejumo Abiodun Naeemdeen

Affiliation: Federal University of Technology Minna, Niger. Nigeria

Abstract

Flooding is an escalating threat to military installations and adjoining urban settlements in sub-Saharan Africa, yet quantitative, site-specific risk assessments remain scarce. This study presents an integrated socio-hydrological evaluation of flood impacts on residential properties within the Nigerian Air Force (NAF) Base, Kaduna, and its peri-urban environs. Using a mixed-method approach, 153 validated household questionnaires were analysed alongside 39 years of high-resolution rainfall records (1981–2019) to develop local Intensity–Duration–Frequency (IDF) curves under the Gumbel extreme-value distribution. Findings reveal that 74% of respondents had experienced flooding ≥ 2 times in the past decade, with 35% reporting inundation depths ≥ 1 m. Key drivers include inadequate drainage capacity (Manning $n = 0.020$), clayey soils with low infiltration, and upstream runoff from the Kawo–Mando watershed. The derived IDF relationship predicts a 100-year rainfall intensity of 392 mm h^{-1} for a 5-min duration, exceeding World Meteorological Organization (WMO) thresholds for micro-drainage design. A rightsized rectangular channel (slope 4%, depth 25.7 mm) is proposed, yielding a peak discharge capacity of $2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ —adequate for 1-in-100-year events. The study underscores the need for nature-based drainage retrofits and stakeholder-driven flood early-warning systems to safeguard strategic military assets and adjacent civilian communities. The generated IDF curves constitute an open-access design resource for Kaduna’s data-scarce environment and are transferable to similar semi-arid urban catchments across West Africa.

Keywords: Urban flooding; IDF curves; Gumbel distribution; Military infrastructure; Residential property risk; Drainage design; Kaduna; Nigeria; Socio-hydrology; Climate adaptation.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STATE OF HUMAN CAPITAL: AZERBAIJAN AND INTERNATIONAL EXPERIENCE

Leyla Qahraman qizi Isgandarova

PhD student at UNEC

Abstract

The aim of the research is to conduct a comparative analysis of investments in human capital and to identify the main factors that determine the differences in the level of human capital development between developed and developing countries. The study focuses on analyzing the components of the Human Capital Index (HCI) across selected countries, determining the impact of public expenditures on education and healthcare on human capital development, and developing forecast scenarios and strategic recommendations for Azerbaijan. The research is based on a multi-stage analytical approach, including descriptive analysis, comparative analysis of HCI components, and regression analysis. The data sources include the World Bank's Human Capital Index for 2020 and statistical data on education and healthcare from Singapore, South Korea, Germany, and Azerbaijan. The analysis primarily utilizes indicators such as GDP per capita, public spending on education and healthcare, duration of schooling, and demographic indicators. The results reveal significant differences in the level of human capital development among the analyzed countries. With an HCI of 0.58, Azerbaijan lags considerably behind Singapore (0.88), South Korea (0.80), and Germany (0.75). This gap is mainly attributed to differences in the quality of education and the effectiveness of the healthcare system. The key findings indicate that the primary gaps in Azerbaijan are related to education quality and health outcomes. The regression analysis confirms the significant impact of public spending on education and healthcare on the development of human capital. The scientific novelty of the study lies in substantiating the synergistic effect of simultaneous investments in education and healthcare for developing economies. The practical significance of the research is to develop concrete policy recommendations aimed at increasing the efficiency of investments in human capital for developing countries, including short-term, medium-term, and long-term measures for the modernization of education and healthcare systems.

Keywords: Human Capital, Expenditures, Education, Healthcare, Comparative Analysis

İNSAN KAPİTALININ VƏZİYYƏTİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ: AZƏRBAYCAN VƏ BEYNƏLXALQ TƏCRÜBƏ

Xülasə

Tədqiqatın məqsədi insan kapitalına investisiya qoyuluşlarının müqayisəli təhlilini aparmaq, inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələr arasında insan kapitalının inkişaf səviyyəsində fərqləri müəyyən edən əsas amilləri təyin etməkdir. Tədqiqat zamanı seçilmiş ölkələr üzrə İnsan Kapitalı İndeksinin komponentlərinin təhlili, təhsil və səhiyyəyə dövlət xərclərinin insan kapitalının inkişafına təsirinin müəyyənəndirilməsi, Azərbaycan üzrə proqnoz ssenarilərinin və strateji tövsiyələrin hazırlanması kimi vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur. Tədqiqat təsviri təhlil, HCI komponentlərinin müqayisəli təhlili və reqressiya təhlili daxil olmaqla çoxmərhələli analitik yanaşmaya əsaslanır. Məlumat bazası kimi Dünya Bankının 2020-ci il üçün İnsan Kapitalı İndeksi, Sinqapur, Cənubi Koreya, Almaniya və Azərbaycanda təhsil və səhiyyəyə dair statistik məlumatlardan istifadə edilir. Əsasən adambaşına düşən ÜDM, təhsil və səhiyyəyə dövlət xərcləri, təhsilin müddəti və demoqrafik göstəricilərdən istifadə edilərək təhlil aparılıb. Tədqiqat nəticəsində təhlil edilən ölkələr arasında insan kapitalının inkişaf səviyyəsində əhəmiyyətli fərqlər aşkar edilmişdir. 0,58 HCI ilə Azərbaycan Sinqapurdan (0,88), Cənubi Koreya (HCI: 0,80) və Almaniya (HCI: 0,75) əhəmiyyətli dərəcədə geri qalır ki, bu da əsasən təhsilin keyfiyyətində və səhiyyə sisteminin effektivliyindəki fərqlərlə izah olunur. Əsas nəticələr göstərir ki, Azərbaycanda boşluqlar ilk növbədə təhsilin keyfiyyəti və səhiyyə nəticələri ilə bağlıdır. Aparılan reqressiya təhlili təhsil və səhiyyəyə dövlət xərclərinin insan kapitalının inkişafına əhəmiyyətli təsirini təsdiqləmişdir. Tədqiqatın elmi yeniliyi inkişaf etməkdə olan iqtisadiyyatlar üçün təhsil və

səhiyyə sahələrinə eyni vaxtda investisiyaların sinergik təsirinin əsaslandırılmasındadır. Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti təhsil və səhiyyə sistemlərinin modernləşdirilməsi üzrə qısamüddətli, ortamüddətli və uzunmüddətli tədbirlər də daxil olmaqla, inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün insan kapitalına investisiyanın səmərəliliyinin artırılması üzrə konkret siyasət tövsiyələrinin işlənilib hazırlanmasından ibarətdir.

Açar sözlər: İnsan Kapitalı, Xərclər, Təhsil, Səhiyyə, Müqayisəli Təhlil.

EMPLOYEE PERCEPTIONS IN CORPORATE SUSTAINABILITY CULTURE: A CONCEPTUAL STUDY ON BLUE AND WHITE COLLAR EMPLOYEES

Sılanur ASLANKILIÇ

Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Kocaeli, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5490-2355>

Ceren ÇUBUKÇU ÇERASİ

Doç. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri, Kocaeli, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9253-2826>

Abstract

In today's business world, sustainability has become one of the most critical strategic imperatives for organizations. Beyond economic objectives, firms are expected to fulfill their social and environmental responsibilities in increasingly complex and uncertain market conditions. This study aims to examine the perceptions of white-collar and blue-collar employees regarding corporate sustainability and to reveal the impact of these perceptions on organizational culture. A qualitative approach was adopted; a literature review was conducted using sources selected from reliable academic databases, and the concepts obtained from the texts were thematized through content analysis. The findings indicate that white-collar employees tend to associate sustainability with strategic decision-making, corporate reputation, and long-term competitiveness, whereas blue-collar employees perceive sustainability in connection with practices such as resource efficiency, occupational health and safety, and fair working conditions. This divergence demonstrates that sustainability culture within organizations cannot be considered a homogeneous construct, and that the different roles and experiences of employee groups must be taken into account. Furthermore, the results show that practices strengthening participation such as awareness-raising training programs and incentive mechanisms significantly enhance the effectiveness of corporate sustainability efforts. By systematically compiling the intersection between sustainability and employee typologies, the study provides a framework that integrates fragmented findings in the context of organizational culture and employee engagement, while also offering concrete managerial implications for the design of communication, training, and incentive mechanisms. Through the comparison of blue- and white-collar employee perceptions, the research contributes to the sustainability literature, particularly in relation to organizational culture and employee participation. In conclusion, it is emphasized that organizations aiming for long-term sustainability performance should develop inclusive strategies that address the perception differences between employee groups.

Keywords: Sustainability, Blue Collar, White Collar, Employee Perception, Corporate Sustainability, Organizational Culture.

KURUMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KÜLTÜRÜNDE ÇALIŞAN ALGILARI: MAVİ VE BEYAZ YAKA ÇALIŞANLAR ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR İNCELEME

ÖZET

Günümüz iş dünyasında sürdürülebilirlik, işletmeler için en kritik stratejik zorunluluklardan biri haline gelmiştir. Ekonomik hedeflerin ötesinde, firmaların giderek karmaşık ve belirsiz piyasa koşullarında sosyal ve çevresel sorumluluklarını da yerine getirmeleri beklenmektedir. Bu çalışma, beyaz yaka ve mavi yaka çalışanların kurumsal sürdürülebilirliğe yönelik algılarını incelemeyi ve bu algıların örgüt kültürü üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Nitel bir yaklaşım benimsenmiş; güvenilir akademik veri tabanlarından seçilen kaynaklar üzerinden literatür taraması yürütülmüş ve metinlerden elde edilen kavramlar içerik analizi ile temalaştırılmıştır. Araştırma bulguları, beyaz yaka çalışanların sürdürülebilirliği daha çok stratejik karar alma, kurumsal itibar ve uzun vadeli rekabetçilik ile ilişkilendirdiğini, mavi yaka çalışanların ise sürdürülebilirliği kaynak verimliliği, iş sağlığı ve güvenliği ile adil çalışma koşulları gibi uygulamalarla

bağlantılı gördüğünü ortaya koymaktadır. Bu farklılık, sürdürülebilirlik kültürünün örgüt içinde homojen bir yapı olarak ele alınamayacağını, çalışan gruplarının farklı rol ve deneyimlerinin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca sonuçlar, farkındalık artırıcı eğitimler ve teşvik mekanizmaları gibi katılımı güçlendiren uygulamaların kurumsal sürdürülebilirlik çalışmalarının etkinliğini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Çalışma, sürdürülebilirlik ile çalışan tipolojileri arasındaki kesişimi sistematik biçimde derleyerek, örgüt kültürü ve çalışan katılımı bağlamında dağınık bulguları bütünleştiren bir çerçeve sunmakta; uygulayıcılar için de iletişim, eğitim ve teşvik tasarımıyla ilişkin somut yönetsel çıkarımlar üretmektedir. Mavi ve beyaz yaka çalışan algılarının karşılaştırılmasıyla, araştırma özellikle örgüt kültürü ve çalışan katılımı bağlamında sürdürülebilirlik literatürüne katkı sağlamaktadır. Sonuç olarak, uzun vadeli sürdürülebilirlik performansı hedefleyen işletmelerin, çalışan grupları arasındaki algı farklılıklarını gözeten kapsayıcı stratejiler geliştirmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Mavi Yaka, Beyaz Yaka, Çalışan Algısı, Kurumsal Sürdürülebilirlik, Örgüt Kültürü.

**MANAGEMENT OF HUMAN CAPITAL IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTALLY
ORIENTED DEVELOPMENT**

Ass.Prof. Huseynova Rena Shikar

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), "Digital technologies and applied informatics", Baku, Azerbaijan.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5281-0556>

PhD (c) Jafarova Natavan Rasim

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0732-9996>

PhD (c) Ismailova Melek Fazil

Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan Faculty, Institute of Economics

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1339-4929>

Abstract

The article examines the role of HR management within the framework of the green economy, emphasizing the significance of transitioning toward sustainable development. Particular attention is given to the integration of environmental criteria into recruitment and career advancement processes? As well as the importance of building diverse “green” teams capable of generating innovative solutions. The study highlights the essential elements of a strategic approach to workforce management that prioritizes sustainability, corporate social responsibility, and the enhancement of organizational competitiveness in the context of the green economy. Environmental challenges caused by the destructive impact of human activity on nature have created an urgent need for concrete measures to address them. Contrary to I.V.Michurin’s famous slogan, “We cannot wait for favors from nature; to take them from her is our task”, it has become clear that the development of human society on Earth is only possible in harmony with the natural environment.

The pressing necessity of transitioning to a green economy is reshaping the sectoral composition of the workforce and driving demand for new professions and skills. In this context, today’s economy is increasingly acquiring a “green” dimension, where the primary driving force is represented by “green” human capital equipped with competencies that enable the resolution of novel challenges.

To specify the set of such competencies, it is first necessary to identify and analyze both exiting and forecasted “green” jobs. New competency requirements will primarily emerge from employers themselves, which makes it essential to strengthen close coordination between businesses and the education sector.

Keywords: management of human capital, green competencies, green teams

THE ROLE OF TOURISM IN SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT IN AZERBAIJAN

Sabir QULUZADA,

PhD in Economics, Assoc. Prof., Azerbaijan Tourism and Management University, Vice Dean, ORCID: 0000-0002-3827-9081

Abstract

The tourism sector today is regarded not only as an activity that generates economic income but also as one of the key drivers of sustainable economic development. Global changes in economic relations, environmental protection, the enhancement of social welfare, and the involvement of local communities in development processes have significantly reshaped approaches to tourism. Consequently, the role of tourism in sustainable development has become one of the most relevant areas of scientific research. The economic significance of tourism derives from its multifaceted impact. The sector stimulates investment, increases employment, and ensures interregional balance. In developing countries, tourism is considered an important tool for economic diversification and strengthening foreign currency inflows. The implementation of sustainable tourism allows these advantages to be realized in a more balanced and long-term manner. At the international level, this issue has been studied for many years by the World Tourism Organization (UNWTO), the World Bank, and other institutions. Although the number of studies conducted in Azerbaijan has been increasing, region-specific models and the participation of local communities still require deeper analysis. The aim of the present research is to examine the role of tourism in sustainable economic development from both theoretical and practical perspectives. It analyzes the concept of sustainable development and international practices, as well as Azerbaijan's existing potential, opportunities, and challenges within the framework of digital transformation. The findings are expected to provide not only theoretical contributions but also practical recommendations for government institutions, the private sector, and local communities, serving as an analytical basis for future policy-making.

Keywords: Sustainable Economy, Digital Transformation, Sustainable Tourism, Green Technologies, Regional Development

AZƏRBAYCANDA TURİZMİN DAYANIQLI İQTİSADI İNKİŞAFDA ROLU

Xülasə

Turizm sektoru müasir dövrdə yalnız iqtisadi gəlir gətirən fəaliyyət sahəsi kimi deyil, həm də dayanıqlı iqtisadi inkişafın əsas istiqamətlərindən biri kimi nəzərdən keçirilir. Qlobal miqyasda iqtisadi münasibətlərdəki dəyişikliklər, ətraf mühitin qorunması, sosial rifahın gücləndirilməsi və yerli icmaların inkişaf prosesinə cəlb edilməsi turizmə yanaşmanı əhəmiyyətli dərəcədə dəyişmişdir. Bu səbəbdən, turizmin dayanıqlı inkişafdakı rolu hazırda aktual elmi-tədqiqat istiqamətlərindən biri hesab olunur. Turizmin iqtisadi əhəmiyyəti onun çoxşaxəli təsir imkanlarından irəli gəlir. Sektor həm investisiyaları stimullaşdırır, həm də məşğulluğu artırır, regionlararası tarazlığı təmin edir. İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə isə turizm iqtisadiyyatın şaxələndirilməsi və xarici valyuta axınlarının gücləndirilməsi baxımından mühüm vasitədir. Dayanıqlı turizmin tətbiqi bu üstünlüklərin uzunmüddətli və balanslı şəkildə reallaşmasına şərait yaradır. Beynəlxalq səviyyədə bu mövzu uzun illərdir Ümumdünya Turizm Təşkilatı, Dünya Bankı və digər qurumlar tərəfindən araşdırılır. Azərbaycanda aparılan tədqiqatların sayı artsa da, regionlar üzrə spesifik modellər və yerli icmaların iştirakı hələ də daha dərinlən öyrənilməlidir. Hazırkı tədqiqatın məqsədi turizmin dayanıqlı iqtisadi inkişafdakı rolunu nəzəri və praktik müstəvidə araşdırmaqdır. Burada həm davamlı inkişaf konsepsiyası və beynəlxalq təcrübə, həm də Azərbaycanın mövcud potensialı, rəqəmsal transformasiya imkanları və problemləri təhlil olunur. Əldə olunan nəticələr dövlət orqanları, özəl sektor və yerli icmalar üçün praktik tövsiyələr verməklə yanaşı, gələcək siyasətlərin formalaşmasında nəzəri baza rolunu oynaya bilər.

Açar Sözlər: Dayanıqlı İqtisadiyyat, Rəqəmsal Transformasiya, Dayanıqlı Turizm, Yaşıl Texnologiyalar, Regional İnkişaf

LEGAL MECHANISMS OF INTEGRATING SUSTAINABILITY CLAUSES AND CLIMATE REGULATION INTO DOMESTIC LEGISLATION

Emin Əlimusayev

Əmək və ekologiya hüququ kafedrasının doktorantı, Bakı Dövlət Universiteti, Hüquq fakültəsi, Bakı, Azərbaycan.

ORCID ID: 0009-0001-2300-0690

Abstract

The intensification of climate change and other environmental problems require states to take necessary measures. For several decades, leading countries of the world have been developing new environmental regulation methodology, integrating sustainability clauses and climate targets into national legislation. For instance, new economic regulation tools in the field of environmental protection, such as carbon pricing (emissions trading systems and carbon taxes), green procurement, circular economy, etc. are widely used in the practice of leading countries. Additionally, in the regulatory framework of developed countries, it is common to determine climate targets at the national legislative level, as well as the relevant institutional framework, state control mechanisms for achieving these targets and enforcement measures. The results of the study indicate that even though Chapter 5 of the Law of the Republic of Azerbaijan “on Environmental Protection” determines a number of economic regulation methods in the field of environmental protection, the above-mentioned advanced concepts are not included either in the mentioned Law or in the relevant legislative acts. A similar situation exists in relation to climate regulation. Azerbaijan's climate targets are reflected only in the Nationally Determined Contributions (NDCs) and non-normative documents, and no specific institutional framework and control mechanisms have been established in this area. Based on the research results, it is proposed to make amendments to the existing legislative acts in order to add the concepts of sustainability clauses and advanced economic methods to the legislation. Taking the current socio-economic reality of the country into account, the application of simpler methods (for example, carbon taxes) can be considered as a better option than rather than complex methods (for example, emission trading systems). In addition, in the field of climate regulation, it is proposed to adopt a climate law that includes climate targets, climate financing, institutional framework, control mechanisms and enforcement measures.

Keywords: Sustainability Clauses, Climate Regulation, Environmental Legislation, Green World.

**DAYANIQLILIQ ŞƏRTLƏRİ VƏ İQLİM TƏNZİMLƏMƏSİNİN ÖLKƏ QANUNVERİCİLİYİNƏ
İNTEQRASIYASININ HÜQUQİ MEXANİZMLƏRİ**

XÜLƏSƏ

İqlim dəyişiklikləri və digər ekoloji problemlərin kəskinləşməsi dövlətlərin bu sahədə zəruri addımlar atmasını şərtləndirir. Artıq bir neçə onillikdir ki, qabaqcıl dünya dövlətləri yeni ekoloji tənzimləmə konsepsiyaları işləyib hazırlamış, dayanıqlılıq şərtləri və iqlim hədəflərini öz milli qanunvericiliklərinə inteqrasiya etmişlər. Məsələn, karbon qiymətdoyma (emissiya ticarəti sistemləri və karbon vergiləri), yaşıl satınalmalar, dövrü iqtisadiyyat və s. kimi ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində yeni iqtisadi tənzimləmə konsepsiyaları qabaqcıl dövlətlərin təcrübələrində geniş istifadə olunur. Bununla yanaşı, inkişaf etmiş dövlətlərin təcrübəsində milli qanunvericilik səviyyəsində iqlim hədəflərinin, bu hədəflərə nail olunması üçün zəruri institusional çərçivənin və dövlət nəzarəti mexanizmlərinin, habelə məcburetmə tədbirlərinin müəyyən edilməsi praktikası geniş yayılmışdır.

Araşdırmanın nəticələri göstərir ki, “Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanununun 5-ci fəslində ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində bir sıra iqtisadi tənzimləmə metodları müəyyən edilsə də, yuxarıda qeyd olunan təkmil konsepsiyalarının tətbiqi əsasları nə sözügedən Qanunda, nə də aidiyyəti qanunvericilik aktlarında müəyyən edilməmişdir. Anoloji hal iqlim tənzimləməsinə münasibətdə də mövcuddur. Azərbaycanın iqlim hədəfləri yalnız milli səviyyədə müəyyən edilmiş töhfələrdə (Nationally

Determined Contributions) və qeyri-normativ sənədlərdə öz əksini tapmış, bu sahədə xüsusi institussional çərçivə və nəzarət mexanizmləri təsbit edilməmişdir.

Tədqiqat nəticələrinə əsasən dayanıqlılıq şərtləri və iqtisadi tənzimləmə konsepsiyalarının qanunveriliyə əlavə edilməsi üçün mövcud qanunvericilik aktlarında dəyişikliklərin edilməsi təklif olunur. Bu zaman, ölkənin mövcud sosial-iqtisadi reallığının nəzərə alınması və tətbiqi kompleks xarakter daşıyan metodlara (məsələn emissiya ticarəti sistemləri) nisbətən daha sadə metodların (məsələn karbon vergiləri) tətbiqi nəzərdən keçirilə bilər. Bununla yanaşı, iqlim tənzimləməsi sahəsində də iqlim hədəfləri, iqlim maliyyələşməsi, institussional çərçivə, nəzarət mexanizmləri və məcburetmə tədbirlərini özündə ehtiva edən iqlim qanununun qəbul edilməsi irəli sürülür.

Açar sözlər: Dayanıqlılıq Şərtləri, İqlim Tənzimləməsi, Ekoloji Qanunvericilik, Yaşıl Dünya

DISCUSSING CONTEMPORARY CIRCULARITIES: CIRCULAR ECONOMY, CIRCULAR SOCIETY, CIRCULAR LIFESTYLE, CIRCULAR CITIES

Seda H. Bostancı

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, Tekirdağ, Turkey. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3559-2224>

Cristina Raluca Gh. Popescu

University of Bucharest, Romania and The Bucharest University of Economic Studies, Romania. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5876-0550>

Gheorghe N. Popescu

University of Bucharest, Romania. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8002-8967>

Abstract

Nowadays, the issues of sustainability, recycling, resilience, and circularity are focused on societies creating more sensitive lifestyle for future generations. The policies, practices and techniques produced by each concept contribute to the development of others. Circular economy, defined as an economic model, is an approach in which recycling strategies are adopted to reduce waste generation in production processes in order to protect the environment and resources. The proper functioning of the circular economy is possible with a circular society. Such a society is sensitive to equitable distribution, environmentally friendly, and resilient. The society that adopts these approaches will change its lifestyles. Accordingly, a culture of recycling can be expanded not only to waste separation but also to include purchasing second-hand products and zero-waste policies. An environment dominated by such an approach also lays the groundwork for circular cities. As can be seen, circularity has become a necessary tool for a sustainable, resilient, and just political order. However, the use of circularity's infrastructure has its critics, such as the lack of trust in some practices, which tend to be a greenwashing. At the same time, the connections of circularity with neoliberal policies are another area of criticism. This study was prepared to discuss the types of circularity and the total effect of circularity from a holistic perspective. The aim of this study is to develop a critical conceptual approach that addresses current debates from the circular economy to the circular city. This approach has been developed using a literature-based research method.

Keywords: Sustainability, Recycling, Resilience, Circular Economy, Circular Lifestyle, Circular Society.

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III
OCTOBER 02-03, 2025 / AZERBAIJAN
CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN WASTE ENTREPRENEURSHIP

Sivaretinamohan R

Symbiosis Centre for Management Studies, Bengaluru, India. ORCID ID: [https://orcid.org/ 0000-0003-1918-8931](https://orcid.org/0000-0003-1918-8931)

Seda Yıldırım²

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Tekirdag, Turkey. ORCID ID: [https://orcid.org/ 0000-0003-4367-6652](https://orcid.org/0000-0003-4367-6652)

Abstract

Greenhouse gases are generated as a result of collected waste products. It raises the atmospheric concentration of carbon dioxide and heat in the nearby region. Climate change has been the outcome of this. Although, environmental protection, decentralization, economic restructuring, and job creation may all be solved through waste management entrepreneurship. Anyone can generate income or even launch and hold onto a sustainable business by recycling and diverting waste. Further waste entrepreneurship paves the way for the scientific handling of surroundings and adopting safe and secure methods of disposal of inevitable domestic and industrial Wastes. With the different types of waste, there is a huge opportunity for the establishment of different types of waste management businesses. Some of them are e-waste management business, plastic waste management business, hazardous waste management business, industrial waste management business, food waste management business, bio-medical waste management business, and onstruction waste management business. Therefore this chapter aims to examine the extent and future prospects of these waste management businesses in India. It further studies how to navigate changing business landscape of waste entrepreneurial ventures and build stronger connections with consumers. Further, this paper gives a critical analysis of the opportunities, challenges, and risks that confront the area of waste management. It will offer great insight into how India is tackling its huge garbage problem by encouraging waste entrepreneurship.

Keywords: Waste, Solid Waste Management, Agriculture Waste Management, Waste Transport, Energy Recovery.

THE PRINCIPLES OF PUBLIC PROCUREMENT OF INVESTMENTS BETWEEN BURDEN AND OBLIGATION

RAHMOUNI Hanane

Doctor, University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Faculty of economic, commerce and management, Department of commerce, Oran-Algeria· ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1052-6188>

Abstract

In order to use public spending granted for investments in equipment or construction , the application of public procurement principles is mandatory for the realization of the granted funding. The primary condition for the acquisition of equipment or the construction of buildings in a public institution is compliance with the regulations in force , including the obligations and conditions of public procurement. Consideration of the legislative and regulatory procedure for the use of granted financial envelopes is required by texts and presidential decrees, any investment , regardless of its nature, must be carried out in accordance with regulations. At this stage , various organizations are complaining about the slowness of the regulatory procedure for public procurement. This complaint is part of the process , which involves several oversight bodies, several principles , and several legal developments over time. Our main question is to confirm whether the application of the principles of public procurement actually represents an administrative burden with regard to the achievement of the objective of the funding granted.

Keywords : Public Procurement , Regulations , Investments, Public Establishment

**RELATIONSHIP BETWEEN CORPORATE GOVERNANCE AND INTELLECTUAL CAPITAL
EFFICIENCY OF LISTED NON-FINANCIAL FIRMS IN NIGERIA: A PANEL REGRESSION
STUDY**

Yusuf Ahmed Tijjani

Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Ahmadu Bello University Zaria

Dr. Umar Mohammed Mijinyawa

Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Ahmadu Bello University Zaria

Hamzadeen Shehu

Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Ahmadu Bello University Zaria

Sani Samau'al

Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Ahmadu Bello University Zaria

Saminu Suleiman Kanti

Department of Business Administration, Faculty of Management Science, Ahmadu Bello University Zaria

Abstract

This study examines the effect of corporate governance mechanisms specifically board size and board meeting frequency on intellectual capital efficiency (ICE) in listed non-financial service firms in Nigeria. The population comprises 107 non-financial firms listed on the Nigerian Exchange Group as of 31st December 2023, from which a purposive sample of 41 firms was selected based on the availability of complete and relevant data. Panel data covering the period 2013–2024, a timeframe that captures the post-adoption era of International Financial Reporting Standards (IFRS) in 2012, was employed. Using panel regression techniques, the findings reveal that board size has a positive and significant effect on ICE, while board meeting frequency exerts a negative and significant effect. The results suggest that intellectual capital efficiency can be enhanced by maintaining an optimally sized board that leverages diverse perspectives and expertise, whereas excessive meetings may hinder efficiency by leading to decision-making fatigue and administrative inefficiencies. The study concludes that firms should pursue balanced board structures that promote diversity and effectiveness without incurring unnecessary governance costs.

Keywords: Corporate Governance, Board Size, Board Meetings, Intellectual Capital Efficiency, Non-Financial Firms, Nigeria.

**SUPPORT INFRASTRUCTURE AND GOVERNANCE OF ACADEMIC SPIN-OFFS:
INCUBATORS AND ACCELERATOR MODELS IN ROMANIAN LIFE SCIENCE UNIVERSITIES
(2014–2024)**

Andrei BORȘA

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Food Science and Technology,
Department of Food Engineering, Cluj-Napoca, Romania, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7887-8639>

Alexandra Raluca BOGDAN (BORȘA)

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Food Science and Technology,
Department of Food Engineering, Cluj-Napoca, Romania, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6343-4082>

Mircea Valentin MUNTEAN

University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Faculty of Agriculture, Department of
Technical and Soil Sciences, Cluj-Napoca, Romania, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6760-3058>

Ovidiu GHIUȚĂ

Stefan cel Mare University of Suceava, Faculty of Food Engineering, Suceava, Romania
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1430-0456>

Abstract

In the past decade, Romanian Life Science universities have begun to operationalize the concept of academic entrepreneurship through the creation of spin-offs and the implementation of support mechanisms such as incubators and Technology Transfer Offices (TTOs). Despite legislative progress (e.g., Law no. 199/2023), the transition from policy to practice remains inconsistent across institutions. This paper analyses data from nine public universities with Life Science programs and identifies 12 officially recognized academic spin-offs established between 2014–2024. It included comparative analysis of institutional regulations, support infrastructures and documentation from operational spin-offs. Procurement models and legal frameworks for university–spin-off collaboration were also examined. The research was contextualized within national higher education policy and innovation governance. While universities such as USAMV Cluj-Napoca, USAMV București, and USAMV Iași have adopted specific internal regulations to define spin-off procedures, only a minority have functional incubators or accelerators integrated within their structures. Procurement rigidity, unclear legal pathways for service contracts with spin-offs, and the absence of flexible budgetary instruments were consistently reported as barriers. Universities that applied clear conflict-of-interest declarations and service contracts achieved higher operational continuity. However, most spin-offs continue to rely on ad-hoc arrangements and lack integration into structured entrepreneurial ecosystems. The findings suggest that sustainable academic entrepreneurship in Romania requires more than legislative alignment: it demands harmonized internal governance, operational agility in procurement, and the institutional will to treat spin-offs as strategic innovation partners.

Keywords: Academic Spin-Offs; Incubators; Entrepreneurial Universities; Innovation Infrastructure; Romania; Legal Framework.

LEGAL ASPECTS AND INTERNATIONAL FRAMEWORKS OF ENVIRONMENTAL AND RECYCLING POLICIES IN THE AVIATION INDUSTRY

Aleksandra Nikolova Marković

Megatrend University, Faculty of Law, Belgrade, Serbia, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9724-8739>

Abstract

Over the past two decades, the aviation industry has been undergoing a transformation in terms of environmental protection and the adoption of sustainable business models. Reducing the environmental impacts and recycling aircraft are gaining increasing importance, as they contribute to the sustainability of aviation and support the development of a circular economy. Considering the aviation industry's international character, regulating these issues at the international level is of essential importance. The successful implementation of these processes in the aviation industry depends on the existence of clear and precise international legal regulations. The International Civil Aviation Organization (ICAO), through the CORSIA program for the regulation of harmful gas emissions, the Aircraft Fleet Recycling Association (AFRA), through its Best Management practice standards for recycling the aircrafts, and the European Union, through its directives relating to the development of the circular economy, have laid the foundations for the legal regulation of these issues. Furthermore, aviation law faces the challenge of insufficient uniformity in national legislation and varying levels of interest in these issues among individual countries, which makes the implementation of the international framework difficult. The main purpose of this paper is to analyze the existing international framework relating to environmental protection and end-of-life aircraft recycling, analyze the level of implementation by countries, and offer recommendations for improving the legal regulation by overcoming the difficulties in its implementation.

Keywords: Environmental Protection, Aviation Law, Aircraft Recycling, International Framework.

**AN EMPIRICAL REVIEW OF FINANCIAL RISK MANAGEMENT AND FIRM VALUE IN
AFRICAN LISTED BANKS**

Grace Charles DIKKI

Department of Accounting, Georgia State University, Atlanta, United States

Abstract

This review synthesizes empirical studies on the relationship between financial risk management and the value of listed deposit money banks, with a focus on four key risk variables: liquidity risk, credit risk, capital risk, and operational risk. Evidence from Nigeria and other international contexts reveals mixed outcomes. Liquidity risk has been found to exert both positive and negative effects on bank profitability, depending on asset allocation and economic conditions. Studies on credit risk management largely indicate that higher levels of non-performing loans and weak credit controls reduce financial performance, though some results suggest nuanced or region-specific variations. Capital adequacy generally demonstrates a positive relationship with bank performance, particularly in contexts where stronger capitalization supports resilience, though insignificant or negative relationships have also been reported in certain periods. Operational risk studies highlight its growing importance, showing that effective management of internal inefficiencies and operational costs significantly enhances financial performance. Collectively, the empirical evidence underscores that financial risk management remains a crucial determinant of bank value, though the strength and direction of relationships vary across time, regions, and methodological approaches. The review further situates these findings within the Lending Credibility Theory, emphasizing the role of transparent financial reporting in strengthening stakeholder confidence and enhancing institutional value.

Keyword: Financial Risk Management, Firm Value, Listed Banks, Africa, Empirical Review.

**HEALTH RISK ASSESSMENT OF POTENTIALLY TOXIC METALS FROM SCHOOL
PLAYING GROUNDS IN MAKURDI METROPOLIS BENUE STATE NIGERIA**

IPU MICHAEL OGWUMA

Department of Chemistry, University of Agriculture Makurdi Benue State Nigeria

SESUGH ANDE

Department of Chemistry University of Agriculture Makurdi Benue State Nigeria

JOHN ONA IKUBA

Department of Chemistry University of Agriculture Makurdi Benue State Nigeria

IDIKWU ONWE UGBEM

Department of Physics University of Agriculture Makurdi Benue State Nigeria

Abstract

This study concerned the health risk assessment of soils from the vicinity of primary school playground in Makurdi Metropolis of Benue State. The aim was to determine the concentration of elements and the health risk assessments of heavy metals in the soil in the primary school playground. Soil samples were collected from ten (10) sampling points from the vicinity of the primary school playing ground using hand auger at the depth of 0 – 10cm. Zn was determined using atomic Absorption Spectrophotometer after digestion with mixture of HCl and HNO₃ in 1:3 ratios. The result showed the concentration of heavy metals in mg/kg were Pb= 0.009±0.045, Zn = 0.026±0.288, Cu=0.00151±0.0108. The health risk assessment was carried out using the method developed by the United States Environmental Protection Agency. The health risk assessment showed the daily exposure doses of heavy metals are in the order of Pb>Zn>Cu for the three pathways. The exposure pathways trend decreases in the order Ingestion>dermal>inhalation. The hazard index (HI) of heavy metals in soil for non-carcinogenic effect is in the order Pb>Zn>Cu, the Hit is far less than 1 which is the safe value. These indicate that the soil in the vicinity of the primary school playing ground do not pose major adverse health effect

Keywords: Health Risk Assessment, Heavy Metals, Soil Contamination, Primary School Playground, Makurdi Metropolis.

ENERGY SOVEREIGNTY AND SUSTAINABILITY: TÜRKİYE AND AZERBAIJAN FROM AN ECONOMIC NATIONALISM PERSPECTIVE

Lect. Murat ÖZDEMİR

T.C. Tekirdağ Namık Kemal University, Muratlı MYO, Department of Management and Organization, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-9737-6386

Prof. Dr. Veli Sırım

T.C. Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
Economics, Türkiye, ORCID: 0000-0002-8130-6153

Abstract

Energy has become a decisive area not only for economic development but also for national security and sovereignty. Assessing energy policies from an economic nationalism perspective reveals states' efforts to turn to domestic resources, reduce external dependency, and achieve strategic autonomy. These efforts are intertwined with sustainability goals, sometimes yielding supportive, sometimes conflicting results. The examples of Turkey and Azerbaijan provide a suitable framework for a comparative examination of these dynamics. While Azerbaijan's structure, based on oil and natural gas revenues, has strengths in terms of energy supply security, it creates certain vulnerabilities in terms of sustainable development goals. Turkey's emphasis on renewable energy investments in recent years and its shift towards nuclear energy, meanwhile, contributes to economic nationalism and sustainability goals from different angles by increasing energy diversity. To better understand this framework, the methodology will draw on official policy documents and accessible statistics; a qualitative document analysis will be conducted through strategy documents, programmes, and key indicators, limited to an indicator reading. Thus, rather than a causal impact measurement, it will reveal where policy orientations align with or diverge from sustainability goals. The fundamental tools of economic nationalism, namely protectionism, the promotion of domestic production and the support of strategic sectors, are also clearly evident in energy policies. However, while fossil fuel-based strategies strengthen energy sovereignty in the short term, they raise questions in terms of environmental sustainability in the long term. In contrast, renewable energy and energy efficiency policies both support the pursuit of economic independence and create a foundation compatible with climate goals.

Keywords: Economic Nationalism, Energy Sovereignty, Sustainability, Türkiye, Azerbaijan.

IS NUCLEAR ENERGY A RIGHT RESOURCE IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE ENERGY POLICIES?

Recep Durul

Abstract

The gradual fossil depletion fuels, along with their negative environmental impacts, has led to a global trend toward the renewable use and environmentally friendly energy sources. Although energy sources such as solar, wind, and biofuels are preferred due to their minimal or lower environmental damage, they remain insufficient to meet the energy demands of various industrial sectors. In this context, nuclear power plants emerge as a strong alternative for the production of the clean energy required. Nuclear power plants are high-tech energy strategic facilities importance, as they offer high efficiency and low carbon emissions compared to fossil fuel-based alternatives. The core principle of these plants involves generating thermal energy through the radioactive fission elements such as uranium or plutonium. The heat generated is used to convert water into steam, which then drives turbines to produce electricity. One of the main advantages of nuclear energy is its capacity to provide environmentally friendly, continuous, and reliable energy. Moreover, nuclear power plants can enhance energy supply security by reducing energy dependency, especially in countries like Turkey that lack sufficient fossil fuel resources. However, nuclear disasters such as those in Chernobyl and Fukushima have triggered polarized debates about the use of nuclear energy in power generation. This study aims to provide detailed information on nuclear power plants and offer insights into their viability as clean energy sources and their effective global applications.

Key Words: Sustainability, nuclear plant, renewable energy, environment.

INTRODUCTION

With the Industrial Revolution, various sources were used to meet the increasing energy needs in all industrializing countries, especially in the Great Britain. Various sources emerged, from the use of whale oil for lighting to the use of coal for heating and shipbuilding. However, by the 20th century, petroleum and its derivatives began to be used effectively as energy sources for heating, lighting, and various other industries. As automobiles began to replace horse-drawn carriages, petroleum-derived gasoline and diesel fuel became increasingly important energy sources. The increasing demand for electricity and the development of the aviation sector also led to an exponential increase in the demand for petroleum.

By the 1920s, gasoline sales had already surpassed those of kerosene. Oil-powered ships, trucks, warships, tanks, and, for the first time in World War I, military aircraft demonstrated the importance of oil not only as a strategic energy source but also as a critical military resource. While natural gas, initially produced alongside oil, was burned as a waste byproduct, it was eventually recognized as a highly effective fuel for industrial and residential heating and electrical power, and began to be used.

Oil, natural gas, and their byproducts, which began to be used at the turn of the century, became the most strategic resource within 20-30 years. The primary reason for Operation Barbarossa, which Germany launched against Russia in 1941 during World War II and which led to a significant change in the course of the war, was nothing less than the Germans' efforts to acquire resources in Russia to meet their growing energy needs for air and land vehicles.

As the demand for oil rapidly increased worldwide, those who possessed this resource began to enjoy it. Middle Eastern countries, which had been in a very poor state after the breakup of the Ottoman Empire, rapidly became wealthy and became major global players as oil was discovered.

However, oil wasn't an infinite energy source, and with such intensive use, depletion wasn't imminent. Moreover, the widespread use of oil in every aspect of industry and daily life was already causing significant environmental damage. The pollution resulting from both extraction and consumption was causing irreversible and irreparable damage to the environment.

As we entered the 21st century, fierce competition among countries worldwide led to discussions about what kind of world we would leave for future generations. As we entered the 2000s, the concepts of "sustainable production" and "sustainable consumption" began to be frequently mentioned in many developed countries, particularly in the EU. For developing countries, the concept of "sustainable development" began to be discussed alongside these concepts.

Sustainable development means uninterrupted and affordable access to all kinds of inputs, especially the energy needed for sustainable production and production.

At this point, the supply of uninterrupted, affordable, and environmentally friendly energy sources had become a major topic of discussion for all countries. The volatility of oil prices and the significant threat posed by oil across countries made its availability at a constant and affordable price difficult. Furthermore, the greenhouse gas impact and increasing carbon footprints in oil-producing and -consuming countries made the production and development of alternative energy sources essential. However, none of the renewable energy sources, such as solar or wind, could offer the same efficiency as fossil fuels. Consequently, nuclear energy became a global topic of discussion as a powerful alternative energy source.

Nuclear energy is a significant resource that requires advanced technology and generates vast amounts of energy, enabling countries to meet their energy needs. However, the Chernobyl disaster in 1986 and the Fukushima explosion in 2011 have created a strong perception and fear in people's minds that it is a highly dangerous energy source.

The rapid increase in production and consumption, along with the global population, is driving energy demand. The need for energy resources is greater than ever for a continuous, uninterrupted, and stable supply of energy, particularly electricity, for industrial production, for improving the quality of daily life for households, and for all kinds of services, particularly banking and finance. Aside from the imminent depletion of fossil fuels, from which countries rich in natural resources derive substantial revenue, all countries need clean, sustainable, abundant, and affordable energy sources, given the environmental damage they cause during their production and consumption. For countries like Turkey, which are fossil fuel-poor, the security of energy supply and the establishment of abundant, affordable, and sustainable energy production are matters of security and independence, beyond the efficient use of public budgets. Therefore, despite their high production costs, nuclear power plants, capable of producing very large amounts of energy for many years, are considered the most suitable energy production sources to meet these expectations. Considering the radioactive fallout and permanent damage to the environment caused by recent nuclear power plant accidents, this energy source, which seems risky, appears to be a strong alternative with careful planning, effective use of high technology, and multiple safety measures.

In this study, the conceptual dimension of nuclear energy, its advantages and disadvantages, and its usability as a sustainable energy source for developing countries will be evaluated.

GENERAL FRAMEWORK ABOUT NUCLEAR ENERGY

In the early years of the 20th century, researchers discovered the existence of extraordinary energy in the splitting of the atom. When the possibility of enriching uranium to 9-10% and using it for energy production was discovered, a new energy source, alternative to fossil fuels, began to be used. This development, which represents a new phase in electricity generation, marks a significant period in the history of energy. The first nuclear power plant began operating in Russia in 1954. Following this first example, nuclear energy-generating plants have been implemented in many parts of the world (Çelik, Çeker, and Belge 2015).

Nuclear energy is a type of energy released from atomic nuclei. Nuclear energy can be produced by fission, a reaction that occurs when atomic nuclei split into two or more smaller nuclei, releasing energy, and fusion, which occurs when atomic nuclei combine. Nuclear energy production is carried out in nuclear power plants. Nuclear reactors and their equipment, typically using uranium-235, generate heat through fission, a chain reaction. This heat heats the reactor's coolant (usually water) to produce steam. The resulting water turns steam turbines and drives electric generators to produce low-carbon electricity. Therefore, it is more economical to build nuclear power plants near water. While nuclear energy, used globally to generate electricity, is generated through nuclear fission, the technology for generating electricity through fusion is still in the R&D phase (IAEA, 2022).

The reasons for the establishment of nuclear power plants to generate nuclear energy in many countries, including Turkey, are as follows: The need for more energy as a result of the increasing population and developing technology; the need for new and sustainable energy sources to replace fossil fuels in the medium term due to their finite energy source; and the cost increases due to global fluctuations and sharp increases in energy prices.(https://kanser.org/saglik/upload/gorus_upload/37318301422006090.pdf).

When discussing nuclear energy investments, the topic of "sustainable development" comes up. Nuclear energy investments and political developments are in constant interaction. In countries like Russia, the influence of national government and political development on nuclear energy, and of nuclear energy on political developments, is clearly evident (Gagarinski, 80).

Graph 1. Fossil Fuel, Nuclear Energy And Renewable Energy Ratios İn Total Energy Consumption İn The World

Source: World Bank Data (2025).

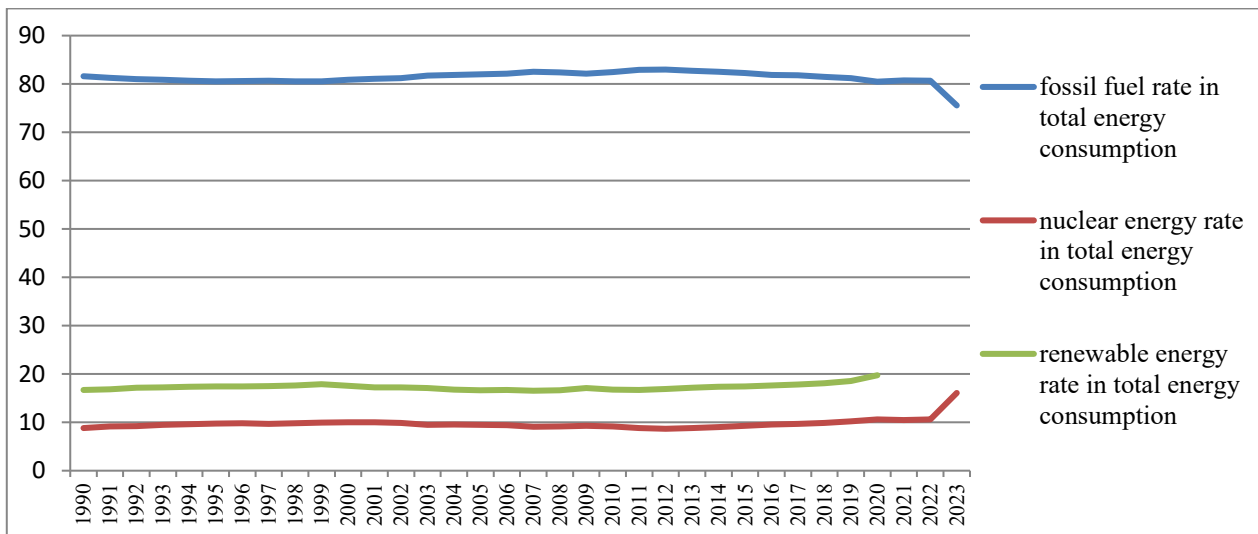
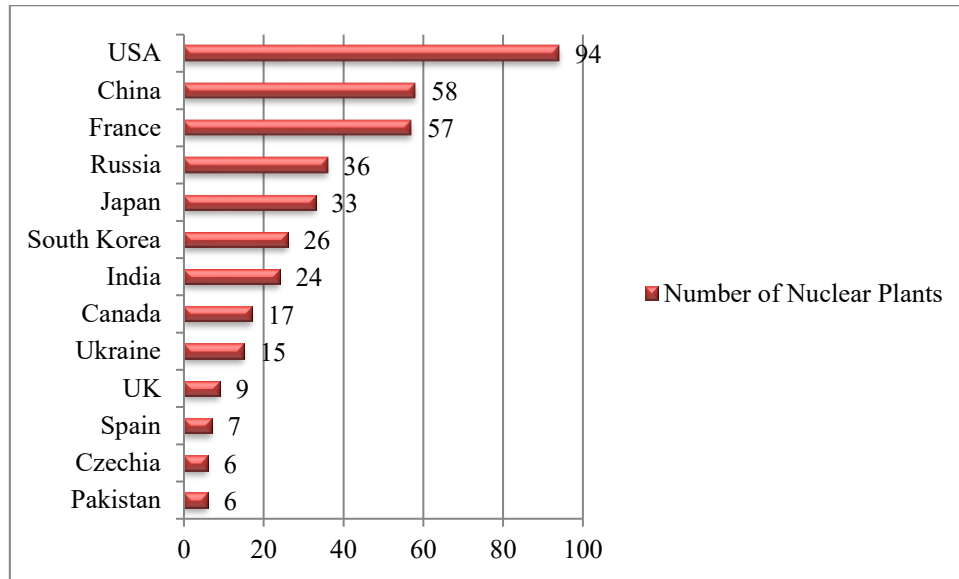


Chart 1 attempts to illustrate the proportions of fossil fuel, renewable energy such as solar/wind, and nuclear energy consumption in total global energy consumption. From the 1990s to the 2020s, fossil fuel consumption has remained stable at around 80%. During the same period, renewable energy consumption remained at 15%, rising slightly to 20% in 2018. In contrast, nuclear energy consumption remained at 10%. The Ukrainian War led to an energy crisis in European countries with nuclear power plants, leading to a rapid increase in nuclear energy production and consumption. The nuclear energy consumption rate rose to 15%. The Ukrainian War accelerated nuclear energy production and plant construction once again.

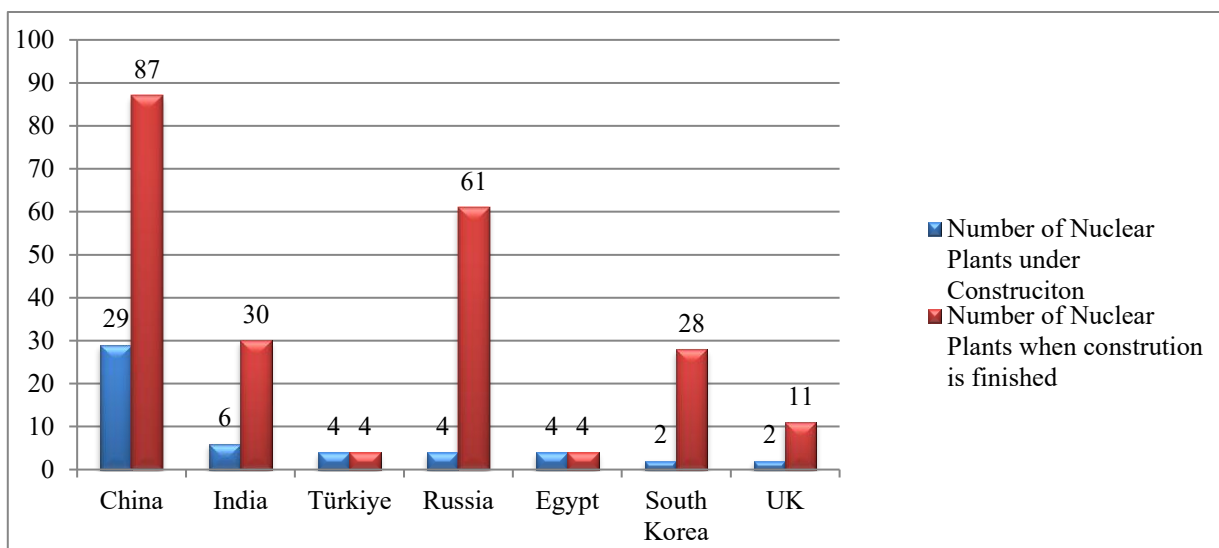
Graph 2. Number of active nuclear power plants in countries (Source: Statista (2025))



According to Statista (2025) data, as of May 2025, there were 439 nuclear reactors operating in more than 30 countries worldwide. The United States has the most nuclear reactors, with 94 units. As shown in Chart 1, the United States is followed by China with 58 nuclear power plants and France with 57. Japan, a developed country that experienced the Fukushima disaster, currently has 33 nuclear power plants, with plans for construction of new ones. Similarly, India has 24 nuclear power plants, and Canada has 17.

As of July 2024, the largest reactors under construction are located in the UK, with a gross electricity generation capacity of 1,720 megawatts. The country with the largest nuclear reactor capacity under construction worldwide is China, where reactors with a total capacity of approximately 30 gigawatts are being built (Statista, 2025). According to July 2025 data, construction of 62 nuclear power plants is ongoing in 15 countries. The distribution of some of the reactors under construction is illustrated in Chart 2.

Graph 3. Number of nuclear power plant constructions in selected countries and the number of nuclear power plants they will have when the construction is completed (Source: Republic of Türkiye Ministry of Energy and Natural Resources (2025))



According to Chart 2, China, one of the world's largest economies, continues to build the world's largest nuclear power plants despite possessing fossil fuel resources on its territory, being one of the world's most successful renewable energy producers, and having signed 50-year oil and natural gas import agreements with many countries, particularly Russia and Iran. The 29 nuclear power plants currently under construction will have a total of 87 nuclear power plants upon completion.

Russia, one of the world's largest fossil fuel producers, aims to add four more nuclear power plants to its existing inventory to increase its global energy production capacity. Upon completion of the ongoing construction, Russia's total number of nuclear power plants will reach 61. India, which has recently generated significant export revenue by selling cheap natural gas from Russia and globally, and which has prompted US President Trump to threaten to raise tariffs, is also building six more plants to expand its existing nuclear power plant capacity.

The benefits of using nuclear energy can be gathered under the following headings (EIF, 2023; Temurçin and Aliagaoglu, 2003:27-28; Kaya and Göral , 2016):

- Nuclear power plants have high-capacity production capabilities. For example, the US has an annual operating rate exceeding 93%. Therefore, nuclear energy is a long-term energy source.
- Their potential reserves are high. It is estimated that total reserves can power nuclear power plants for 150 years.
- Considerable amounts of energy are produced relative to the volume of raw materials used. 1 kg of coal can provide 3 kWh of electricity, 1 kg of oil can provide 4 kWh, and 1 kg of uranium can produce 50,000 kWh of electricity.
- Raw material costs are relatively low because very small amounts of raw materials are needed for energy production.
- The land area required to build nuclear power plants is less than that of other types of power plants.
- Economically beneficial outputs can be obtained through the recycling of nuclear waste. Thanks to advanced technologies, fossil material (uranium and plutonium) remaining in burned fuel can be separated from fission products through reprocessing and utilized in fuel production.
- The fuel can be stored for many years.
- Environmental damage during nuclear energy production is minimal. The level of carbon dioxide released into the atmosphere during energy production is significantly lower than that of fossil fuels. This contributes to preventing the exacerbation of problems such as global warming and climate change.
- It is possible to produce large amounts of energy with a small amount of fuel. This also provides advantages in terms of energy efficiency.
- Nuclear energy is a more sustainable and stable energy source compared to renewable energy sources such as wind and solar.
- Nuclear energy contributes to the energy independence of countries by reducing their dependence on fossil fuels. It provides a highly stable and sustainable energy production opportunity, particularly for countries dependent on fossil fuels, thus reducing their dependence on foreign sources. Nuclear energy is emerging as an important resource for countries dependent on foreign sources of energy. Increasing nuclear energy production both increases energy diversity and reduces dependence on foreign sources. In addition, we should not forget the financial, technological, security and indirect effects of nuclear energy.

No energy source is completely advantageous or completely disadvantageous. All energy sources have both positive and negative aspects. Evaluations of nuclear energy should take into account its impact on human health, in particular. Serious criticisms of nuclear energy's negative effects on human health are occasionally leveled on various platforms. However, statistics demonstrate that nuclear fission is safer than other energy sources in terms of its health and mortality impacts. Examples of Three Mile Island (TMI) in the US, Chernobyl in Ukraine, and Fukushima in Japan are often cited to create a negative perception of nuclear energy. An examination of these disasters reveals a different picture. For example, the explosion at the Chernobyl accident caused numerous deaths among those directly exposed to high radiation doses during the initial emergency phase of the cleanup operation. A comparison of the effects of energy sources on mortality rates reveals a different picture. In other words, the number of deaths is relatively small compared to the annual death toll in the coal and oil/gas industries. The global average values of all-cause mortality rate per billion kWh announced by the World Health Organization (WHO) are 100 for coal, 36 for oil, 24 for biofuels/biomass, 4 for natural gas, 1.4 for hydro, 0.44 for solar, 0.15 for wind and 0.04 for nuclear (Brook, et al., 2014:9).

Damages of nuclear energy are as follows
(https://kanser.org/saglik/upload/gorus_upload/37318301422006090.pdf; Kahraman and Özdemir, 2022):

Nuclear facilities release nuclear waste products containing radiation into the environment during energy generation. While the natural decomposition process for nuclear waste can take tens of thousands of years, these wastes can cause serious and lasting damage to the environment and human health in the long term. Radioactive waste from nuclear power plants can contaminate the atmosphere, lakes, soil, vegetation, and water under the influence of wind and rain, threatening human, plant, and animal life. With the proper implementation of methods, the impact of nuclear waste can be minimized. Storage and waste disposal processes can be implemented using modern technologies.

Furthermore, nuclear power plants require high-technology facilities. Employees involved in nuclear energy production must be specialized and require specialized training. In the event of a shortage of trained personnel, academic and on-the-job training programs requiring extensive time must be planned both domestically and internationally for their training. The most significant problems faced by nuclear power plants include a lack of qualified personnel, problems with waste storage, contamination, and the lack of adequate safety measures against nuclear power plant accidents and leaks. The Chernobyl Nuclear Power Plant accident in Ukraine in 1986 and the Fukushima Nuclear Power Plant leaks in Japan in 2011 are the first nuclear power plant accidents that come to mind.

CONCLUSION

Sustainable development represents a model that aims to reduce the burden of current generations on future generations. Climate change and environmental degradation are key objectives within the sustainable development model. Societies should prioritize human development when implementing a sustainable development model. There is a clear relationship between energy consumption and sustainable development. Eighty percent of the world's population cannot consume up to approximately 100 GJ of energy per person. Today, the world's 4 billion poorest people consume only 5% of the energy consumed by those living in developed economies. Increasing energy consumption will make strides in health, education, and quality of life. The world's population derives more than 80% of its primary energy consumption from the combustion of oil, gas, and coal. These polluting energy sources are devastating the environment and shortening the average life expectancy of 7 billion people. It is absolutely necessary to reduce fossil fuel consumption. While providing people with more energy consumption, it is also necessary to reduce emissions. One of the fundamental energy sources that should be considered in this regard is nuclear energy. Because this energy source has a low-carbon feature and is compatible with sustainable development goals (World Nuclear Association, 2024).

International collaboration is essential for successful outcomes in nuclear energy production. It is not always possible, nor may it be profitable, for a single country to produce all the components of a nuclear power plant on its own. Once nuclear facilities have specialized in certain production elements, some additional inputs can be sourced from other countries. The key is to avoid relying on a single country for the construction of nuclear power plants. Having multiple countries and companies with experience in nuclear power plant construction on a global scale will foster competitiveness and provide an advantage to the entire world.

Turkey has achieved a significant milestone in nuclear energy with the Akkuyu Nuclear Power Plant Project. This investment has increased the knowledge and experience of nuclear technology, as well as the number of technical personnel. The increase in our human capital in nuclear energy technologies is a significant gain for our country. Furthermore, ensuring that many of the inputs required for the project are sourced from our own country contributes to the development of sectors related to nuclear power plants. Investments in nuclear power plants and nuclear technologies are essential for both increasing energy demand and supporting the defense industry developed for peaceful purposes.

REFERENCES

- Brook, B., Alonso, A., Meneley, D.A., Misak, J., Bles, T., & van Erp, J.B. (2014). Why nuclear energy is sustainable and has to be part of the energy mix. *Sustainable Materials and Technologies*, 1-2, 8-16.
- Celik, I., Ceker, A. and Belge, R. (2015). Nuclear Energy : Turkey And World On the scale One Evaluation . *New Idea Journal* , 7(15), 55-68.
- EIF (2023). Nuclear Energy What is it ? Benefits And Damages What are they ? December 25, 2023. <https://www.eif2050.com/tr/blog/nukleer-enerji-nedir-yararlari-ve-zararlari-nelerdir>
- Gagarinski, A. (1996). Nuclear Energy and Politics in Russian ATWS Conditions. 80-82. <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20599080>
- Galinda, A. (2022). What is Nuclear Energy? The Science of Nuclear Power. IAEA, 15 November 2022. <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-nuclear-energy-the-science-of-nuclear-power>
- Kahraman, Z., & Özdemir, K. Y. (2022). Risks of Nuclear Energy and Occupational Health and Safety in Nuclear Power Plants. *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety*, 6(1), 53-65.
- Kaya, F., & Göral, E. (2016) . TURKEY 'S UCLEAR ENERGY POLICY . *Academic View International Refereed Social Sciences Journal* (57), 421-438.
- Statista (2025). Number of operable nuclear power reactors worldwide as of May 2025, by country . <https://www.statista.com/statistics/267158/number-of-nuclear-reactors-in-operation-by-country/>
- Republic of Türkiye Ministry of Energy and Natural Resources (2025). Nuclear Energy: Supply Security, Climate Targets and Localization. 29.07.2025. <https://enerji.gov.tr/neupgm-ulkemizde-ve-dunyada-nukleer-santraller#:~:text=%C4%B0n%C5%9Fa%20halindeki%2062%20reakt%C3%B6r%C3%BCn%20da%C4%9F%C4%B1l%C4%B1m%C4%B1,T%C3%BCrkiye%3A%204>
- Temurçin, K., & Aliagaoglu, A. (2003). Nuclear Energy And Discussions In the light of In Turkey Nuclear Energy Real . *Geographical Sciences Journal* , 1(2), 25-39
- World Bank Data (2025). Energy&Mining . <https://data.worldbank.org/topic/energy-and-mining>
- https://kanser.org/saglik/upload/gorus_upload/37318301422006090.pdf. Effects of Nuclear Energy on the Environment and Human Health.
- World Nuclear Association, (2024). Nuclear Energy and Sustainable Development. <https://world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/nuclear-energy-and-sustainable-development>

THE DYNAMIC ROLE OF ENVIRONMENTAL TAXES IN PROMOTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN EU ECONOMIES: NEW EVIDENCE FROM A FRACTIONAL FREQUENCY FLEXIBLE FOURIER FORM PANEL COINTEGRATION TEST

Ömer ESEN

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Public Finance, Tekirdağ, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4762-9282>

Durmuş Çağrı YILDIRIM

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Tekirdağ, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4168-2792>

Metin BAYRAK

Atatürk University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Erzurum, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4689-5367>

Özet

Sürdürülebilir kalkınma, yalnızca ekonomik büyümeyi değil aynı zamanda insan refahını, çevresel bütünlüğü ve gelecek nesiller için yaşam kalitesini güvence altına almayı amaçlayan küresel bir önceliktir. Bu bağlamda, insani gelişim boyutu —eğitim, sağlık, yaşam kalitesi ve çevreyle uyumlu ekonomik faaliyetler— sürdürülebilir kalkınma vizyonunun merkezinde yer almaktadır. Çevresel vergiler, çevre dostu davranışları teşvik ederken kirlenici faaliyetleri caydıran, elde edilen gelirleri ise yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve yeşil teknoloji yatırımlarına yönlendirme potansiyeli taşıyan önemli bir politika aracıdır. Bu nedenle çevresel vergiler hem çevresel sürdürülebilirliği güçlendirmekte hem de insani gelişim için gerekli olan sağlıklı yaşam koşullarının ve adil refah düzeyinin oluşturulmasına katkı sunmaktadır. Bu çalışmada, 26 Avrupa Birliği ülkesinde 2012–2022 dönemi için çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Çalışmada uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi olup olmadığını incelemek üzere Fractional Frequency Flexible Fourier Form (FFFFF) panel eşbütünleşme testi kullanılmıştır. Bu yöntem, yapısal kırılmaları ve düşük frekanslı dalgalanmaları yakalama gücü nedeniyle tercih edilmiştir. Uzun dönem katsayılarının tutarlı tahmini için ise Common Correlated Effects (CCE) ve Dynamic Common Correlated Effects (DCCE) tahminicileri uygulanmıştır. Elde edilen bulgular, çevresel vergiler ile sürdürülebilir kalkınma arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme olduğunu ortaya koymaktadır. Kısa dönemde çevresel vergilerin uyum maliyetleri nedeniyle insani gelişim göstergeleri üzerinde olumsuz etkiler görülse de, uzun dönemde bu etkilerin tersine döndüğü ve çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınmayı pozitif yönde desteklediği saptanmıştır. Bu sonuçlar, BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDGs) ile özellikle SDG 8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme) ve SDG 13 (İklim Eylemi) ile de uyumludur. Bu bulgular ışığında çalışma, politika yapıcılar ve piyasa katılımcılarına çevresel vergilerin yalnızca devlet bütçesinin finansmanı için değil, insan refahını artıracak ve çevresel kaliteyi güçlendirecek biçimde tasarlanması ve elde edilen gelirlerin bu doğrultuda kullanılması gerektiğini önermektedir. Bu tasarım, kısa dönem uyum maliyetlerini hafifletmesi, uzun dönem pozitif etkilerin ise daha hızlı ortaya çıkmasını sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Vergiler, Sürdürülebilir Kalkınma, Fourier Eşbütünleşme Analizi

THE DYNAMIC ROLE OF ENVIRONMENTAL TAXES IN PROMOTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN EU ECONOMIES: NEW EVIDENCE FROM A FRACTIONAL FREQUENCY FLEXIBLE FOURIER FORM PANEL COINTEGRATION TEST

Abstract

Sustainable development is a global priority that seeks not only to ensure economic growth but also to safeguard human well-being, environmental integrity, and quality of life for future generations. Within this framework, the human development dimension—covering education, health, quality of life, and environmentally compatible economic activities—lies at the core of the sustainable development vision.

Environmental taxes represent an important policy tool that promotes environmentally friendly behaviour while discouraging polluting activities, with the potential to channel revenues towards investments in renewable energy, energy efficiency, and green technologies. Thus, environmental taxes both strengthen environmental sustainability and contribute to creating healthy living conditions and equitable well-being necessary for human development. This study examines the impact of environmental taxes on sustainable development in 26 European Union countries over the period 2012–2022. The Fractional Frequency Flexible Fourier Form (FFFFF) panel cointegration test is employed to determine whether a long-term cointegration relationship exists, as this method effectively captures structural breaks and low-frequency fluctuations. In addition, Common Correlated Effects (CCE) and Dynamic Common Correlated Effects (DCCE) estimators are applied to consistently estimate the long-term coefficients. The findings reveal a long-term cointegration between environmental taxes and sustainable development. Although environmental taxes have short-term negative effects on human development indicators due to compliance costs, these effects are reversed in the long run, with environmental taxes ultimately supporting sustainable development. These results align with the UN Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 8 (Decent Work and Economic Growth) and SDG 13 (Climate Action). In light of these findings, the study recommends that policymakers and market participants design environmental taxes not merely as tools for budget financing but as instruments to enhance human welfare and environmental quality, ensuring that revenues are allocated accordingly. Such a design is expected to mitigate short-term compliance costs and accelerate the emergence of long-term positive effects.

Keywords: Environmental taxes, Sustainable development, Fourier cointegration analysis

Giriş

Sürdürülebilir kalkınma, yalnızca ekonomik büyümenin sürdürülmesini değil, aynı zamanda çevresel bütünlüğün korunmasını, toplumsal refahın artırılmasını ve gelecek nesillerin yaşam kalitesinin güvence altına alınmasını hedefleyen küresel bir önceliktir (Aydın vd., 2019; Yıldırım vd., 2025). Günümüzde artan çevresel bozulma, iklim değişikliği ve doğal kaynakların aşırı tüketimi, bu hedeflere ulaşmayı giderek zorlaştırmaktadır (UN, 2023). Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmanın ölçülmesi ve desteklenmesi, hem akademik hem de politika yapıcı çevreler açısından kritik bir konudur.

Bu noktada, 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması, küresel iklim politikasının en önemli dönüm noktalarından biridir. Anlaşmanın temel amacı, sanayi öncesi seviyelere kıyasla küresel ortalama sıcaklık artışını 2 °C'nin oldukça altında tutmak ve mümkünse 1,5 °C ile sınırlandırmaktır (UN, 2022). Bu hedeflere ulaşılabilmesi için bilimsel raporlar, sera gazı emisyonlarının 2030'a kadar yaklaşık %45 oranında azaltılması ve 2050 itibarıyla net sıfır seviyesine indirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (UN, 2022; UN, 2023). Ancak mevcut ulusal katkı beyanları (NDC'ler), bu gerekliliklerin çok gerisinde kalmakta ve 2030 yılı itibarıyla yalnızca sınırlı bir azalış öngörmektedir (UNEP, 2023). Bu durum, küresel ölçekte daha güçlü, bütüncül ve acil politikalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Paris Anlaşması'nın bağlayıcı niteliği, sürdürülebilir kalkınmayı tüm taraf ülkeler için yalnızca tercih edilebilir bir yaklaşım değil, yerine getirilmesi zorunlu bir hedef haline getirmiştir. Bu çerçevede, çevresel vergiler kritik politika araçlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu vergiler, kirletici faaliyetleri caydırmanın yanı sıra sağladıkları gelirle yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve yeşil teknolojilere yatırım yapılmasına olanak tanımakta; böylelikle emisyon azaltımı ile sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında köprü işlevi görmektedir (Ekins, 1999; OECD, 2001). Dolayısıyla çevresel vergilerin etkilerinin incelenmesi, hem Paris Anlaşması'nın iklim hedeflerine ulaşılması hem de sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi bakımından önemli bir akademik ve politik katkı sağlamaktadır.

Çevresel vergiler, sürdürülebilir kalkınma politikalarının en önemli araçlarından biri olarak görülmektedir. Bu vergiler, kirletici faaliyetleri caydırarak çevre dostu üretim ve tüketim davranışlarını teşvik etmekte, aynı zamanda elde edilen gelirleri yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve yeşil teknoloji yatırımlarına yönlendirme potansiyeli taşımaktadır (Esen vd., 2021). Böylece çevresel vergiler, sürdürülebilir kalkınmanın hem çevresel hem de ekonomik boyutlarına katkıda bulunabilmektedir. Piyasa temelli araçların daha yoğun şekilde kullanılmasının, hem etkin hem de maliyet açısından verimli çevre politikalarının oluşturulmasında temel bir unsur ve sürdürülebilir kalkınma açısından önemli bir çerçeve koşulu olduğu genel kabul görmektedir (OECD, 2001). Ancak, bu vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkileri; vergi tasarımının niteliği, gelirlerin kullanım alanları ve ülkelerin kurumsal kapasiteleri gibi faktörlere bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Avrupa Birliği (AB) ülkeleri bu bağlamda özel bir öneme sahiptir. Çünkü AB, çevre politikalarının entegrasyonunda öncü bir bölge olup, hem çevresel vergilendirme uygulamalarında hem de sürdürülebilir kalkınma politikalarında kapsamlı bir kurumsal çerçeve geliştirmiştir (EEA, 2023). Ayrıca AB ülkelerinin ekonomik gelişmişlik düzeyi, enerji kullanım yapıları ve çevresel politikaları karşılaştırmalı analizler için elverişli bir zemin oluşturmaktadır. Bu nedenle, AB ülkelerinin incelenmesi, çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerinin anlaşılması açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmada, 26 AB ülkesinde 2012–2022 dönemi için çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi analiz edilmektedir. Çalışmada sürdürülebilir kalkınma, Sustainable Development Index (SDI) ile temsil edilmekte ve uzun dönemli ilişkileri test etmek amacıyla Fractional Frequency Flexible Fourier Form (FFFFF) panel eşbütünleşme testi kullanılmaktadır. Ayrıca uzun dönem katsayılarının tahmini için Common Correlated Effects (CCE) ve Dynamic Common Correlated Effects (DCCE) tahmincilerinden yararlanılmaktadır.

Bu çalışmanın literatüre üç temel katkısı bulunmaktadır. Birincisi, sürdürülebilir kalkınmayı SDI endeksi ile ölçerek daha kapsamlı bir yaklaşım sunmasıdır. İkincisi, çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki uzun dönemli etkilerini yapısal kırılmaları da dikkate alarak incelemesidir. Üçüncüsü ise, AB ülkeleri özelinde elde edilen bulguların politika yapıcılar açısından çevresel vergi tasarımlarının etkinliği konusunda yol gösterici nitelikte olmasıdır.

Literatür İncelemesi

Geleneksel yasal düzenlemelere (emir-komuta araçları) alternatif olarak geliştirilen “kirleten öder” ilkesi, piyasa temelli araçlara olan ilgiyi artırmıştır. Bu çerçevede, çevresel vergiler özellikle OECD ve AB ülkelerinde yaygın şekilde uygulanmaya başlanmış ve 1990’lı yıllardan itibaren bu vergilerin etkinliğini inceleyen ampirik çalışmalar hız kazanmıştır.

Literatürdeki bulguların önemli bir kısmı, çevresel vergilerin karbon, kükürt dioksit veya egzoz emisyonları gibi çeşitli kirleticileri azaltmada etkili olabildiğini göstermektedir. Örneğin, Alfson vd. (1995) Batı Avrupa ülkeleri için, Nakata ve Lamont (2001) Japonya için, Floros ve Vlachou (2005) Yunanistan için, Wissema ve Dellink (2007) İrlanda için, Lu vd. (2010) Çin için yaptıkları çalışmalarda çevresel vergilerin emisyon azaltımında belirleyici rol oynayabileceğini ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde, Aydın ve Esen (2018) AB-15 ülkeleri için çevresel vergilerin belirli bir eşik değerin üzerinde CO₂ emisyonlarını kayda değer biçimde düşürdüğünü göstermiştir. Andersson (2019) ise İsveç’te karbon vergisinin yakıt tüketimini ve emisyonları azaltıcı etkisini ampirik olarak doğrulamıştır. Esen ve Dündar (2021), 1994–2017 dönemi için Türkiye’de enerji vergileri ile karbon ayak izi arasındaki ilişkiyi incelemiş ve uzun vadede vergilerin karbon ayak izini azalttığını bulmuştur. Çalışma, enerji vergilerinin maliyet yapısını değiştirerek üretim ve tüketim alışkanlıklarını daha çevre dostu davranışlara yönlendirdiğini ortaya koymaktadır. Esen, Yıldırım ve Yıldırım (2021), 1995–2016 döneminde AB-15 ülkelerinde çevreyle ilgili vergilerin ekolojik denge üzerindeki etkisini Panel Smooth Transition Regression (PSTR) modeliyle incelemiştir. Bulgular, çevresel vergi gelirlerinin GSYİH içindeki payı belirli bir eşiği aştığında ekolojik açıkları azalttığını, ancak tarım arazisi dengesi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Çalışma, iyi tasarlanmış çevresel vergilerin ekolojik dengesizlikleri azaltmada etkili bir araç olabileceğini vurgulamaktadır. Xu vd. (2023), Çin’de 2018’de yürürlüğe giren Çevre Koruma Vergisi Yasası’nın etkilerini 287 şehir için 2010–2019 dönemi verileriyle incelemiş ve bu verginin atık su, katı atık ve gaz emisyonlarını azaltmada anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma, çevresel vergilerin işletmelerin maliyet yapısını değiştirerek, yeşil inovasyonu teşvik ederek ve çevre koruma altyapısını güçlendirerek sürdürülebilir kalkınmayı desteklediğini göstermektedir. Bulgular, etkinliğin artırılabilmesi için bölgesel işbirliği ve çok boyutlu çevre politikalarıyla vergilerin tamamlayıcı şekilde uygulanması gerektiğine işaret etmektedir. Benzer bir şekilde, Liu vd. (2023), 1996–2019 dönemine ait verilerle OECD ülkelerinde çevresel vergiler, yönetim ve enerji fiyatlarının çevresel kalite üzerindeki etkilerini ikinci nesil CS-ARDL yöntemlerle incelemiştir. Çalışma, çevresel vergilerin ve iyi yönetimin uzun vadede çevresel kaliteyi artırdığını ortaya koymuştur. Bulgular, çevresel vergilerin etkinliğinin kurumsal kapasite ve yönetim kalitesiyle desteklendiğinde sürdürülebilir çevre politikalarına önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Dradra (2024), 1994–2018 dönemi için 24 OECD ülkesinde çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerini ANS göstergesiyle ölçmüş ve kantil regresyon yöntemiyle analiz etmiştir.

Bulgular, vergilerin farklı kantillerde sürdürülebilir kalkınmayı artırıcı ve anlamlı etkiler yarattığını göstermiştir. Çalışma, çevresel vergilerin SDG'lere ulaşmada tamamlayıcı araçlar olarak kullanılabileceğini vurgulamaktadır.

Bununla birlikte, literatürde çevresel vergilerin etkisinin sınırlı kaldığını savunan çalışmalar da bulunmaktadır. Bruvoll ve Larsen (2004), Norveç'te karbon vergisinin CO₂, CH₄ ve N₂O emisyonları üzerindeki etkisinin oldukça sınırlı olduğunu, bunun da yaygın vergi muafiyetleri ve bazı sektörlerde talebin esnek olmamasından kaynaklandığını belirtmiştir. Hotunluoğlu ve Tekeli (2007) ise 18 Avrupa ülkesi için karbon vergilerinin CO₂ emisyonları üzerinde beklenen ölçüde etkili olmadığını, bunun nedenini de farklı sektörlerde tanınan istisnalar ve vergilerin gelir elde etme amacıyla tasarlanmasına bağlamıştır. Benzer biçimde Lin ve Li (2011), kuzey Avrupa ülkelerinde uygulanan karbon vergilerinin azaltıcı etkisinin vergi muafiyetleri nedeniyle zayıfladığını bulmuştur. Liobikienė vd. (2019) ise enerji vergilerinin sera gazı emisyonları üzerinde doğrudan bir etkisinin bulunmadığını öne sürmüştür. Mpofu (2022), Afrika bağlamında yeşil vergilerin çevresel sürdürülebilirlik, gelir yaratma ve SDG'lerin gerçekleştirilmesindeki fırsat ve zorluklarını incelemiştir. Çalışma, yeşil vergilerin çevresel korumayı ve kapsayıcı büyümeyi destekleyebileceğini, ancak enerji maliyetlerini artırarak eşitsizlik, enerji yoksulluğu ve kayıt dışı faaliyetleri tetikleyebileceğini ortaya koymaktadır. Bulgular, yeşil vergilerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlayabilmesi için sosyal maliyetleri azaltacak şekilde dikkatle tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Ameer vd. (2024), 1990–2020 döneminde E7 ülkeleri için çevresel vergilerin yenilenebilir enerji kullanımı ve emisyonlar üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, çevresel vergilerin uzun vadede sera gazı emisyonlarını azaltmaya katkıda bulunduğunu ve yenilenebilir enerji tüketimini teşvik eden önemli bir araç olduğunu göstermektedir. Ancak çalışmada, çevresel vergilerin etkinliğinin ülkelere göre farklılaştığı ve politika tasarımındaki uygulama farklılıklarına duyarlı olduğu vurgulanmaktadır. Sing vd. (2025), 2020–2024 yılları arasında yayımlanan 421 çalışmayı sistematik literatür taramasıyla inceleyerek çevresel vergilerin Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler) üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Bulgular, karbon vergilerinin emisyonları azaltarak SDG 13 ve 8'e katkı sağladığını, ancak gelir dağılımı üzerinde olumsuz etkiler yaratarak SDG 10'u zorladığını göstermektedir. Çalışma, çevresel vergilerin sürdürülebilirlik hedefleriyle sosyo-ekonomik eşitliği dengeleyecek şekilde tasarlanması ve elde edilen vergi gelirlerinin sosyal refah, yeşil yatırımlar ve yenilenebilir enerji projelerine yönlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Yıldırım ve Esen (2025), 1994–2021 döneminde 60 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeye ait verilerle ulaştırma temelli çevre vergilerinin ulaştırma kaynaklı CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Pedroni ve Westerlund eşbütünleşme testleri ile PMG ve DFE tahmincilerinden elde edilen bulgular, söz konusu vergilerin beklenen azaltıcı etkileri göstermediğini ve emisyonlar üzerinde etkisiz kaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, ulaştırma sektöründeki düşük talep esnekliğine bağlanmakta ve politika yapımcıların emisyon azaltımı için sürdürülebilir ulaşım yatırımları ile çevreye duyarlı lojistik faaliyetleri teşvik edecek Ar-Ge desteklerine öncelik vermesi gerektiğini göstermektedir.

Genel olarak, literatür çevresel vergilerin çevre kirliliğini azaltmada potansiyel olarak güçlü bir araç olduğunu, ancak etkinliğin vergi tasarımı kapsamına, sektörlerdeki talep esnekliklerine ve vergi gelirlerinin kullanım biçimine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bu nedenle çevresel vergilerin başarısı, yalnızca fiyat sinyalleri oluşturmakla değil, aynı zamanda teknolojik dönüşümü teşvik edecek şekilde bütüncül bir politika çerçevesiyle desteklenmesine bağlıdır.

Ekonometrik Analiz

Bu çalışmada çevresel vergi gelirleri ve sürdürülebilirlik indeksi arasındaki ilişki 2012-2022 dönemi için 26 AB ülkesinin (Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya ve İsveç) yıllık verileri analiz edilmektedir. Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler & CD Test Sonuçları

Variables	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max	CD Test Stat	Prob
tax	286	7.450	2.110	3.150	15.320	21.350	0.000
sdi	286	40911.09	13979.11	18511.18	87467.52	47.09	0.000

Tablo 1’de serilerin ortalama standart sapma değerleri ile en küçük ve en büyük değerleri görülmektedir. Yatay kesit sonuçları incelendiğinde serilerin hepsinin yatay kesit bağımlılığına sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle birim kök analizi için yatay kesit bağımlılığı göz önüne alan Pesaran birim kök testinden yararlanılmıştır. Test sonuçları Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2: Birim Kök Testi Sonuçları

Variables	Intercept Model				Intercept & Trend Model			
	Stats.	10%	5%	1%	Stats.	10%	5%	1%
tax	-1.635	-2.07	-2.17	-2.34	-1.689	-2.6	-2.7	-2.89
sdi	-1.159	-2.07	-2.17	-2.34	-1.760	-2.59	-2.69	-2.88
Intercept Model Critical values at %10, %5, %1: -2.07 -2.17 -2.34								
Intercept & Trend Model Critical values at %10, %5, %1: -2.6 -2.7 -2.89								

Tablo 2’deki sonuçlara göre tax ve lnsdi serilerinin birim köke sahip olduğu görülmektedir. Seriler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin araştırılması için yapısal kırılmaları göz önüne alan güncel bir yöntem olan FFFFF (Fractional frequency flexible Fourier form) koentegrasyon analizine başvurulmuştur. Test sonuçları Tablo 3’de görülmektedir.

Table 3: FFFFF Cointegration Test Results

GLS						PP					
(a) Individual Statistics						(a) Individual Statistics					
Countries	Statistics	1%	5%	10%	k	Statistics	1%	5%	10%	k	
Austria	-6.507	-6.796	-5.173	-4.571	1.9	-8.145	-10.252	-7.951	-6.671	1.9	
Belgium	-4.659	-7.257	-4.802	-4.185	1.6	-2.314	-6.418	-4.694	-3.789	1.6	
Bulgaria	-2.935	-5.87	-4.257	-3.684	0.1	-4.421	-8.46	-4.934	-4.155	0.1	
Croatia	-3.331	-5.429	-4.265	-3.814	0.1	-5.405	-10.358	-6.58	-5.26	0.1	
Cyprus	-6.014	-7.422	-5.864	-5.134	1.8	-9.369	-11.986	-9.024	-7.513	1.8	
Czechia	-3.315	-6.08	-4.441	-3.917	1	-6.647	-8.983	-5.929	-4.966	1	

Denmark	-4.052	-6.39	-5.033	-4.455	1.7	-3.956	-11.471	-7.519	-6.169	1.7
Finland	-4.181	-7.706	-5.577	-4.883	1.5	-7.443	-13.711	-9.893	-7.996	1.5
France	-3.642	-6.129	-4.422	-3.829	0.1	-4.844	-6.578	-4.587	-3.755	0.1
Germany	-4.72	-5.825	-4.612	-4.155	1.3	-7.781	-8.804	-7.293	-6.273	1.3
Greece	-3.341	-5.511	-4.414	-3.738	1.9	-5.404	-9.751	-5.671	-4.548	1.9
Hungary	-5.043	-5.934	-5.013	-4.533	0.6	-8.872	-11.113	-8.31	-7.249	0.6
Ireland	-3.63	-6.669	-5.185	-4.468	1.5	-5.98	-9.858	-6.699	-5.406	1.5
Italy	-5.155	-7.25	-5.025	-4.499	1.8	-7.09	-9.462	-7.254	-6.329	1.8
Latvia	-5.191	-6.845	-5.409	-4.674	0.1	-9.853	-14.332	-8.776	-7.283	0.1
Lithuania	-3.351	-6.08	-4.638	-3.942	1.9	-4.541	-8.16	-5.58	-4.674	1.9
Luxembourg	-4.622	-6.743	-4.843	-4.243	1.9	-6.943	-9.789	-6.853	-5.134	1.9
Malta	-4.112	-6.587	-4.95	-4.386	1.8	-6.495	-11.654	-8.405	-6.571	1.8
Netherlands	-4.474	-8.835	-5.362	-4.624	1.7	-6.776	-10.334	-7.727	-6.128	1.7
Poland	-3.066	-5.634	-4.404	-3.939	0.1	-4.647	-9.991	-5.553	-4.49	0.1
Portugal	-3.128	-7.97	-4.788	-4.031	0.1	-3.314	-10.001	-6.28	-5.412	0.1
Romania	-8.627	-7.716	-5.087	-4.452	1.1	-9.507	-11.228	-7.979	-6.694	1.1
Slovakia	-5.759	-9.993	-6.022	-5.193	0.1	-5.426	-14.591	-8.92	-6.509	0.1
Slovenia	-6.216	-8.373	-5.486	-4.765	0.1	-4.787	-10.704	-7.665	-6.323	0.1
Spain	-3.353	-6.513	-4.96	-4.365	1.9	-3.27	-13.133	-7.965	-6.236	1.9
Sweden	-3.516	-7.874	-6.677	-5.58	1.3	-8.32	-15.654	-9.301	-6.971	1.3
(b) Group Statistics		-4.497	0.087	(b) Group Statistics		-6.129	0.092			
Mean		-4.459	0.095	Mean		-6.214	0.09			

Tablo 3'ün ilk kısmında tüm ülkelerin bireysel istatistikleri (a), ikinci kısmında (b) ise grup istatistikleri (panel istatistikleri) görülmektedir. GLS ve PP Test sonuçlarına göre, bazı ülkeler hariç tüm ülkeler için optimum frekans parametresi kesirli bir niteliktedir ve uzun vadeli bir ilişkinin mevcut olduğuna ilişkin destekleyici sonuçlar mevcuttur. Diğer yandan, grup istatistikleri de panel için uzun dönemli bir ilişkinin varlığına ilişkin kanıtlar sunmaktadır. Sonuç olarak, seriler arasında uzun vadeli bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Seriler arasındaki ilişkilerin yönünü ve büyüklüğünü araştırmak için literatürde yaygın şekilde kullanılan PMG ve DEF yöntemleri tercih edilmiştir. Test sonuçları Tablo 4'de görülmektedir.

Tablo 4: Uzun Vadeli Katsayılar

	PMG				DFE			
	Coeff.	Std. err.	z	Prob.	Coeff.	Std. err.	z	Prob.
Long-Run								
tax	1.304	0.392	3.330	0.001	-0.040	0.039	-1.020	0.307
Short -Run								
ec	-0.416	0.080	-5.180	0.000	-0.074	0.044	-1.690	0.091
tax	-0.554	0.105	-5.260	0.000	-0.003	0.004	-0.760	0.450
cons	4.546	0.857	5.300	0.000	0.827	0.485	1.700	0.088

Tablo 4'deki sonuçlar incelendiğinde PMG modeli için Uzun dönemde vergi gelirleri sürdürülebilirlik üzerinde pozitif bir etkiye sahipken kısa dönemde negatif bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Diğer yandan DFE sonuçları incelendiğinde vergi gelirlerinin sürdürülebilirlik üzerinde anlamlı bir etkisinin mevcut olmadığı görülmektedir. Sonuç olarak PMG ve DFE sonuçları birbiri ile tutarsız bir görünüm sergilemektedir. PMG ve DFE model tahmincilerinden hangisinin etkin ve tutarlı olduğunun test edilmesi için Hausman Testine başvurulmuştur. Test sonucuna göre Chi-square test ist. = 11.86 and Prob. = 0.0006 olarak tahmin edilmiştir. Sonuç olarak PMG model tahmincisinin etkin olduğuna karar verilmiştir. Sonuç olarak vergi gelirleri uzun dönemde sürdürülebilirlik endeksini artırırken kısa dönemde sürdürülebilirlik üzerinde negatif etkiye sahiptir.

Sonuç ve Değerlendirme

Sürdürülebilir kalkınma, günümüzde yalnızca ekonomik büyüme ile sınırlı kalmayan; çevresel bütünlüğün korunması, toplumsal refahın güçlendirilmesi ve gelecek nesillerin yaşam kalitesinin güvence altına alınmasını hedefleyen bir küresel zorunluluk haline gelmiştir. Artan çevresel bozulma, iklim değişikliği ve doğal kaynakların tükenmesi, bu alanda etkili politika araçlarına duyulan ihtiyacı her zamankinden daha acil kılmaktadır. Çevresel vergiler, hem çevre dostu davranışları teşvik etmesi hem de elde edilen gelirleri yeşil yatırımlara yönlendirme kapasitesi sayesinde sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesinde kilit araçlardan biri olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, 26 Avrupa Birliği ülkesinde 2012–2022 dönemi için çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi incelenmiştir. Analizlerde sürdürülebilir kalkınma Sustainable Development Index (SDI) ile ölçülmüş, uzun dönemli ilişkiler Fractional Frequency Flexible Fourier Form (FFFFF) panel eşbütünleşme testiyle araştırılmış, uzun dönem katsayıları ise Common Correlated Effects (CCE) ve Dynamic Common Correlated Effects (DCCE) tahmincileriyle elde edilmiştir.

Bulgular, çevresel vergiler ile sürdürülebilir kalkınma arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme bulunduğunu ortaya koymuştur. Kısa dönemde uyum maliyetleri nedeniyle insani gelişim göstergeleri üzerinde olumsuz etkiler gözlenirse de, uzun vadede bu etkilerin tersine döndüğü ve çevresel vergilerin sürdürülebilir kalkınmayı anlamlı biçimde desteklediği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, çevresel vergilerin yalnızca mali bir araç değil, aynı zamanda insani refahı güçlendiren ve çevresel kaliteyi artıran stratejik bir politika mekanizması olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bulgular ışığında şu politika önerileri sunulabilir:

- Çevresel vergiler, salt bütçe gelirlerini artırma aracı olmaktan çıkarılmalı; gelirler yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve yeşil teknoloji yatırımlarına yönlendirilmelidir.
- Kısa dönem uyum maliyetlerini azaltmak için sosyal destek mekanizmaları ve geçiş politikaları geliştirilmelidir.

(iii). Vergi tasarımları, sektörel muafiyetleri en aza indirecek ve etkinliği artıracak biçimde bütüncül bir yaklaşımla oluşturulmalıdır.

(iv). AB ülkeleri özelinde elde edilen bulgular dikkate alınarak çevresel vergiler, Paris Anlaşması ve SDG hedefleriyle uyumlu, uzun vadeli sürdürülebilirlik stratejilerinin ayrılmaz bir parçası haline getirilmelidir.

Sonuç olarak, çevresel vergiler kısa vadede bazı maliyetler yaratsa da uzun dönemde sürdürülebilir kalkınma vizyonunun hayata geçirilmesi için gerekli yapısal dönüşümün en önemli destekleyicilerinden biridir.

Kaynakça

Alfsen, K. H., Birkelund, H., & Aaserud, M. (1995). Impacts of an EC carbon/energy tax and deregulating thermal power supply on CO₂, SO₂ and NO_x emissions. *Environmental and Resource Economics*, 5(2), 165-189. <https://doi.org/10.1007/BF00693022>

Ameer, W., Ali, M. S. E., Farooq, F., Ayub, B., & Waqas, M. (2024). Renewable energy electricity, environmental taxes, and sustainable development: empirical evidence from E7 economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(34), 46178-46193. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26930-5>

Andersson, J. J. (2019). Carbon taxes and CO₂ emissions: Sweden as a case study. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11(4), 1-30. <https://doi.org/10.1257/pol.20170144>

Aydin, C., & Esen, Ö. (2018). Reducing CO₂ emissions in the EU member states: Do environmental taxes work?. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(13), 2396-2420. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1395731>

Aydin, C., Esen, Ö., & Özçoban, D. (2019). 13 Economic Development as a Driver of Environmental Pollution in Net Energy-importing Countries? New Evidence from a PSTR Model. In: Aydin, C., & Darici, B. (eds), *Handbook of Energy and Environment Policy*, (pp. 201–226). Berlin: Peter Lang.

Bruvoll, A., & Larsen, B. M. (2017). Greenhouse gas emissions in Norway: do carbon taxes work?. In *Environmental taxation in practice* (pp. 545-557). Routledge.

Dradra, Z. (2024). Do energy transition and environmental taxation contribute to sustainable development? Evidence from OECD countries. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 42(4), 1814-1831. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-05-2023-0195>

Ekins, P. (1999). European environmental taxes and charges: recent experience, issues and trends. *Ecological economics*, 31(1), 39-62. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00051-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00051-8)

Esen, Ö., & Dündar, M. (2021). Do energy taxes reduce the carbon footprint. *Evidence from Turkey. JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(2), 179-186.

Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç., & Yıldırım, S. (2021). Pollute less or tax more? Asymmetries in the EU environmental taxes–Ecological balance nexus. *Environmental Impact Assessment Review*, 91, 106662. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106662>

Floros, N., & Vlachou, A. (2005). Energy demand and energy-related CO₂ emissions in Greek manufacturing: Assessing the impact of a carbon tax. *Energy economics*, 27(3), 387-413. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.12.006>

Hotunluoğlu, H., & Tekel, R. (2007). Analysis and effects of carbon tax: Does carbon tax reduce emissions. *Sosyo Ekonomi*, 2, 107-125.

Lin, B., & Li, X. (2011). The effect of carbon tax on per capita CO₂ emissions. *Energy policy*, 39(9), 5137-5146. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.050>

Liobikienė, G., Butkus, M., & Matuzevičiūtė, K. (2019). The contribution of energy taxes to climate change policy in the European Union (EU). *Resources*, 8(2), 63. <https://doi.org/10.3390/resources8020063>

Liu, H., Zafar, M. W., Sinha, A., & Khan, I. (2023). The path to sustainable environment: Do environmental taxes and governance matter?. *Sustainable Development*, 31(4), 2278-2290. <https://doi.org/10.1002/sd.2505>

Lu, C., Tong, Q., & Liu, X. (2010). The impacts of carbon tax and complementary policies on Chinese economy. *Energy policy*, 38(11), 7278-7285. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.055>

Mpofu, F. Y. (2022). Green Taxes in Africa: opportunities and challenges for environmental protection, sustainability, and the attainment of sustainable development goals. *Sustainability*, 14(16), 10239. <https://doi.org/10.3390/su141610239>

Nakata, T., & Lamont, A. (2001). Analysis of the impacts of carbon taxes on energy systems in Japan. *Energy Policy*, 29(2), 159-166. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00104-X](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00104-X)

OECD (2001), *Environmentally Related Taxes in OECD Countries: Issues and Strategies*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264193659-en>.

Sing, H. K., Sritharan, N., & Ngui, L. L. H. (2025). Impacts of Environmental Taxes on Sustainable Development Goals: Balancing Environment and Equity. *Journal of Tax Reform*, 11(1), 175-199. <https://doi.org/10.15826/jtr.2025.11.1.197>

UN (2022). *Climate Action—For a liveable climate: net-zero commitments must be backed by credible action*. New York, NY, USA: United Nations Publications. (Erişim Tarihi: 15.09.2025), <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>.

UN (2023). *The Sustainable Development Goals Report 2023 –special edition*. New York, NY: United Nations Publications. (Erişim Tarihi: 15.09.2025), <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023.pdf>

UNEP (2023). *Emissions Gap Report 2023: Broken Record – Temperatures hit new highs, yet world fails to cut emissions (again)*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43922>

Wissema, W., & Dellink, R. (2007). AGE analysis of the impact of a carbon energy tax on the Irish economy. *Ecological economics*, 61(4), 671-683. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.034>

Xu, Y., Wen, S., & Tao, C. Q. (2023). Impact of environmental tax on pollution control: A sustainable development perspective. *Economic Analysis and Policy*, 79, 89-106. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.06.006>

Yıldırım, D. Ç., & Esen, Ö. (2025). *Ulaşım Sektöründen Kaynaklanan CO₂ Emisyonlarının Azaltılmasında Ulaşım Temelli Çevresel Vergilerin Rolü*. 4th International Symposium on Automotive Science and Technology (ISASTECH 2025). 18-20 September 2025, İzmit, Kocaeli.

Yıldırım, D. Ç., Esen, Ö., Urgan, N. N., Çınar, U., & Magazzino, C. (2025). Pathways to environmental welfare: linking energy transitions, globalisation, natural resource rents, and load capacity factor in the advanced emerging countries. *Environment, Development and Sustainability*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s10668-025-06719-x>

EXHAUST EMISSION CHARACTERISTICS OF A COMMON-RAIL DIRECT INJECTION DIESEL ENGINE FUELED WITH LOW-VISCOSITY TERNARY HYBRID FUELS

Doç. Dr. Hüseyin ŞANLI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Meslek Yüksekokulu,
Otomotiv Teknolojisi Bölümü, Çorlu, Tekirdağ.

Prof. Dr. Ertan ALPTEKİN

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi,
Otomotiv Mühendisliği Bölümü, İzmit, Kocaeli.

Prof. Dr. Mustafa ÇANAKCI

Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi,
Otomotiv Mühendisliği Bölümü, İzmit, Kocaeli.

Abstract

In this study, the effects of ternary microemulsification (hybrid) fuels produced using long-chain bioalcohols meeting the biodiesel viscosity specifications specified in the European Union biodiesel standard (EN 14214) on the exhaust emission characteristics of a turbocharged-intercooled Common Rail Direct Injection diesel engine were experimentally investigated. One of the ternary hybrid fuels consisted of 50% petroleum-derived diesel fuel (PTDY), 30% waste frying oil, and 20% 1-butanol. The other one consisted of 50% petroleum-derived diesel fuel (PTDY), 30% waste frying oil, and 20% 2-propanol (% by volume). PTDY was used as the reference fuel. Five different torque values of 50, 75, 100, 125, and 150 Nm were used while the engine speed was kept constant during the experiments. Engine tests revealed that both hybrid fuels had higher CO, THC, and NO_x values than PTDY, while their CO₂ values were quite similar. While the differences between exhaust emissions were lower at low engine loads, they became more pronounced as torque increased. The largest difference between emulsified fuels and PTDY emissions was observed in THC emissions. When comparing the three fuels with each other, it was determined that the microemulsified fuel containing 2-propanol performed better than the microemulsified fuel containing 1-butanol.

Keywords: Biodiesel, Hybrid fuels, Waste frying oil, Long-chain alcohols, Emission.

DÜŞÜK VİSKOZİTELİ ÜÇLÜ HİBRİT YAKITLAR İLE ÇALIŞTIRILAN COMMON-RAIL DİREKT PÜSKÜRTMELİ BİR DİZEL MOTORUN EGZOZ EMİSYON KARAKTERİSTİKLERİ

Özet

Bu çalışmada, Avrupa Birliği biyodizel standardında (EN 14214) belirtilen biyodizel viskozite spesifikasyonunu karşılayan uzun zincirli biyo-alkoller kullanılarak üretilmiş üçlü mikroemülsifikasyon (hibrit) yakıtların turboşarj-intercoolingli Common Rail Direkt Püskürtmeli bir dizel motorun egzoz emisyon karakteristikleri üzerindeki etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Üçlü hibrit yakıtlardan bir tanesi %50 petrol türevi dizel yakıtı (PTDY), %30 atık kızartma yağı, %20 1-bütanol diğeri ise %50 petrol türevi dizel yakıtı (PTDY), %30 atık kızartma yağı, %20 2-propanol'den (% hacimsel) oluşmaktadır. PTDY referans yakıt olarak kullanılmıştır. Deneyler sırasında motor devri sabit tutulurken 50-75-100-125 ve 150 Nm'lik beş farklı tork değeri kullanılmıştır. Motor testleri sonucunda her iki hibrit yakıtın da CO, THC ve NO_x değerleri PTDY'ninkilere göre yüksek iken CO₂ değerlerinin ise birbirlerine oldukça yakın olduğu görülmüştür. Düşük motor yüklerinde egzoz emisyon değerleri arasındaki farklar daha düşük olmasına karşın tork arttıkça farklar da daha belirgin hale gelmiştir.

Emülsifikasyon yakıtları ile PTDY emisyonları arasındaki en büyük fark THC emisyonlarında görülmüştür. Üçlü yakıtlar kendi aralarında karşılaştırıldığında ise 2-propanol içeren mikroemülsifikasyon yakıtının 1-bütanol içeren mikroemülsifikasyon yakıtlarına göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Biyodizel, Hibrit yakıtlar, Atık kızırtma yağı, Uzun zincirli alkoller, Emisyon.

GİRİŞ

Yüksek enerji kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan çevresel sorunlar, günümüzde küresel ölçekte giderek daha büyük bir problem haline gelmektedir. Taşımacılığın olumsuz çevresel etkilerini azaltmaya yönelik olarak yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynakları üzerine yoğun çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Son yıllarda bataryalı elektrikli taşıtlar (BET), taşımacılığın karbon ayak izini düşürmeye yönelik öne çıkan stratejilerden biri olarak popüler hale gelmiştir. Bununla birlikte; batarya teknolojilerinin üretim süreçlerinde ortaya çıkan çevresel yük, yüksek maliyetler, menzil sınırlamaları, uzun şarj süreleri ve şarj altyapısının yeterince gelişmemiş olması, kısa vadede bu araçların taşımacılıkta baskın bir rol üstlenmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, enerji üretiminin çoğunlukla fosil yakıtlara dayandığı ülkelerde, BET'lerin karbon nötr bir çözüm oluşturması tartışmalı hale gelmektedir [1].

Taşımacılıkta hâlen içten yanmalı motorların (özellikle dizel motorlar) yaygın olarak kullanıldığı dikkate alındığında, bu motorlarda kullanılabilecek, yerel kaynaklardan elde edilen, düşük emisyon profiline sahip ve sürdürülebilir alternatif yakıtlara olan ihtiyaç açıkça görülmektedir. Bu noktada biyodizel, taşımacılığın sürdürülebilirliği açısından önemli bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Birçok farklı hammaddelelerinden üretilebilen bir yakıt olan biyodizel; petrol türevi dizel yakıtına (PTDY) kıyasla birçok üstünlüğe sahiptir [2]. Biyodizel üretiminde en büyük maliyet unsuru hammadde fiyatı olup, üretimde kullanılan transesterifikasyon reaksiyonu da maliyetleri artırmaktadır. Endüstriyel ölçekte üretim için önemli tesis yatırımlarının yanı sıra alkol, katalizör ve su tüketimi ile işçilik ve enerji maliyetleri sürece ek yük getirmektedir. Sonuç olarak artan yüksek birim fiyatı nedeniyle biyodizel yakıtların pazarlanabilirliğinde büyük problemler yaşanmaktadır [3].

Bitkisel yağların oldukça yüksek olan viskozitelerinin düşürülmesi için transesterifikasyon dışında; mikroemülsifikasyon yöntemi de uygulanabilmektedir. Mikroemülsifikasyon; yüksek viskoziteli yağların alkol ve yüzey aktif maddelerle karıştırılarak daha düşük viskoziteye sahip, motorlarda kullanılabilir karışımlar haline getirilmesi prensibine dayanmaktadır [4]. Mikroemülsifikasyon yakıtları; biyodizele kıyasla çok daha basit, hızlı ve düşük maliyetli bir şekilde üretilebilmektedir. Ayrıca, enerji, katalizör ya da su tüketimine ihtiyaç duyulmamakta, yan ürün oluşmamakta ve aynı hammaddelede daha fazla yakıt elde edilebilmektedir. Bu özellikler mikroemülsifikasyon yöntemini ticari açıdan cazip kılmaktadır.

Mikroemülsifikasyon yakıtları (hibrit yakıtlar) ile ilgili literatür incelendiğinde polar faz olarak genellikle metanol veya etanol gibi kısa zincirli alkollerin kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, kısa zincirli alkollerin düşük setan sayısı, yetersiz yağlayıcılık, düşük ısı değeri, yüksek uçuculuk ve yüksek buharlaşma ısısı gibi olumsuz özellikleri bu yakıtların motor performansını sınırlayabilmektedir. Ayrıca, yüksek polariteye sahip olmaları dizel-bitkisel yağ fazında çözünürlüklerini azaltarak faz ayrışımına yol açabilmektedir [5]. Bu nedenle mikroemülsifikasyon yakıtlarının formülizasyonunda polar faz olarak uzun zincirli alkollerin (propanol, bütanol gibi), kullanılması üçlü hibrit yakıtlarının özelliklerini dizel motorlar için daha elverişli hale getirecektir.

Hibrit yakıtlar ile ilgili literatürde üzerinde durulması gereken bir diğer konu ise makalelerdeki yakıtların çok büyük bir kısmında kullanılan test yakıtlarının viskozitelerinin oldukça yüksek olduğudur. Günümüz elektronik kontrollü modern dizel yakıt püskürtme sistemi (Common Rail) yakıt viskozitesine karşı oldukça hassastır. Birçok çalışmada üçlü mikroemülsifikasyon yakıtlarının viskozitelerinin $5 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 'i (EN 14214 biyodizel üst sınırı) hatta $6 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ 'i (ASTM D6751 biyodizel üst sınırı) geçtiği görülmektedir. Bu çalışmada, PTDY, atık kızırtma yağı (AKY), ve uzun zincirli alkoller (1-bütanol ve 2-propanol) kullanılarak iki farklı düşük viskoziteli üçlü-hibrit yakıt üretilmiştir ve bu yakıtların modern bir Common-Rail direkt püskürtmeli dizel motorun egzoz emisyon karakteristikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

MATERYAL-METODOLOJİ

Bu çalışmada, EN-14214 standardında verilen biyodizel yakıt kalitesine sahip üçlü mikroemülsifikasyon yakıtlarının modern bir Common Rail Direkt Püskürtmeli dizel motorun egzoz emisyon karakteristikleri üzerindeki etkilerini tespit edebilmek için PTDY-atık kızartma yağı-iki farklı uzun zincirli alkolden oluşan hibrit yakıtlar üretilmiştir. PTDY içeriği %50 (hacimsel) ile sınırlandırılmıştır. Atık kızartma yağı içeriği %30, alkol içeriği ise %20 olarak belirlenmiştir. Farklı alkol türlerinin etkilerini belirleyebilmek için, polar faz olarak 1-bütanol ve 2-propanol içeren iki farklı mikroemülsifikasyon yakıtı üretilmiştir.

Deneylerde kullanılan test yakıtları şu şekilde kodlanmıştır: Referans yakıtı olarak “PTDY”; %50 PTDY-%30 atık kızartma yağı-%10 1-bütanol içeren hibrit yakıt için “DA1B”; %50 PTDY-%30 atık kızartma yağı-%10 2-propanol içeren hibrit yakıt için ise “DA2P”. Üçlü mikroemülsifikasyon yakıtları hazırlandıktan sonra buzdolabında 4 °C’de iki hafta süre bekletilmiş ve herhangi bir faz ayrışımı gözlemlenmemesi üzerine motor testlerine geçilmiştir. Test yakıtlarının kimyasal formülleri ve bazı kritik yakıt özellikleri Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Test Yakıtlarının Kimyasal Formülleri ve Bazı Önemli Yakıt Özellikleri

Test Yakıtı	Kimyasal Formül	Viskozite (mm ² .s ⁻¹)	Yoğunluk (kg.m ⁻³)	Isıl Değer (kJ.kg ⁻¹)
PTDY	C ₁₂ H ₂₃	2,96	832,6	45950
DA2P	C ₁₂ H ₂₃ O _{0,8}	4,54	848,1	41500
DA1B	C ₁₂ H _{23,4} O _{0,8}	4,79	853,1	42100

Motor testleri, dört silindirli, su soğutmalı, turboşarj-intercoolingli, common rail-direct injection (CRDI) bir dizel motorda gerçekleştirilmiştir. Deneyler sırasında motor devri sabit tutulurken beş farklı tork değeri (50 Nm, 75 Nm, 100 Nm, 125 Nm ve 150 Nm) kullanılmıştır. Deney motorunun teknik özellikleri Tablo 2’de verilmektedir.

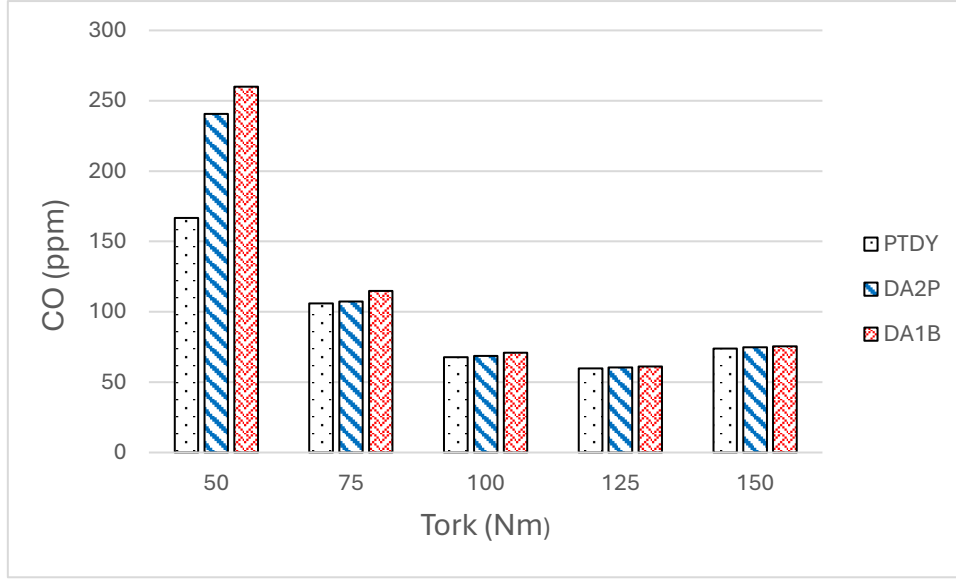
Tablo 2. Test Motorunun Teknik Özellikleri

Motor	1,9 L, Fiat JTD
Tür	DI, Turboşarj-Intercooling, Dört Zamanlı, Su Soğutmalı, Common Rail
Silindir Sayısı	4
Çap-Strok	82,0 mm – 90,4 mm
Sıkıştırma Oranı	18,45:1
Maksimum Güç	77 kW (4000 devir/dakika)
Maksimum Tork	205 Nm (1750 devir/dakika)

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

CO Emisyonları

Şekil 1'de görüldüğü gibi, tüm yakıtların CO emisyonlarının motor torkuna göre değişimi benzerdir. 125 Nm motor yüküne kadar bir azalma, ardından 150 Nm'de hafif bir artış görülmektedir. Artan motor yükü ile birlikte motora daha zengin karışımlar girmesine rağmen, artan silindir gaz sıcaklığı ve basıncı, silindir içindeki hacimsel verim ve türbülansın iyileştirilmesi, daha yüksek yakıt enjeksiyon basınçları ve enjeksiyon avansının sonucu olarak tüm test yakıtlarının CO emisyonları motor yüküyle azalmıştır. Bununla birlikte; 150 Nm'deki hafif CO artışı, karışımın heterojenliğinden kaynaklanan kısa yanma süreleri ve yanma odası içindeki aşırı yakıt açısından zengin yerel bölgelerden kaynaklanıyor olabilir.



Şekil 1. CO emisyonları

Grafik incelendiğinde, PTDY ve üçlü mikro emülsifikasyon yakıtlarının CO emisyonları arasındaki en büyük farkın 50 Nm'de olduğu görülmektedir. Bu fark 75 Nm'de önemli ölçüde azalmakta ve son üç tork değerinde ise neredeyse aynı kalmaktadır. Yakıt enjeksiyon basınçları, yanma odasındaki hava kütlesi, türbülans, silindir gazı sıcaklıkları ve basınçları düşük motor yüklerinde nispeten etkisizdir. Üçlü yakıtların nispeten daha yüksek viskozite ve yoğunluk değerleri, yakıt püskürtme kalitesini bozar ve enjektörlerden büyük yakıt damlacıklarına neden olur. Ayrıca, alkollerin daha yüksek gizli buharlaşma ısısı nedeniyle, mikro emülsifikasyon yakıtları yanma odası havasından daha fazla ısı emer ve bu da daha düşük silindir gazı sıcaklıklarına neden olur. Üçlü yakıtların atık kızartma yağı bileşenlerinin daha düşük uçuculuğu, alkollerin soğutma etkisinden kaynaklanan daha düşük yanma odası sıcaklıklarıyla birleşerek buharlaşma sorunlarına ve dolayısıyla etkisiz yakıt-hava karışımı oluşumuna yol açabilir. Bu nedenlerden dolayı, hibrit yakıtların CO emisyonları, 50 Nm'de PTDY'ninkinden önemli ölçüde daha yüksektir. Motor yükünün artmasıyla birlikte yukarıda belirtilen parametrelerdeki iyileştirmeler nedeniyle, yakıt özelliklerinin önemi azalmakta ve dolayısıyla daha yüksek motor yüklerinde CO emisyonları birbirine çok yakın seyretmektedir.

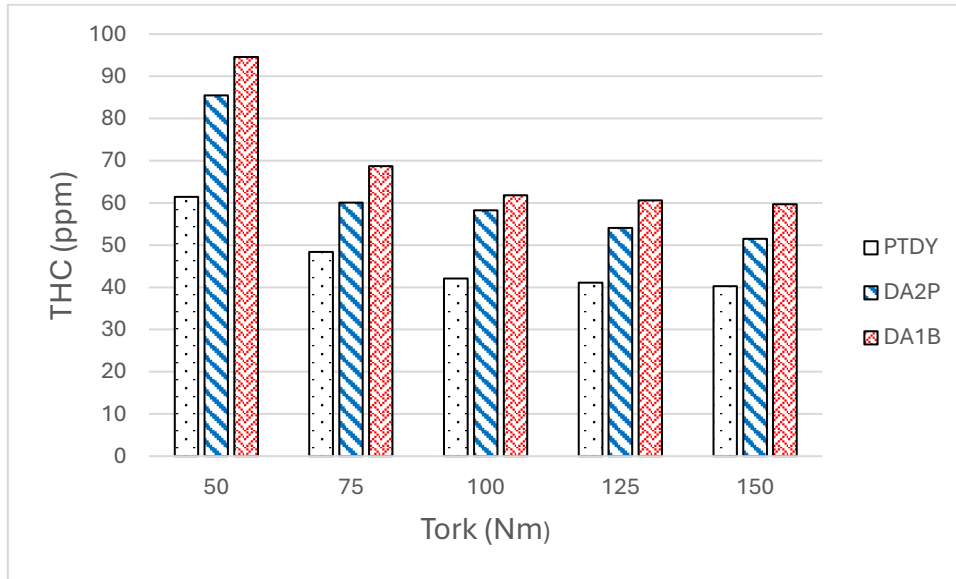
Hibrit yakıtlar birbirleriyle karşılaştırıldığında, DA2P yakıtının CO emisyonlarının DA1B yakıtına göre nispeten daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, DA2P yakıtının daha düşük viskozite ve yoğunluk değerlerinden kaynaklanıyor olabilir.

THC Emisyonları

Şekil 2'den de anlaşılacağı üzere tüm test yakıtlarının THC emisyonları, artan motor torku ile birlikte azalmıştır. En düşük ve en yüksek motor yükleri arasındaki THC emisyonlarındaki azalma, PTDY için %34,37, DA1B için %36,88 ve DA2P için %39,77'dir. Ancak, bu azalmanın 50 Nm ve 75 Nm motor yüklerinde daha belirgin olduğunu belirtmelidir. Daha yüksek yüklerde motor torkunun THC emisyonları üzerindeki etkisi nispeten daha azdır. Yakıt-hava karışımı oluşumunu ve dolayısıyla yanma odasındaki homojenliği iyileştiren parametreler, örneğin daha yüksek silindir gazı basıncı ve sıcaklığı, artan türbülans, daha erken enjeksiyon zamanlaması ve artan yakıt enjeksiyon basıncı, motor yüküyle birlikte THC emisyonlarındaki azalmanın nedenleri olabilir.

Test yakıtlarının egzoz emisyon tipleri arasındaki en büyük farkın THC emisyonları olduğu vurgulanmalıdır. PTDY ile karşılaştırıldığında, DA1B ve DA2P'nin THC emisyonundaki ortalama artış sırasıyla %47,75 ve %32,19 olarak hesaplandı. Hibrit yakıtlar, PTDY oranla nispeten daha yüksek basınçlarda ve daha erken krank açılarında enjekte edilmelerine rağmen (THC emisyonlarını azaltması beklenir), önemli ölçüde daha yüksek THC emisyonları, alkollerin yüksek buharlaşma gizli sıcaklıklarıyla açıklanabilir. Alkol yakıtları yanma odası içindeki havadan daha fazla ısı emdiğinden, özellikle düşük motor yüklerinde yanma odası sıcaklığı yeterince yüksek olmadığında bölgesel alev söndürmeyle sonuçlanabilen bir soğutma etkisine neden olurlar. Ayrıca, üçlü hibrit yakıtların yüksek viskozite ve yoğunluk değerleri atomizasyon kalitesini kötüleştirerek büyük çaplı yakıt damlacıklarına yol açar ve atık kızartma yağının düşük uçuculuğu ile birleşerek THC emisyonlarını artırır.

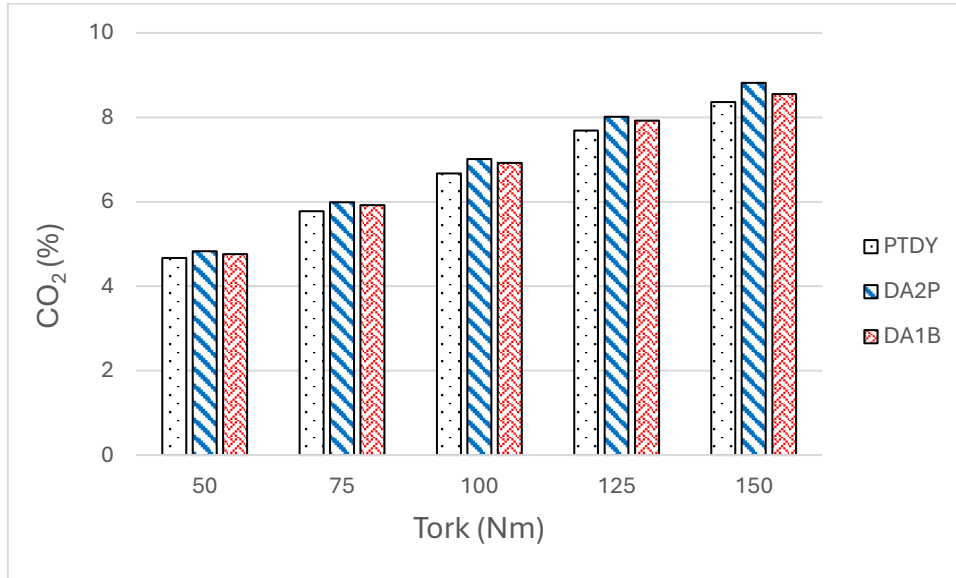
Şekil 2'de gösterildiği üzere, DA2P'nin THC emisyonları, tüm motor testleri boyunca DA1B'den daha düşüktür. DA2P'nin bu nispeten daha iyi THC emisyonu, daha düşük viskozite ve yoğunluğundan ve ayrıca daha yüksek laminar alev hızından kaynaklanıyor olabilir.



Şekil 2. THC Emisyonları

CO₂ Emisyonları

Test yakıtlarının CO₂ emisyonlarının motor yüküne göre değişimi Şekil 3'de gösterilmektedir. Tüm test yakıtlarının CO₂ emisyonları motor yüküyle neredeyse doğrusal olarak artmıştır. Tork değeri 50 Nm'den 150 Nm'ye çıkarıldığında, CO₂ emisyonları PTDY için %79,01, DA1B için %79,62 ve DA2P için %82,61 artmıştır. Artan tork ile birlikte silindir gaz basıncı ve sıcaklığı artmakta ve ayrıca motora daha fazla hava-yakıt karışımı verilmektedir. Bu parametreler, artan CO₂ emisyonlarında etkili olabilir.



Şekil 3. CO₂ Emisyonları

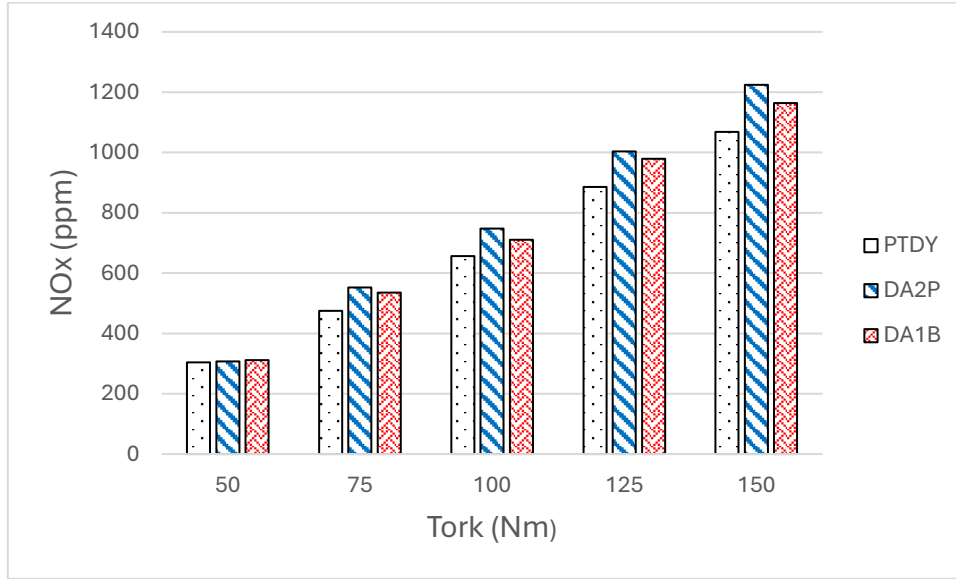
Hibrit yakıtların CO₂ emisyonları, test edilen tüm yüklerde PTDY'nin CO₂ emisyonlarından daha yüksektir. İlgili grafikte görüldüğü gibi, bu fark motor yüküyle birlikte artmaktadır. Örneğin, DA2P ve PTDY'nin CO₂ emisyonları arasındaki fark, 50 Nm'lik motor yükünde %3,43 iken, 150 Nm'de %5,5'e çıkmıştır. Emülsifikasyon yakıtlarla daha fazla yakıt tüketimi bu fark üzerinde kritik bir etkiye sahip olabilir. Daha fazla yakıt tüketimi kaçınılmaz olarak daha fazla CO₂ oluşumuna neden olur. Ayrıca, test yakıtlarının karbon içerikleri arasındaki küçük fark da dikkate alınabilir. DA2P yakıtı, DA1B'ye kıyasla tüm motor testleri boyunca daha fazla CO₂ oluşumuna neden olmuştur. Bu fark, tıpkı PTDY ve üçlü yakıtlar arasındaki farkta olduğu gibi, motor yüküyle birlikte daha belirgin hale gelmiştir.

NO_x Emisyonları

Şekil 4'de görüldüğü gibi, NO_x emisyonları artan motor torkuyla artmaktadır. En düşük ve en yüksek tork değerleri arasında, NO_x emisyonlarındaki artış PTDY için %251,85, DA1B için %273,22 ve DA2P için %298,82'dir. NO_x emisyonlarındaki bu önemli artış esas olarak artan silindir gaz sıcaklıklarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, test motoru turboşarjlı bir dizel motor olduğundan, hacimsel verim de motor yüküyle birlikte artmakta ve bu nedenle motora daha fazla hava verilmektedir. Daha fazla hava, daha fazla nitrojen ve oksijen anlamına gelir ve bu da kaçınılmaz olarak yüksek NO_x emisyonlarına yol açar. Yüksek motor yüklerinde elde edilen daha yüksek yakıt enjeksiyon basıncı ve gelişmiş yakıt enjeksiyon zamanlaması da bu ani NO_x artışında etkili olabilir.

Üçlü hibrit yakıtların NO_x emisyonları, tüm motor yüklerinde PTDY'den daha yüksektir ve bu fark motor torku ile artmıştır. Örneğin, PTDY ve DA2P'nin NO_x emisyonları arasındaki fark, 50 Nm ve 150 Nm motor yüklerinde sırasıyla %1,16 ve %14,66'dır (ortalama %10,57). Bu fark, DA1B için ilgili motor yüklerinde sırasıyla %2,73 ve %8,97'dir (ortalama %7,40). Üçlü hibrit yakıtların ısı içerikleri PTDY'den daha düşük olduğundan, gaz pedalına daha fazla basılmalıdır. ECU, gaz pedalının konumuna tepki vermek için yakıt enjeksiyon basıncını artırır, yakıt enjeksiyon zamanlamasını iletir ve enjektörlere daha uzun süre enerji verir. İzopropanol ve n-bütanolün kaynama sıcaklıkları petro-dizel ve atık kızartma yağından daha düşük olduğundan, DA1B ve DA2P yakıtları mikro patlamaya uğrar ve bu işlemde oluşan daha ince yakıt damlacıkları atomizasyon kalitesini artırarak daha iyi yanma sağlar. Yanma kalitesini artıran ve dolayısıyla yüksek silindir gazı sıcaklıklarına neden olan mikro patlama, üçlü yakıtların yüksek NO_x emisyonları üzerinde de etkili olabilir. DA2P, 50 Nm (ortalama %2,91) hariç tüm motor yüklerinde DA1B'den daha fazla NO_x emisyonu yaymıştır. DA2P'nin nispeten daha avanslı püskürtme başlangıcı ve daha uzun püskürtme süreleri bu sonuçta etkili olabilir.

DA1B'ye kıyasla daha düşük viskozitesi ve yoğunluğu, atomizasyonu ve dolayısıyla yanma kalitesini iyileştirerek yüksek NO_x emisyonlarına yol açabilir. Ayrıca, izopropanolün setan sayısı n-bütanolünkinden düşük olduğundan, DA2P'nin setan sayısı da DA1B'den düşüktür. DA2P'nin düşük setan sayısı, yüksek NO_x emisyonlarının nedenlerinden biri olabilir.



Şekil 4. NO_x Emisyonları

KAYNAKLAR

- [1] Manzetti, S., Mariasiv, F. (2015). Electric vehicle battery technologies: from present state to future systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1004-1012.
- [2] Osman W.N.A., Rosli, M.H., Mazli, W.N.A., Sanasuri, S. (2024). Comparative review of biodiesel production and purification. *Carbon Capture Science & Technology*, 13, 100264.
- [3] Alptekin, E., Canakci, M., Sanli, H. (2014). Biodiesel production from vegetable oil and waste animal fats in a pilot plant. *Waste Management*, 34 (11), 2146-2154.
- [4] Abrar, I., Bhaskarwar, A.N. (2019). Microemulsion fuels for compression ignition engines: a review on engine performance and emission characteristics. *Fuel*, 257, 115944.
- [5] Sanli, H. (2025). Utilization of low-viscosity sustainable quaternary microemulsification fuels containing waste frying oil-diesel fuel-bioalcohols in a turbocharged-CRDI diesel engine. *Sustainability*, 17 (19), 8835.

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE-RELATED RISKS ON MONETARY TRANSMISSION MECHANISMS

Prof. Dr. İlhan EROĞLU

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Duygu YILMAZ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Abstract

Economic and social developments are important factors that affect countries' ability to achieve their economic goals. At the core of these developments lies the supply-demand balance. Sometimes this disruption is caused by factors that fall within the scope of economic policy and are based on wrong policy decisions, while other times it is related to factors that fall outside the scope of economic policy. The most important areas of application for economic policies are of two types. These are monetary policy, which is guided by the central bank, and fiscal policy, in which the government plays a leading role in decision-making. The central bank attempts to influence economic developments within the sphere of influence of monetary policy through monetary transmission channels. One of the developments considered to be outside the sphere of influence of monetary policy is the conditions that have emerged as a result of climate change in recent years. The aim of this study is to discuss how monetary transmission channels are affected by developments that disrupt the supply-demand balance as a result of climate change and how this leads to an economic policy response. The study reveals that the risk structure associated with climate change could weaken the effectiveness of the monetary policy transmission mechanism by transforming the economic and financial conditions targeted by the mechanism in an undesirable direction, thereby undermining its effectiveness.

Keywords: Climate Change, Monetary Policy, Monetary Transmission Mechanism

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KAYNAKLI RİSKLERİN PARASAL AKTARIM MEKANİZMALARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Özet

İktisadi ve toplumsal gelişmeler ülkelerin iktisadi hedeflerine ulaşımını etkileyen önemli unsurlardır. Bu gelişmelerin özünde arz talep dengesi vardır. Arz talep dengesinin bozulması bazen iktisat politikalarının etki alanına giren ve yanlış politika kararlarına dayalı sebeplerden kaynaklı olurken bazen de iktisat politikası etki alanının dışındaki sebeplerle ilgilidir. İktisat politikalarının en önemli uygulama alanı iki türde karşımıza çıkar. Bunlar merkez bankası güdümünde olan para politikası ile hükümetin karar alıcı olarak başrol oynadığı maliye politikasıdır. Para politikası etki alanı içinde olan iktisadi gelişmelere merkez bankası parasal aktarım kanalları aracılığı ile etki etmeye çalışmaktadır. Para politikası etki alanı dışında olduğu düşünülen gelişmelerden birisi de hatta son yıllarda en önemlisi de iklimsel dönüşüm sonucu ortaya çıkan şartlardır. Bu çalışmanın amacı iklimsel dönüşüm sonrası ortaya çıkan ve arz talep dengesini bozan gelişmeler sonucunda paranın aktarım kanallarının bundan nasıl etkilenerek iktisadi bir politika tepkisi ortaya çıktığı hususunun tartışılmasıdır. Araştırmanın sonucu; iklimsel dönüşüme bağlı gelişen risk yapısının para politikası aktarım mekanizmasının etkin işleyişini ve aktarım mekanizmasının olumlu etkilemeyi hedeflediği ekonomik ve finansal koşulları olumsuz yönde zayıflatığına dair beklentilere yol açabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: İklİmsel dönüşüm, Para Politikası, Parasal Aktarım Mekanizması

GİRİŞ

Günümüzde en yaygın biçimde kullanılan çevresel kavramlardan biri olan “iklim değişikliği”, çoğunlukla insan kaynaklı süreçlerle ilişkilendirilen modern iklim değişikliğini tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu olgu, günümüz küresel toplumunun karşı karşıya bulunduğu en ciddi çevresel tehditlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

İklim değişikliği, ekonomik ve finansal sistemler üzerinde giderek artan düzeyde yapısal riskler, finansal istikrar açısından da yeni kırılganlık alanları yaratmakta ve parasal aktarım mekanizmasının etkinliğini zayıflatmaktadır. Özellikle karbon yoğun sektörlerdeki varlıkların değer kaybına uğramasıyla oluşan atıl varlıklar, kredi arzı ve yatırım kanalları üzerinden ekonomik faaliyeti daraltarak potansiyel büyüme üzerinde aşağı yönlü baskı oluşturabilir. Ayrıca, iklim risklerinin neden olduğu belirsizlik ortamı, doğal reel faiz oranını etkileyebilir ve artan makroekonomik oynaklık yoluyla fiyat istikrarını tehdit edebilir. Bu çerçevede, iklim değişikliği, para politikası çerçevesinin tasarımı ve uygulanması açısından da stratejik bir meydan okuma niteliği taşımaktadır (Schnabel, 2021: 53).

İklim değişikliği kaynaklı ciddi değişimler ekonomik ve finansal sistem üzerinde yaratacağı kayıplar net öngörülemezle birlikte, gerekli önlemlerin alınmaması durumunda ciddi kayıplar yaşanacağı ve bu kayıpların felaket boyutlarına ulaşabileceği yönünde literatür de geniş bir uzlaşa bulunmaktadır (Cullen, 2023: 1).

Bu çalışmanın amacı; iklimsel dönüşüme karşı ortaya çıkan risklerin makroekonomi üzerine hangi parasal aktarım kanalları yoluyla etki yaptığını ortaya koymaktır. Bu kapsamda çalışmada ilk önce iklim değişikliği ve iklim riski; kavramsal ve kuramsal yaklaşımlar konusuna yer verilecektir. Bunun devamında iklim riskleri ve merkez bankacılığı konusu ele alınacaktır. Son olarak iklim risklerinin para politikası aktarım kanallarına yansımaları hususu üzerinde durulacaktır. Çalışma sonuç kısmı ile sonlandırılacaktır.

2. İklim Değişikliği ve Risk; Kavramsal ve Kuramsal Yaklaşımlar

Dünya Bankası’nda baş ekonomistlik yapmış olan Nicholas Stern, iklim değişikliğini hazırladığı raporda “insanlık tarihinin en ciddi ve en geniş kapsamlı piyasa başarısızlığı” olarak değerlendirmektedir (Tol, 2006: 977-978). İklim değişikliği, her biri belirli bir zaman aralığında, genellikle birkaç on yıl boyunca alınan bir iklim parametresinin veya istatistiğinin, uzun vadeli ortalama değerleri arasındaki farkı ifade etmektedir (Bolle, 1985: 6).

İnsan kaynaklı faktörlerin iklim sistemi üzerindeki etkileri giderek artmakta ve bu durum, doğal ve beşerî sistemler açısından önemli riskler doğurmaktadır. İklim değişikliği, karmaşık etkileşimler içeren ve farklı olasılıklarla gerçekleşebilecek çeşitli sonuçlar doğurabilen çok boyutlu bir olgudur. İklimle ilişkili riskler; tehlikeli olaylar ve uzun dönemli eğilimler de dâhil olmak üzere iklimsel tehlikeler ile doğal ve beşerî sistemlerin kırılganlığı ve maruziyetinin etkileşiminden kaynaklanmaktadır (IPCC, 2014: 37).

İklim değişikliği, ekonomi açısından farklı boyutlarda riskler ortaya çıkarmaktadır. İklim değişikliği ve iklim değişikliğini hafifletmeye yönelik politikalar, makroekonomik koşullar üzerinde olumsuz etkiler yaratma potansiyeline sahip olup, bu durum para politikası açısından çeşitli riskleri beraberinde getirmektedir (Carney, 2015: 5-6; Batten vd., 2020: 3). Karbon salınımı yüksek varlıkların mevcudiyeti merkez bankaları ve finansal kuruluşların risklerini artırmaktadır.

Merkez bankalarının iklim değişikliği kaynaklı risklere yönelik farkındalıklarını artırmalarının başlıca nedeni, söz konusu risklerin fiyat ve finansal istikrar gibi temel politika hedeflerini gerçekleştirme kapasitelerini zayıflatma olasılığından kaynaklanmaktadır (Yazıcı, 2022: 89).

Bu bağlamda, İklim değişikliğine bağlı fiziksel, geçiş ve yükümlülük risklerinin tanımlanması ile bunlara yönelik çözüm stratejilerinin geliştirilmesi, yeşil refahın sağlanması açısından temel bir ön koşuldur (Dikau ve Volz, 2018: 1). Bu riskler genel olarak üç kategoride incelenebilir. *İlk olarak*, fiziksel riskler söz konusudur. Fiziksel risk, kuraklık, sel, kasırga ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarının yanı sıra deniz seviyesindeki yükselme ve ekosistemlerdeki uzun vadeli, kademeli değişim süreçleri aracılığıyla kendini göstermektedir. *İkinci olarak*, geçiş riskleri bulunmaktadır.

Düşük karbonlu ekonomiye geçiş sürecinde ortaya çıkan bu riskler; karbon emisyonlarına yönelik vergilerin artırılması, emisyon hakları fiyatlarının yükselmesi, değişen tüketim kalıpları veya kömür, gaz ve petrol gibi fosil yakıtların çıkarılmasını zorlaştıran düzenleyici kararlar ile ilişkilidir. *Üçüncü kategori* ise geri döndürülemez eşik etkileri riskleridir. Bu tür riskler, iklim değişikliğinin belirli bir noktadan sonra geri çevrilemeyecek boyutlara ulaşması ve kendi kendini besleyen bir döngüye girerek daha fazla değişimi hızlandırması durumunda ortaya çıkmaktadır. Antarktika'daki buzulların erimesi ve Sibirya'daki donmuş toprakların çözülmesi bu sürece örnek olarak gösterilebilir.

Fiziksel riskler, geçiş riskleri ve geri döndürülemez eşik etkilerinin ekonomi üzerindeki olası sonuçları, Finansal Sistemlerde Yeşillendirme Ağı'nın (NGFS) raporunda ele alınmaktadır. Raporda, iklim değişikliğinin karmaşık yapısı nedeniyle ekonomik etkilerinin belirsiz ve öngörülmesinin güç olduğu vurgulanmakta; bu belirsizliğin özellikle kalkınmanın hem ulusal hem de küresel düzeyde siyasi kararlara bağımlılığından kaynaklandığı belirtilmektedir. Ayrıca rapor, iklim değişikliğinin ekonomiyi farklı ve kimi zaman çelişkili şekillerde etkileyebileceğine dikkat çekmektedir. Bu bağlamda, ekonomik büyüme beklentilerinin uzun vadeli reel faiz oranının temel belirleyicilerinden biri olduğu ifade edilmektedir. NGFS raporuna göre çeşitli faktörler, iklim değişikliğinin daha zayıf büyüme beklentilerine yol açabileceğini göstermekte ve bu bulgu IMF'nin yeni bir çalışması da dahil olmak üzere literatürdeki diğer araştırmalarla örtüşmektedir. Söz konusu çalışma, özellikle daha sıcak iklime sahip yoksul bölgelerde daha düşük büyüme oranlarının öngörüldüğünü ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, siyasi kararların ekonominin büyüme potansiyeli üzerinde belirleyici bir rol oynadığı açıktır. Küresel karbon vergileri, emisyon ticaret sistemleri, karbon tarifeleri ve yeni teknolojilere yönelik kamu yatırımları gibi etkin iklim politikaları, fosil yakıtlara bağımlılığın azalmasına ve dolayısıyla daha yüksek büyüme oranlarının sağlanmasına katkıda bulunabilir. Uzun vadeli reel faiz oranının belirlenmesinde risk ve belirsizlik faktörleri de önem arz etmektedir. Bu faktörler genellikle reel faiz oranlarındaki düşüşün nedenleri arasında öne çıkarılmasa da geleceğe dönük olarak kritik bir rol oynayabilir. Nitekim NGFS raporunda vurgulandığı üzere, iklim değişikliği ekonomik gelişmeler üzerinde artan belirsizliklere yol açacaktır. Bu çerçevede, farklı türde afet risklerinin artması, iklim değişikliğinin kaçınılmaz bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Bylund ve Jonsson, 2020: 2-3).

Para politikası kararlarının ekonomik faaliyet ve fiyatlar genel düzeyi üzerindeki etkileri, parasal aktarım mekanizması yoluyla ortaya çıkmaktadır. Kısa vadeli faiz oranlarını temel araç olarak kullanan merkez bankaları, faiz kararları aracılığıyla beklentiler, varlık fiyatları, faiz oranları ve döviz kuru kanallarını etkileyerek toplam talep üzerinden enflasyon ve ekonomik aktiviteyi yönlendirmektedir (TCMB, 2013: 11).

İklim değişikliğinin finansal istikrara yönelik oluşturduğu tehdit, birçok merkez bankasının iklimle ilgili unsurları politika ve operasyonel süreçlerine entegre etmesine neden olmuştur. Bununla birlikte, merkez bankalarının bu alandaki yaklaşımlarına ilişkin bazı önemli sorunlar mevcuttur. Her ne kadar iklim riskleri politika çerçevelerine dâhil edilmeye başlanmış olsa da, atılan adımlar henüz iklim kırılganlıklarını azaltacak ölçüde kapsamlı ve dönüştürücü bir etki yaratmamıştır (Stephens ve Sokol, 2024: 765).

3. İklim Riskleri ve Merkez Bankacılığı

Para politikasının etkinliğinin sağlanabilmesi, para otoritelerinin uyguladıkları politikaların zamanlamasını doğru belirlemelerine ve bu politikaların ekonomi üzerindeki olası etkilerini sağlıklı biçimde analiz edebilmelerine bağlıdır. Bu kapsamda, para politikasının reel ekonomi üzerindeki etkilerini şekillendiren parasal aktarım mekanizmalarının bütüncül olarak anlaşılması bir gerekliliktir. Parasal aktarım mekanizması; faiz oranı, döviz kuru, varlık fiyatları ve kredi kanalları gibi çeşitli etkileşim yolları aracılığıyla politika kararlarının makroekonomik değişkenlere yansımaları sağlar (Mishkin, 1995: 4).

Makroekonomik dengeler üzerinde çok boyutlu sonuçlar doğuran iklim değişikliği, fiyat istikrarını da en az üç temel kanal üzerinden etkilemektedir. *İlk olarak*, iklim değişikliğinin yol açtığı sonuçlar, merkez bankalarının para politikası tedbirlerinin hane halkları ve firmaların karşı karşıya bulunduğu finansman koşullarına, dolayısıyla da tüketim ve yatırım kararlarına aktarımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Maddi risklerin ortaya çıkması veya fosil yakıtlardan uzaklaşma süreciyle birlikte atıl hale gelen varlıkların (örneğin, kullanılamayacak petrol rezervleri gibi) değer kaybı, finansal kuruluşların bilançolarını zayıflatarak reel ekonomiye yönelik kredi akışını sınırlayabilmektedir.

İklim risklerinin yeterince dikkate alınmaması durumunda, kredi risk primlerindeki ani ve keskin artışlar para politikası aktarımının etkinliğini zedeleyebilecek yeni riskler doğurabilmektedir. Ayrıca, merkez bankalarının kendileri de varlık alım programları kapsamında edindikleri menkul kıymetlerden ya da para politikası operasyonlarında karşı taraflarca sağlanan teminatlardan kaynaklanan potansiyel kayıplara maruz kalma riski taşımaktadır. *İkincisi*, iklim değişikliği, tasarruf ve yatırımı dengeleyen denge reel faiz oranını düşürerek geleneksel para politikasına ayrılan alanı daha da daraltabilir. Örneğin, daha yüksek sıcaklıklar işgücü verimliliğini düşürebilir veya hastalık ve ölüm oranlarını artırabilir. Üretim kaynakları, uyum önlemlerini desteklemek için yeniden tahsis edilebilirken, iklimle ilgili belirsizlik ihtiyatı tasarrufları artırabilir ve yatırım teşviklerini azaltabilir. Bu faktörler toplu olarak reel denge faiz oranını düşürebilir ve dolayısıyla bir merkez bankasının politika faizinin kısıtlanma olasılığını artırabilir. Ancak bu kesin olmaktan uzaktır; denge oranları bunun yerine yeşil inovasyon ve yatırım nedeniyle yükselebilir ve mevcut düşük enflasyon ve düşük faiz ortamından çıkış yolunu gösterebilir. Üçüncü olarak, iklim değişikliği ve bu değişikliğin etkilerini hafifletmeye yönelik uygulanan politika araçları, enflasyon dinamiklerini doğrudan etkileyebilmektedir. Güncel ampirik bulgular, artan fiziksel risklerin üretim düzeyi ve fiyatlar genel seviyesi üzerinde kısa vadeli dalgalanmalara neden olduğunu; bu sürecin uzun vadede makroekonomik oynaklığı artırabileceğini doğrulamaktadır. Azaltım politikalarının etkin biçimde uygulanmadığı koşullarda, iklim kaynaklı şokların sıklığı ve şiddeti artmakta, bu da fiyatlar ve ücretler üzerinde kalıcı baskılar oluşturmaktadır. Bununla birlikte, karbon fiyatlandırması gibi iklim politikaları da fiyat istikrarını doğrudan etkileyebilmekte ve göreceli fiyat yapısında meydana getirdiği değişimler aracılığıyla genel ve çekirdek enflasyon göstergeleri arasında anlamlı farklılıklara yol açabilmektedir (Schnabel, 2021: 54). Dolayısıyla, iklimle ilgili risklerin aktarım mekanizmasının merkezinde yer alan finansal sistem üzerindeki olumsuz etkileri parasal aktarım kanallarının zayıflamasına yol açabilir (Kömürcüoğlu, 2025: 58).

4. İklim Risklerinin Para Politikası Aktarım Kanallarına Yansımaları

İklim risklerinin para politikası aktarım kanallarına yansımaları, Tablo 1 de özet şekilde yer verilmiştir. İklim değişikliğinin, faiz oranı, döviz kuru, varlık fiyatları, kredi ve beklentiler kanalları aracılığıyla ekonomiyi etkilemesi sonucu, parasal aktarım mekanizmalarının etkinliğinde azalma ve aktarım kanallarında bozulmalar meydana gelmesi olasıdır. Faiz oranı kanalı, politika faizindeki değişimlerin bankacılık sisteminde uygulanan kredi ve mevduat faizlerine yansımaları açıklamaktadır. Kısa vadeli faiz oranlarındaki değişiklikler, beklentiler hipotezi doğrultusunda uzun vadeli faiz oranlarını da etkilemektedir.

Tablo 1. İklim Risklerinin Parasal Politika Aktarım Kanallarına Yansımaları

	Fiziksel Risk	Geçiş Riski
Faiz Oranı Kanalı	Faiz dışı maliyetlerin belirleyici hale gelmesi, faiz oranı değişimlerinin yatırım ve tasarruf kararları üzerindeki etkisini zayıflatabilir.	Geçiş sürecine dair belirsizlikler, risk primlerinde artışa neden olarak yatırımcıların faiz oranı oynaklıklarına karşı hassasiyetini artırabilir.
Kredi Kanalı	Finansal kayıplar, borçluların net değerini ve bankaların teminat gücünü zayıflatarak kredi arzını sınırlandırır; belirsizlik ise piyasa fonlamasını kısıtlar.	
Varlık Fiyat Kanalı	Aşırı hava olayları, sermaye ve konutlara zarar vererek finansal kayıplara yol açar; bu da varlık değerlerini düşürüp firma değerlemelerini olumsuz etkiler.	Geçiş süreci, talep ve ekonomik faaliyetlerin sektörler ve bölgeler arasında yeniden dağılmasına neden olabilir; bu süreçte bazı varlıklar atıl duruma düşebilir.
Döviz Kuru Kanalı	Döviz kurunda artan oynaklık, döviz kurlarında ani ve öngörülemeyen dalgalanmalara yol açabilir.	Karbon sınır ayarlaması bu alana yönelik politikalar, ticaret akışlarını ve küresel değer zincirlerinin işleyişini bozabilir.
Beklentiler Kanalı	Şokun kalıcılığı belirsiz olduğu için arz ve talep şoklarının sürekliliğine ilişkin belirsizlik, para politikasının öngörülebilirliğini zayıflatabilir	Tutarsız ve zamanlama açısından belirsiz geçiş politikaları, para politikasının güvenilirliğini ve etkinliğini zayıflatabilir.
Kaynak: Drudi vd., 2021: 112		

Fiziksel ve geçiş riskinden kaçınma ve belirsizlik, hane halkı tasarruflarını artırıp firmaların yatırımlarını azaltarak faiz değişikliklerinin reel ekonomi etkisini zayıflatar. Böylece, toplam talebin faiz oranı duyarlılığındaki azalma, para politikasının etkinliğinde düşüşe neden olarak parasal aktarım kanallarını zayıflatar. Yatırımların faiz oranına duyarlılığının azalması, politika faizindeki bir değişimin çıktı üzerindeki etkisini sınırlayarak standart para politikasının etkinliğini azaltır (Drudi vd., 2021: 112; McInerney, 2022: 22). Kredi kanalı, İklim değişikliği, fiziksel ve geçiş riskleri yoluyla kredi kanalını zayıflatabilir. Bu riskler borçlu bilançolarını, teminat değerlerini ve kredi erişimini olumsuz etkilerken, artan belirsizlik kredi arzını ve bankaların piyasa finansmanını kısıtlayabilir. Ayrıca düşük faiz oranları ve varlık değer kayıpları banka kârlılığını azaltarak para politikasının kredi kanalı üzerinden etkinliğini düşürebilir (Drudi vd., 2021: 108-109). Varlık fiyatı kanalı, politika faiz oranlarındaki değişimlerin varlık değerleri aracılığıyla ekonomik faaliyetleri nasıl etkilediğini açıklar. İklimle ilgili riskler, bu kanal üzerinden para politikasının iletimini zayıflatabilir. Daha sık meydana gelen aşırı hava olayları, sigorta şirketleri, bankalar ve reel sektör firmalarının değerlerinde dalgalanmalara yol açarak finansal piyasalarda oynaklığı artırabilir.

Fiziksel riskler, risk altındaki bölgelerdeki konut ve ticari mülklerin değerini düşürerek hane halkı ve firmaların net servetini azaltabilir. Ayrıca, geçiş politikalarındaki veya yatırımcı güvenindeki ani değişimler, varlık değerlerinde kayıplara ve firma sermayelerinde ciddi düşüşlere neden olabilir. Bu tür net değer şoklarının yatırım ve tüketim üzerinde olumsuz etkiler yaratması muhtemeldir (Drudi, 2021: 110; McInerney, 2022: 23).

Döviz kuru kanalı, iç politika faizlerindeki artışın yerel para biriminin değer kazanmasına ve net ihracatta azalmaya yol açmasını açıklar. Ancak iklim kaynaklı belirsizlik ve artan ekonomik oynaklık, bu kanalın etkinliğini zayıflatabilir. Ticaret akışlarını ve küresel üretim yapısını bozan iklim riskleri, döviz kuruna olan talep esnekliğini zamanla azaltabilir (McInerney, 2022: 23).

Beklentiler kanalı, para politikasının uzun vadeli faiz ve enflasyon beklentileri üzerindeki etkisini ifade eder. İklim değişikliğine bağlı belirsizlik, beklenti oluşumunu bozarak merkez bankalarının yönlendirme gücünü zayıflatabilir ve enflasyon oynaklığını artırabilir (Weitzman, 2009: 4; NGFS, 2021: 10).

Özetle iklim riskleri, para politikası iletim mekanizmasının etkin işleyişini, mekanizmanın etkilemeyi hedeflediği ekonomik ve finansal koşulları olumsuz etkileyerek mekanizmaların etki gücünü zayıflatabilir. Bu riskler; varlık fiyatları, finansal piyasaların istikrarı, bankaların kredi arz kapasitesi ile işletmelerin ve hane halklarının yatırım kararları dâhil olmak üzere, finansal sistemin ve ekonominin çeşitli unsurları üzerinde etkili olabilir (Fontana, 2024: 9-10).

Merkez bankaları iklim değişikliğine karşı geleneksel para politikası araçlarının yanında alternatif araçlara da yer vermektedir. Bu araçlar Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 1. İklim Değişikliğine Karşı Alternatif Merkez Bankası Araçları

1. Bilgilendirme/Açıklama Aracı	Merkez bankaları, piyasa disiplini güçlendirmek ve sermaye tahsisini iyileştirmek amacıyla, finansal kurum ve şirketleri iklimle ilgili riskleri gönüllü olarak açıklamaya teşvik etmektedir. Bu tür şeffaflık, yeşil makro ihtiyati düzenlemeler ve stres testleri için de zemin oluşturur (Dikau ve Volz, 2018: 6).
2. Ölçme, Test etme, Modelleme	Makro ihtiyati denetim, finansal istikrarsızlığa yol açabilecek ekolojik dengesizlikleri tanımlamalı ve bu dengesizliklerden kaynaklanan iklim risklerini haritalandırmalıdır. Bu kapsamda, karbon yoğun sektörlerle yönelik daha yüksek risk ağırlıkları, bu sektörlerle ilişkin sınırlamalar ve iklimle ilgili stres testleri gibi araçlar kullanılabilir. Merkez bankaları ise iklim değişikliğinin finansal sistem üzerindeki olası etkilerini değerlendirmek amacıyla stres testleri ve makroekonomik modellemelerden yararlanmaktadır (Olovsson, 2018: 5-6; Schoenmaker vd., 2015: 20-25).
3. Yeşil Finansman Kılavuzları	Merkez bankaları, yeşil finansmanı teşvik etmek amacıyla finansal kuruluşlar için çevresel risklerin yönetimini ve yeşil yatırımların desteklenmesini hedefleyen yönergeler geliştirmede kilit bir rol üstlenmektedir (Volz, 2017: 16). Bu tür düzenlemeler, sermaye akışını düşük karbonlu yatırımlara yönlendirmeyi amaçlamaktadır.
4. Yeşil Farklılaştırılmış Zorunlu Karşılıklar	Zorunlu karşılık oranlarının sektörel farklılaştırılması, merkez bankalarının kredi yönlendirme araçlarından biridir. Bu kapsamda, yeşil sektörlerle sağlanan kredilere daha düşük zorunlu karşılık oranlarının uygulanması, çevre dostu yatırımların teşvik edilmesini sağlar. Bu politika yeşil yatırımların finansmanını kolaylaştırmak için kullanılır (Campiglio, 2016: 226).
5. Yeşil Farklılaştırılmış Sermaye Gereksinimleri	Sermaye gereksinimleri, finansal kuruluşların risk ağırlıklı varlıklar üzerinden belirli sermaye tutmalarını zorunlu kılarken, bu gereklilikler sürdürülebilirlik kriterlerine göre uyarlanabilir. Özellikle, karbon yoğun varlıklara daha yüksek risk ağırlıkları verilmesi, karbon risklerinin doğru ve etkin bir şekilde fiyatlanmasını sağlamayı hedeflemektedir. Yeşil farklılaştırılmış sermaye gereksinimlerini, karbon yoğun yatırımlardan uzaklaşmayı teşvik ederek kredi tahsisinde önemli etkiler yaratmaktadır (Volz, 2017: 15).
6. Yeşil Hedefli Refinansman	Yeşil hedefli refinansman, merkez bankalarının ticari bankalara yeşil krediler karşılığında daha düşük faizli borç imkânı sunarak çevreci yatırımları teşvik ettiği bir araçtır (Lerven ve Collins, 2017). Kredi sürecinin bankalarda kalması avantaj olarak görülse de, farklı faiz oranlarının uzun vadede finansal istikrarsızlık riski taşıdığı eleştirilmektedir (Dikau ve Collins, 2017: 14).

7. Minimum ve Maksimum Kredi Kotaları	Merkez bankaları, ticari bankaların kredi portföylerinin belirli bir oranını yeşil yatırımlara yönlendirmeyi zorunlu kılan asgari kredi kotaları veya karbon yoğun sektörlere kredi verme sınırı getiren azami kredi kotaları uygulayabilir. Bu yöntem gelişmiş ekonomilerde yaygın iken, gelişmekte olan ülkelerde daha sınırlı kullanılmaktadır (Dikau ve Volz, 2018: 10).
8. Yeşil Niceliksel Genişleme (QE)	Merkez bankaları, genel tahviller yerine enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji gibi iklime duyarlı projeleri finanse eden yeşil tahvilleri satın alarak, bu yatırımların borçlanma maliyetini düşürür ve karbon emisyonlarını azaltmayı teşvik eder. Böylece varlık alımlarını yeşil finansal araçlara yönlendirerek iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlar (Dafermos vd., 2018: 2).
9. Merkez Bankası Dijital Paraları (CBDC) ve TIPS	CBDC'ler, itibari paraların blok zincir teknolojisiyle dijitalleştirilmesiyle ortaya çıkan bir paradigma değişimidir. Bitcoin ve coinlerin istikrarlı yükselişi ile Facebook'un Libra projesi, COVID-19 süreci ve egemenlik endişeleri, merkez bankalarını kendi dijital paralarını geliştirmeye yönlendirmiştir. Birçok merkez bankası dijital paralarla ilgili pilot çalışmalar yürütmekte olup, bu uygulamalar banknot ve madeni paranın ekolojik etkilerini azaltma potansiyeline sahiptir. Eurosystem'in TIPS ödeme sistemi, anında ve düşük karbon ayak izine sahip ödemeler sağlayarak kripto paralardan daha çevreci bir alternatif sunmaktadır (Cipollone, 2022: 3)
10. Yumuşak Güç (Soft Power)	Merkez bankaları, iklim ve çevresel riskleri politika gündemlerinde öne çıkararak piyasa aktörlerini bu risklerin önemine dikkat etmeye yönlendirir ve ilgili tedbirlerin alınmasını teşvikte bulunur. Bu süreçte, G20 gibi uluslararası ağlar ve ortak eylemlerden destek alabilirler (Volz, 2017: 17).

İklim değişikliğiyle mücadelede merkez bankalarının çeşitli araçları kullanabilme kapasitesi bulunmasına karşın, süreçte belirli sınırlılıklar ve riskler söz konusudur. Merkez bankalarının bu konudaki potansiyelinin sınırları, Volz'un (2017: 17-18) ortaya koyduğu taksonomi çerçevesinde beş temel başlık altında incelenmektedir.

1. Çoklu Hedefler ve Araçlar Arasındaki Gerilim: Para politikası, mali denetim veya bankacılık düzenlemeleri gibi araçların kendi amaçları dışında kullanılması, çeşitli sorunlara yol açma potansiyeli taşımaktadır. Oysa bu politika alanlarının her biri, önceden tanımlanmış ve belirli hedeflere yöneliktir. Bu durum, iktisat literatürün de Jan Tinbergen'in ismiyle anılan ve her bir politika hedefi için en az bir bağımsız politika aracı gerektiğini savunan Tinbergen Kuralı ile de örtüşmektedir (Weidmann, 2021: 3).

2. Merkez Bankalarının Yetki Alanının Sınırları Meşruiyet Krizi Riski: Merkez bankalarının bağımsızlığı, para politikasının siyasi müdahalelerden arındırılmış bir biçimde yürütülmesini sağladığı için kritik bir öneme sahiptir. Bununla birlikte, aşırı yetkilendirme, şeffaflık eksiklikleri ve toplumsal meşruiyetin zedelenmesi gibi riskleri de beraberinde getirebilir. Bu nedenle merkez bankalarının, aldıkları kararların gerekçelerini kamuoyuna açık bir biçimde sunmaları, hesap verebilirlik ve güvenilirliklerini sürdürmeleri açısından hayati önem taşımaktadır (Volz, 2017: 18-19).

3. Yetki Yoğunlaşması ve Hesap Verebilirlik Açmazı: Mevcut merkez bankacılığı kuşağı, büyük ölçüde makroekonomik ve finansal istikrar hedefleri doğrultusunda şekillenen bir anlayışla yetişmiştir. Bu nedenle, merkez bankalarından çevresel sorunlara çözüm üretmeleri ve sürdürülebilir kalkınmaya doğrudan katkı sunmaları yönündeki artan toplumsal talepler, merkez bankacılığı camiasında direnç ya da tereddüt yaratabilmektedir. Her ne kadar merkez bankalarının yeşil yatırımlara yönelik sermaye tahsisini yönlendirebilecek çeşitli politika araçları bulunsun da, bu kurumlardan sürdürülebilirlik ile ilgili tüm sorunları çözmeleri beklenmemelidir. Nitekim Frankel'in (2022) de ifade ettiği üzere, tüm ülkeler ve tüm dönemler için geçerli tek bir para politikası rejimi bulunmadığı gibi, sürdürülebilirlik hedeflerini mevcut para politikası çerçevelerine entegre etmenin evrensel bir yöntemi de mevcut değildir (Volz, 2017: 19).

4. Sürdürülebilirlik İçin Bireysel Sınırlar ve Kolektif Zorunluluk: Merkez bankalarının tekil eylemleri, tek başına çözüm üretmekte yetersiz kalmakta olup; etkili bir yaklaşım hem ulusal hem de küresel düzeyde koordineli işbirlikleri ve uzun vadeli stratejik planlamalar gerektirmektedir (TCMB, 2021: 18). Ulusal düzeyde, yeşil yatırımları teşvik eden politika önlemlerinin uygulanması, yeşil finansman için gerekli alanın oluşturulması ve makroekonomik istikrarın korunması amacıyla para ve maliye politikaları arasında güçlü bir koordinasyon sağlanması hayati önem taşımaktadır. Koordinasyon eksikliği, merkez bankalarının devlet kurumlarının politika alanını devralma riskini artırabilir. Uluslararası düzeyde ise ortak tanımlar ve standartlar üzerinde uzlaşa sağlanması ve bilgi paylaşımının güçlendirilmesi, etkin bir politika işbirliği için gerekli temel unsurlardır (Arndt vd., 2020: 15).

5. Merkez Bankası Kararlarında Meşruiyet ve Uzmanlık Dengesi: Merkez bankalarının, garantiler, kefaletler ve özel sektör kredileri gibi finansal araçların risk yönetimi alanında, bankalar ve yatırım fonlarının sahip olduğu teknik bilgi ve uzmanlığa tam olarak sahip olmadığı ifade edilmektedir. Bunun yanı sıra, iklim politikalarının uygulanmasında gerekli olan politika tercihleri ve toplumsal fayda-maliyet analizlerine dayalı kararların alınması konusunda merkez bankalarının demokratik meşruiyetten yoksun oldukları da öne çıkmaktadır (Danmarks Nationalbank, 2015: 15; Yılmaz ve Çakaloğlu, 2022: 151).

TARTIŞMA VE SONUÇ

İklim değişikliğinin merkez bankalarının fiyat istikrarını sağlama kapasitesi üzerindeki etkileri, parasal aktarım mekanizmasındaki bozulmalardan para politikası uygulama alanının daralmasına kadar geniş bir alanda hissedilmekte; bu durum, mevcut para politikası çerçevesinin yeniden değerlendirilmesini ve tasarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede, sürdürülebilirliğe ilişkin açık bir yetkileri bulunmasa dahi, merkez bankalarının iklim risklerini göz ardı etmeleri, giderek daha az sürdürülebilir ve politika yapım süreci açısından rasyonel bir seçenek görülmemektedir (Boneva vd., 2022: 771).

Faiz oranı kanalı olarak; iklimsel dönüşümün ortaya koyduğu fiziki riske bağlı faiz dışı maliyetlerin belirleyiciliği artarak bu kanalın faiz oranı değişimlerinin yatırım ve tasarruf kararları üzerindeki etkisinin zayıflaması beklenmektedir. Öte yandan geçiş sürecine dair belirsizlikler çerçevesinde risk primlerinde artışa neden olarak yatırımcıların faiz oranı oynaklıklarına karşı hassasiyetini artırabilir.

Kredi kanalı olarak; iklimsel dönüşüm kredi kanalının etkinliğini finansal kayıplar, borçluların net değerini ve bankaların teminat gücünü zayıflatması sonucu kredi arzının sınırlanmasıyla azalışına yol açarken süreç içinde gelişen belirsizlik ise piyasa fonlamasını sektöre uğratarak azalmasına neden olur.

Varlık fiyatı kanalı ise; sermaye ve konutların değer düşüşüne neden olarak finansal kayıplara yol açar; bu durum firmaların bilançolarının kötüleşmesine ve daha yüksek bir finansal maliyete katlanmayı zorunlu kılar. Bu durum geçiş sürecinde talep ve ekonomik faaliyetlerin sektörler ve bölgeler arasında yeniden dağılımı gibi hiç de hazırlıklı olunmayan bir kaynak israfını beraberinde getirir.

Döviz kuru kanalı cephesinden ise; döviz kurunda artan oynaklık, döviz kurlarında ani ve öngörülemeyen dalgalanmalara yol açabilir. Karbon sınır ayarlaması bu alana yönelik politikalar, ticaret akışlarını ve küresel değer zincirlerinin işleyişine sekte vurabilir.

Son olarak beklentiler kanalında; arz ve talep şoklarının sürekliliğine ilişkin belirsizlik, para politikasının öngörülebilirliğini olumsuz etkileyebilir. Tutarsız ve zamanlama açısından belirsiz geçiş politikaları, para politikasının güvenilirliğini ve etkinliğini zayıflatır. Bu durum iktisadi aktörlerin karar almasını oldukça güçleştirerek “bekle gör” davranışsal eylemlerin artışı kaçınılmaz kılmasıyla bu kanal etkinliğini zayıflatmış olur.

İklimsel dönüşümün para politikasındaki etkinliği zayıflatması sonucunda Merkez bankasının iklimsel dönüşümün olumsuz etkileri ile mücadelede merkez bankalarının çeşitli araçları mevcut olmakla birlikte Bu araçlarda istenilen performansı almayı sınırlayan bazı hususlar söz konusudur. Bunlar; çoklu hedefler ve araçlar arasındaki gerilim, merkez bankalarının yetki alanının sınırları meşruiyet krizi riski, yetki yoğunlaşması ve hesap verebilirlik açmazı, sürdürülebilirlik için bireysel sınırlar ve kolektif zorunluluk, merkez bankası kararlarında meşruiyet ve uzmanlık dengesi olarak ifade edilebilir. Bu sınırlamalara karşı merkez bankaları yeni politika araçları geliştirerek; 1) Bilgilendirme/Açıklama Aracı, 2) Ölçme, Test etme, Modelleme, 3) Yeşil Finansman Kılavuzları, 4) Yeşil Farklılaştırılmış Zorunlu Karşılıklar, 5)

Yeşil Farklılaştırılmış Sermaye Gereksinimleri, 6) Yeşil Hedefli Refinansman, 7) Maksimum Kredi Kotaları, 8) Yeşil Niceliksel Genişleme (QE), 9) Merkez Bankası Dijital Paraları (CBDC) ve TIPS, 10) Yumuşak Güç (Soft Power) alternatif politika araçlarını kullanmaları öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

Arndt, C., Loewald, C.& Makrelov, K. (2020). Climate change and its implications for central banks in emerging and developing economies. Working Paper Series, Economic Research and Statistics Department, South African Reserve Bank, 20(24), 1-23

Bolle, H. J (1985). What is Climate? Advances in Space Research, 5(6), 5-14.

Boneva, L., Ferrucci, G., Mongelli, F. P. (2022). Climate change and central banks: What role for monetary policy? Climate Policy, 22(6), 770-787.

Bylund, E., and Jonsson, M. (2020). How does climate change affect the long-run real interest rate. Economic Commentaries, 11, 90-108.

Campiglio, E. (2016). Beyond carbon pricing: The role of banking and monetary policy in financing the transition to a low-carbon economy. Ecological Economics, 121, 220-230.

Cipollone, P. (2022). The role of central banks for green finance. Speech Dated, 11-12, [https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/interventi-direttorio/int-dir-2022](https://www.bancaditalia.it/pubblicazioni/interventi-direttorio/int-dir-2022/Cipollone2022.03.11.pdf) /Cipollone2022.03.11.pdf (08.07.2025).

Cullen, J. (2023). Central banks and climate change: Mission impossible? Journal of Financial Regulation, 9(2), 174-209.

Dafermos, Y., Nikolaidi, M.,& Galanis, G. (2018). Climate change, financial stability and monetary policy. Ecological Economics, 152, 219-234.

Daly, H. E. (2007). Ecological economics and sustainable development: Selected essays of herman daly. Advances In Ecological Economics, Massachusetts: Edward Elgar Publishing.

Denmarks Nationalbank (2015). Climate change and the role of central banks. no: 19, <https://www.nationalbanken.dk/media/0fspdak3/analysis-no-19-climate-change-and-the-role-of-central-banks.pdf> (08.09.2025).

Dikau, S., & Volz, U. (2018). Central banking, climate change and green finance. ADBI Working Paper, Tokyo: Asian Development Bank Institute, 81-102, 867.

Doğan, S. ve Tüzer, M. (2011). Küresel iklim değişikliği ile mücadele: genel yaklaşımlar ve uluslararası çabalar. İstanbul Sosyoloji Araştırmaları Dergisi, 44(1), 157-194.

Drudi, F., Moench, E., Holthausen, C., Weber, PF, Ferrucci, G., Setzer, R., and Ouyard, JF (2021). Climate change and monetary policy in the euro area. ECB Occasional Paper Series, 271, 4-186.

Fontana, O. (2024). What role does the ecb play in addressing climate change? Research Paper, 1-21. https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/06084069-3751-44a3-ba98-fc5a65b908ba/Enflasyon_FiyatIstikrari.pdf (15.09.2025).

IPCC (2014). Climate change 2014: Synthesis report. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf (22.08.2025).

Kömürçüoğlu, E. D.,& Artan, S. (2025). İklim değişikliği ve para politikası: merkez bankalarının evrilen rolü ve yeşil dönüşüm. Makro İktisat Konuları, Yaz Yayınları, 73086-67.

McInerney, N. (2022). The macroeconomic implications of climate change for central banks. Quarterly Bulletin Articles, 104-145.

Mishkin, F. S. (1995). Symposium on the monetary transmission mechanism. Journal of Economic Perspectives, 9(4), 3-10.

NGFS (2021). Adapting central bank operations to a hotter world reviewing some option. <https://www.ngfs.net/en/adapting-central-bank-operations-hotter-world-reviewing-some-options> (16.06.2025).

Olovsson, C. (2018). Is climate change relevant for central banks? Sveriges Riksbank Economic Commentaries, 13, 1-8.

Schnabel, I. (2021). Climate change and monetary policy. Finance & Development, 58(3), 53-55.

Schoenmaker, D., Van Tilburg, R., & Wijffels, H. (2015). What role for financial supervisors in addressing systemic environmental risks? Duisenberg School of Finance Policy Paper, 50.

Stephens, J. C., & Sokol, M. (2024). Financial innovation for climate justice: Central banks and transformative creative disruption. Climate and Development, 16(9), 762- 773.

TCMB (2013). Enflasyon ve Fiyat İstikrarı.

TCMB (2021). Finansal istikrar raporu. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Mayıs 2021, 32.

Tol, R. S. (2006). The Stern review of the economics of climate change: A comment. Energy & Environment, 17(6), 977-981

Van Lerven, F., & Ryan-Collins, J. (2017). Central banks, climate change and the transition to a low carbon economy. The New Economics Foundation, 1-16.

Volz, U. (2017). On the role of central banks in enhancing green finance. Inquiry Working Paper, 17(01), 1-26.

Weidmann, J. (2021). What role should central banks play in combating climate change? Green Banking And Green Central Banking, 24, 159.

Weitzman, M. L. (2009). On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change. The Review Of Economics And Statistics, 91(1), 1-19.

Yılmaz, O., & Çakaloğlu, M. (2022). İklim değişikliğine karşı merkez bankalarının dönüşümü: Yeşil merkez bankacılık. Business Economics and Management Research Journal, 5(3), 135-156.

DIGITAL ECOLOGICAL TRANSFORMATIONS AND THEIR IMPACT ASPECTS ON THE GREENING OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Alovsat Aliyev

Doctor of economic sciences, professor, Institute of Information Technology, AZ1141, Azerbaijan Republic, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1174-8036>

Khayala Abdulhuseynova

Institute of Information Technology, AZ1141, Azerbaijan Republic, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7094-0794>

Abstract

In the contemporary era, the rapid development and widespread adoption of digital technologies have brought about profound transformations across all domains of society, including the economic and ecological systems. Digital transformation not only enhances productivity and efficiency in various aspects of societal functioning but also plays a crucial role in maintaining ecological balance. The digitalization of environmental services expands the capacity for collecting, processing, and long-term storage of environmental data. Consequently, it provides a solid foundation for more precise and timely decision-making in environmental management. In recent years, against the backdrop of global extreme events, climate change, and natural disasters, the application of digital technologies in the environmental sector has become increasingly critical. The advancement of digitalization fosters the development of the green economy and facilitates sustainable economic growth. Studies indicate that the adoption of innovative technologies in the ecological domain enhances competitiveness and generates new economic opportunities. Digital environmental processes enable closer interactions between the economy and the environment, thereby improving the effectiveness of sustainable development strategies. However, the implementation of digital ecological transformation varies significantly across countries worldwide. In developed countries, including the European Union, the United States, and others, technologies such as artificial intelligence, Big Data, and the Internet of Things are extensively utilized in environmental management. The economies of these countries are transitioning towards greener practices at an accelerated pace. Digital solutions contribute to the reduction of carbon emissions, increased energy efficiency, and improved environmental quality. Conversely, developing countries face certain challenges related to the establishment of digital infrastructure and human capital capacity. Nevertheless, the implementation of digitalization yields significant social and environmental benefits. The primary objective of this article is to provide recommendations on the formation of a digital environment in ecological and economic sectors, the promotion of transformation processes, and the application of digital solutions that support the transition to a green economy. Digital ecology represents a field of critical and strategic importance, offering substantial contributions to both sustainable economic development and environmental protection.

Keywords: Digital ecological transformation and technologies, economic impacts, artificial intelligence, digital ecology, greening of the economic environment, analysis of ecological-economic data.

RƏQƏMSAL EKOLOJİ TRANSFORMASIYALAR VƏ ONLARIN İQTİSADİ İNKİŞAFIN YAŞILLAŞDIRILMASI PROSESLƏRİNƏ TƏSİRİ ASPEKTLƏRİ

Xülasə

Müasir dövrdə rəqəmsal texnologiyaların sürətli inkişafı və onların tətbiqi cəmiyyətin bütün sahələrində, o cümlədən iqtisadiyyat və ekologiya sistemlərində köklü dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Rəqəmsal transformasiya cəmiyyətin həyat fəaliyyətinin müxtəlif aspektlərində məhsuldarlığın və effektivliyin artırılmasına şərait yaratmaqla yanaşı, ekoloji tarazlığın qorunmasına da mühüm töhfə verir. Ekoloji xidmətlərin rəqəmsallaşdırılması ətraf mühitlə bağlı məlumatların toplanması, emalı və uzunmüddətli saxlanması imkanlarını genişləndirir. Bu isə öz növbəsində, ekoloji qərarların daha dəqiq və operativ qəbul olunmasına zəmin yaradır. Son illərdə baş verən global ekstremal hadisələr, iqlim dəyişikliyi və təbii fəlakətlər fonunda rəqəmsal texnologiyaların ekoloji sahədə tətbiqi daha da aktuallaşmışdır.

Rəqəmsallaşma səviyyəsinin yüksəlməsi yaşıl iqtisadiyyatın inkişafına təkan verir və iqtisadi rifahın dayanıqlı şəkildə artmasına şərait yaradır. Araşdırmalar göstərir ki, ekoloji sahədə innovativ texnologiyaların tətbiqi rəqabət qabiliyyətinin artmasına və yeni iqtisadi imkanların yaranmasına səbəb olur. Rəqəmsal ekoloji proseslər iqtisadiyyat və ətraf mühit arasında daha sıx qarşılıqlı əlaqələrin qurulmasına şərait yaradaraq, davamlı inkişaf strategiyalarının effektivliyini artırır. Dünya ölkələri arasında rəqəmsal ekoloji transformasiyanın tətbiqi fərqli səviyyədə inkişaf edir. İnkişaf etmiş ölkələrdə, o cümlədən Avropa İttifaqı, ABŞ, və s. süni intellekt, Böyük Verilənlər və Əşyaların İnterneti kimi texnologiyalardan ekoloji idarəetmədə geniş istifadə edir. Bu ölkələrin iqtisadiyyatı daha sürətlə yaşıllaşır. Rəqəmsal həllər sayəsində karbon emissiyaları azaldılır, enerji səmərəliliyi artır və ətraf mühitin keyfiyyəti yaxşılaşır. İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə isə rəqəmsal infrastrukturun və kadr potensialının formalaşması mərhələsində müəyyən çətinliklər yaradır. Lakin rəqəmsallaşmanın tətbiqi sosial və ekoloji faydalar yaradır. Məqalədə əsas məqsəd ekoloji və iqtisadi sahələrdə rəqəmsal mühitin formalaşdırılması, transformasiya proseslərinin təşviqi və yaşıl iqtisadiyyata keçidə dəstək verən rəqəmsal həllərin tətbiqi ilə bağlı tövsiyələrin verilməsidir. Rəqəmsal ekologiya həm iqtisadiyyatın davamlı inkişafına, həm də ətraf mühitin mühafizəsinə mühüm töhfələr verən aktual və strateji əhəmiyyətə malik bir sahədir.

Açar sözlər: Rəqəmsal ekoloji transformasiya və texnologiyalar, iqtisadi təsirlər, süni intellekt, rəqəmsal ekologiya, iqtisadi mühitin yaşıllaşdırılması, ekoloji-iqtisadi verilənlərin analizi

GİRİŞ

Qlobal iqtisadi və ekoloji sistemlərdə baş verən struktur dəyişikliklər XXI əsrin əsas inkişaf meyillərindən biri olan rəqəmsal transformasiyanın nəticəsidir. Rəqəmsal texnologiyaların sürətli inkişafı və onların sosial-iqtisadi sistemlərə inteqrasiyası, iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətini artırmaqla yanaşı, ətraf mühitin mühafizəsi və təbii resurslardan səmərəli istifadənin təmin olunması baxımından da yeni imkanlar yaradır. Müasir dövrdə “rəqəmsal ekoloji transformasiya” anlayışı, iqtisadi fəaliyyətin bütün mərhələlərində ekoloji tarazlığı qoruyan və dayanıqlı inkişafı təmin edən yeni bir paradigma kimi formalaşır [1].

Rəqəmsallaşma ekoloji idarəetmə və monitoring sistemlərinin təkmilləşdirilməsinə, məlumatların daha dəqiq və şəffaf şəkildə toplanmasına, ekoloji risklərin real vaxt rejimində proqnozlaşdırılmasına imkan verir. Süni intellekt (AI), Böyük Verilənlərin Analizi (Big Data Analytics), Əşyaların İnterneti (IoT), bulud texnologiyaları (Cloud Computing) və blokçeyn kimi innovativ texnologiyalar ekoloji sistemlərin idarə edilməsində inqilabi dəyişikliklərə səbəb olmuşdur [2, 3]. Bu texnologiyalar vasitəsilə ətraf mühitin vəziyyəti barədə operativ məlumat axını təmin olunur, ekoloji qərar qəbul etmə prosesləri daha əsaslandırılmış və effektiv xarakter daşıyır.

Son illərdə ətraf mühitdə yaranan qlobal problemlər: iqlim dəyişikliyi, karbon emissiyalarının artması, enerji resurslarının məhdudluğu və ekoloji fəlakətlərin intensivləşməsi, rəqəmsal texnologiyaların ekoloji idarəetmədə tətbiqi xüsusi aktualıq kəsb edir. Rəqəmsal ekoloji transformasiya bu problemlərin elmi-nəzəri səviyyədə araşdırılmasına və praktik həll mexanizmlərinin işlənilməsinə mühüm töhfə verir. Bununla yanaşı, rəqəmsal innovasiyaların ekoloji siyasətə inteqrasiyası yaşıl iqtisadiyyatın inkişafını sürətləndirir, resurs səmərəliliyini artırır və iqtisadi fəaliyyətin ekoloji yükünü azaldır [4].

Rəqəmsallaşmanın iqtisadiyyatın yaşıllaşdırılması proseslərinə təsiri çoxşaxəli xarakter daşıyır. Bir tərəfdən, o, istehsal və xidmət sahələrində enerji və xammal sərfiyyatının azaldılmasına, sirkulyar iqtisadi modelin (circular economy) inkişafına və təmiz texnologiyaların tətbiqinə şərait yaradır. Digər tərəfdən, rəqəmsal iqtisadiyyat yeni ekoloji innovasiyaların, yaşıl startapların və “ağıllı şəhər” (smart city) layihələrinin genişlənməsi üçün şərait yaradır. Beləliklə, rəqəmsal ekoloji transformasiya yalnız texnoloji yenilənmə deyil, həm də iqtisadi artımın dayanıqlı, inklüziv və ekoloji cəhətdən tarazlı şəkildə təşkili üçün fundamental bir mexanizmdir [5].

Bununla yanaşı, rəqəmsal texnologiyaların ekoloji idarəetmədə tətbiqi həm elmi, həm də praktiki səviyyədə bir sıra çağırışlarla müşayiət olunur. Bunlara rəqəmsal infrastrukturun qeyri-bərabər inkişafı, məlumat təhlükəsizliyinin təminatı, ekoloji verilənlərin standartlaşdırılması və institusional mexanizmlərin adaptasiyası kimi problemlər daxildir. Bu səbəbdən rəqəmsal ekoloji transformasiyanın iqtisadi inkişafın yaşıllaşdırılması proseslərinə təsiri çoxölçülü və kompleks şəkildə öyrənilməlidir.

Bu məqalənin məqsədi rəqəmsal texnologiyaların ekoloji və iqtisadi sistemlərə təsirinin nəzəri əsaslarını araşdırmaq, rəqəmsal ekoloji transformasiyanın yaşıl iqtisadiyyatın formalaşmasına və davamlı inkişafın təmin edilməsinə yönəlmiş potensial imkanlarını müəyyənləşdirməkdir.

RƏQƏMSAL EKOLOJİ SİSTEMLƏRİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

İnformasiya texnologiyalarının ekolojiya sektoruna integrasiyası, rəqəmsal ekoloji transformasiya proseslərinin sürətli inkişafına təkan verir. Bu proseslərin əsasını təşkil edən rəqəmsal ekosistemlər, ekoloji məlumatların toplanması, emalı və təhlili vasitəsilə ekoloji problemlərin həllinə elmi yanaşmanı gücləndirir.

Texnoloji innovasiyaların ekoloji proseslərə transformasiyası, ekoloji xidmətlərin səmərəliliyini və keyfiyyətini yüksəltməklə yanaşı, eyni zamanda ətraf mühitin mühafizəsinə yönələn xərclərin optimallaşdırılmasına şərait yaradır. Bu sürətli transformasiya prosesi, əsasən, inkişaf etmiş ölkələrdə müşahidə olunur, burada rəqəmsal ekoloji sistemlər ekoloji məlumatların daha təhlükəsiz və şəffaf şəkildə saxlanılmasına, həmçinin effektiv idarə edilməsinə imkan verir. Bu yanaşma xidmətlərin keyfiyyətini artıraraq potensial səhvlərin minimuma endirilməsini təmin edir [6].

Hal-hazırda Süni İntellekt (Sİ) və Maşın Təlimi (MT) texnologiyalarının coğrafi miqyasının genişlənməsi, rəqəmsal ekolojiya sahəsində yeni bir mərhələnin əsasını qoymuşdur. Bu texnologiyaların ekoloji sahəyə integrasiyası, ekosistemlərin monitorinqi, təhlükəsizlik risklərinin proqnozlaşdırılması və təbii resursların səmərəli idarə edilməsi kimi proseslərdə əhəmiyyətli dərəcədə irəliləyişə səbəb olmuşdur. Sİ və MT-nin tətbiqi, ekolojiya elminin və təcrübəsinin inkişafında kritik rol oynayır (cədvəl 1).

Cədvəl 1. Rəqəmsal ekoloji sistemlərin əsas xüsusiyyətləri və tətbiqi sahələri

Xüsusiyyəti	İzahı	Tətbiq imkanları
Real-vaxt monitorinqi	Sensorlar və Əşyaların İnterneti (IoT) vasitəsilə ekoloji məlumatların davamlı olaraq toplanması və təhlilinin həyata keçirir.	Havanın təmizliyini və ya su səviyyəsini real-vaxt rejimində izləmək mümkündür.
Proqnozlaşdırma və təhlil	Süni İntellekt və Maşın Təlimi ilə Böyük Verilənlərin işlənməsi və gələcək ekoloji trendlərin modelləşdirilməsi proseslərinə nəzarət edir.	İqlim dəyişikliyi risklərini və ya təbii fəlakətləri əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq mümkün olmuşdur.
Resurs optimizasiyası	Rəqəmsal idarəetmə sistemləri sayəsində təbii resursların (enerji, su və s.) daha səmərəli istifadəsi təmin olunur.	"Ağıllı şəhər", "Ağıllı kənd" konsepsiyaları ilə enerji sərfiyyatında azalmalar mümkün olmuşdur.
Şəffaflıq və hesabatlılıq	Blokçeyn kimi texnologiyalar vasitəsilə ekoloji məlumatların şəffaf və əlçatan olması təmin olunur.	Ekoloji normativlərin icrası və davamlılıq hesabatlarına nəzarət etmək mümkündür.
Avtomatlaşdırma	Ekoloji idarəetmə proseslərinin avtomatlaşdırılması nəticəsində insan faktorundan asılılığın azaldılması halları artmışdır.	Tullantıların idarə edilməsi və ya ekoloji risk qiymətləndirilməsi proseslərinin avtomatlaşdırılması artmışdır.

Real-vaxt monitorinqi. Rəqəmsal ekoloji sistemlərin əsas xüsusiyyətlərindən biri real-vaxt monitorinq imkanlarıdır. Əşyaların İnterneti (IoT) texnologiyası ilə integrasiya olunmuş sensorlar vasitəsilə havanın və suyun keyfiyyəti, torpağın tərkibi və ya biomüxtəliflik kimi ekoloji göstəricilər haqqında məlumatlar davamlı olaraq toplanır [7]. Bu məlumatlar ekoloji problemlərə dərhal reaksiya verməyə, məsələn, çirklənmə mənbələrini vaxtında aşkarlamağa və ya təbii fəlakətlər haqqında erkən xəbərdarlıq etməyə imkan verir.

Proqnozlaşdırma və təhlil. Rəqəmsal ekolojiya sahəsində Süni İntellekt (Sİ) və Maşın Təlimi (MT) alqoritmlərinin tətbiqi proqnozlaşdırma və təhlil qabiliyyətini əhəmiyyətli dərəcədə artırır [8].

Bu texnologiyalar böyük həcmdə məlumatı (Big Data) emal edərək iqlim dəyişikliyi, ekosistemlərin gələcək vəziyyətini və ya resurs sərfiyyatını modelləşdirə bilər. Bu isə, elmi əsaslı qərarların qəbul edilməsinə və ekoloji risklərin azaldılmasına imkan yaradır.

Resurs optimizasiyası. Rəqəmsal ekoloji sistemlər resursların istifadəsini optimallaşdırır. Bu sistemlər vasitəsilə enerji, su və ya digər təbii resursların səmərəli idarə edilməsi təmin olunur. Məsələn, “ağıllı şəhər”, “ağıllı kənd” layihələrində işıqlandırma, su təchizatı və tullantıların idarə edilməsi kimi sahələrdə texnoloji transformasiyalar əsasında israfın qarşısı alınır, xərclər azaldılır və ekoloji yük yüngülləşir [9,10].

Şəffaflıq və hesabatlılıq. Blokçeyn (Blockchain) kimi texnologiyaların transformasiyası, ekoloji məlumatların şəffaflığını və hesabatlılığını artırır. Bu sistemlər məlumatların dəyişdirilməsinə yol verməyən bir mühitin yaranmasını, ekoloji proseslərin normativlərə uyğunluğun izlənilməsini, şirkətlərin davamlılıq hesabatlarının doğruluğunun yoxlanılmasını və ictimaiyyətin ekoloji proseslərdə iştirakını təmin edə bilər [11].

Avtomatlaşdırma. Rəqəmsal ekosistemlərdə avtomatlaşdırma, ekoloji idarəetmə proseslərini daha sürətli və səmərəli edir [12]. Təkrar olunan və ya yüksək dəqiqlik tələb edən tapşırıqlar (məsələn, çirklənmə mənbələrinin identifikasiyası, resurs sərfiyyatının ölçülməsi) avtomatlaşdırılmış sistemlər tərəfindən icra edilə bilər. Bu isə insan resurslarının daha mürəkkəb və strateji vəzifələrə yönəldilməsinə imkan yaradır və səhv ehtimalını minimuma endirir.

İnnovativ texnologiyaların inkişafı ekoloji sistemləri optimallaşdırır və ekoloji xidmətlərin inkişafını sürətləndirir, eyni zamanda ekologiya sahəsində bir çox faydalı perspektivlər vəd edir.

RƏQƏMSAL EKOLOJİ SAHƏYLƏ İQTİSADI İNKİŞAF ARASINDAKI QARŞILIQLI ƏLAQƏLƏRİN TƏHLİLİ

Rəqəmsallaşma ekoloji xidmətlər ilə iqtisadi inkişaf arasında mühüm və dinamik qarşılıqlı əlaqələr yaratmışdır. Rəqəmsal texnologiyaların inkişafı və coğrafi miqyasın genişlənməsi ekoloji və iqtisadi sektorların inkişafına müsbət təsirlər göstərməklə yanaşı iqtisadiyyata birbaşa və dolaylı yollarla müxtəlif təsirlər göstərir:

Rəqəmsal ekoloji xidmətlərin iqtisadi inkişafa birbaşa təsirləri (şək. 1.):

- *Yeni iş yerlərinin yaranması.* Rəqəmsal ekoloji xidmətlərin sürətli yayılması, bu sahədə ixtisaslaşan yeni şirkətlərin və startapların inkişafına təkan verir. Süni İntellektə (Sİ) əsaslanan diaqnostika alətlərinin, sensor şəbəkələrinin və digər rəqəmsal proseslərin ekologiya sektoruna tətbiqi, yüksək ixtisaslı rəqəmsal bacarıqlara malik kadrlara olan ehtiyacı artırmışdır [13].

- *Ekoloji xərclərin azaldılması.* Rəqəmsal ekoloji proseslər, fəaliyyət səmərəliliyini artıraraq, bir çox hallarda ekoloji xərcləri minimuma endirir və vaxt itkisinin qarşısını alır. Məsələn, əkinçilikdə istifadə olunan “ağıllı” sensor sistemləri su və gübrə sərfiyyatını optimallaşdırmaqla həm məhsuldarlığı artırır, həm də ətraf mühitə vurulan zərəri azaldır. Bu yanaşma, həm iqtisadi səmərəliliyi artırır, həm də ətraf mühitin mühafizəsinə şərait yaradır.

- *Effektivliyin artması.* Rəqəmsal platformalar ekoloji xidmətlərin işini asanlaşdırır, məlumatlara daha sürətli çıxışı təmin edir. Sİ bütün bu proseslərin effektivliyini artırır. [15]. Bu platformalar diaqnostika proseslərini sürətləndirir, həmçinin düzgün diaqnozların qoyulmasını təmin edir.

- *Yeni bazarların inkişafı.* Müasir dövrdə rəqəmsal texnologiyalar və platformalar ekoloji xidmətlərin global bazarlara yeni çıxış imkanlarını yaradır. Bu proseslər ucqar və əlçatmaz bölgələrdə yaşayan insanlar üçün xidmətlərin əlçatanlığını artırır və daha təmiz ekoloji mühitin yaranmasına şərait yaradır [16].

- *İnnovasiya və rəqabət.* Yeni texnoloji inkişaf ekologiya sektorunda rəqabəti artırmışdır. Rəqəmsal texnologiyaların ekologiyaya inteqrasiyası innovasiyalara, xidmətlərin keyfiyyətinin yüksəlməsinə və qiymətlərin optimallaşmasına kömək edir [6].



Şəkil 1. Rəqəmsal ekoloji iqtisadiyyata birbaşa təsirləri

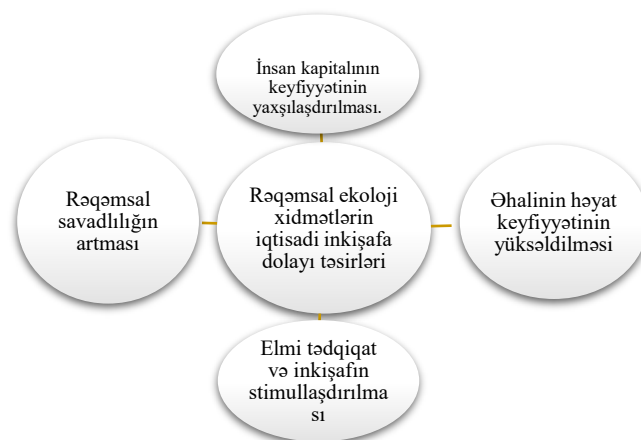
Rəqəmsal ekoloji xidmətlərin iqtisadi inkişafa dolayı təsirləri (şək. 2.):

• *İnsan kapitalının keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması.* Rəqəmsallaşma dövrü iş yerlərində yeni kadrlara tələbatı xeyli artırmaqla yanaşı insan kapitalının həlledici rolunu artırmış oldu. Rəqəmsallaşma aşağı və orta ixtisaslı işləri əvəz edir. Həmçinin rəqəmsallaşma işçilərin rəqəmsal texnologiyalardan istifadə edə bilməsi üçün yeni bilik və bacarıqlara yiyələnməsinə zərurət yaradır. Rəqəmsal ekologiyanın inkişafı ekoloji xidmətlərin keyfiyyətini və əlçatanlığını artırmış və əhalinin sağlamlıq səviyyəsinin yüksəlməsinə böyük dəstək vermişdir. Bütün bunlar insan kapitalının inkişafına böyük töhfələr verir [13,17].

• *Əhalinin həyat keyfiyyətinin yüksəldilməsi.* Əhalinin həyat keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasında rəqəmsal ekoloji xidmətlərin rolu böyükdür. Rəqəmsal ekoloji xidmətlər əhali üçün daha rahat, əlçatan və effektiv xidmətlər təklif edir. Bunlar cəmiyyətin rifahının artmasına, daha təmiz mühitin inkişafına və sosial sahədə həm sabitliyin, həm də bərabərliyin yaranmasına müsbət təsir göstərir [6].

• *Elmi tədqiqat və inkişafın stimullaşdırılması.* Rəqəmsal ekoloji sahə hazırda intensiv elmi tədqiqat və inkişaf fəaliyyətləri üçün mühüm bir platforma rolunu oynayır. Aparılan tədqiqatlar, bu sahənin daha da təkmilləşdirilməsi üçün yeni yanaşmalar və həll yolları təklif edir. Əvvəlki dövrlərdən fərqli olaraq, bu gün Böyük Verilənlər (Big Data) və Sİ kimi texnologiyalar vasitəsilə ekoloji məlumatların geniş miqyasda və sürətli təhlili, çirklənmə mənbələrinin daha tez aşkarlanmasına və ətraf mühit problemlərinin daha effektiv şəkildə həllinə imkan yaradır [16]. Sİ və MT texnologiyalarının tətbiqi nəticəsində ətraf mühitin qorunması üçün yeni strategiyalar işlənib hazırlanır və ekoloji risklərin proqnozlaşdırılması prosesi əhəmiyyətli dərəcədə təkmilləşir. Ekoloji səmərəliliyin artması iqtisadiyyat üçün yeni investisiya və inkişaf imkanları yaradır.

• *Rəqəmsal savadlılığın artması.* Rəqəmsallaşma proseslərinin sürətli inkişafı rəqəmsal ekoloji xidmətlərdən istifadə edən əhalinin rəqəmsal savadlılığının artmasını vacib edir. Bu proses əhalinin digər iqtisadi fəaliyyət sahələrində də rəqəmsal texnologiyalardan istifadə edə bilməsinə müsbət təsir göstərir [17].



Şəkil 2. Rəqəmsal ekoloji xidmətlərin iqtisadiyyata dolayı təsirləri

Rəqəmsal ekoloji xidmətlərin inkişafı iqtisadi səmərəliliyin optimallaşdırılmasında, xidmətlərin keyfiyyətinin və işçi qüvvəsinin məhsuldarlığının artmasında mühüm rol oynayır. Bu xidmətlər resursların israfını azaltmaqla və idarəetmə proseslərini optimallaşdırmaqla iqtisadiyyata əhəmiyyətli töhfələr verir.

Dünya Bankı və Birləşmiş Millətlər Təşkilatı (BMT) kimi beynəlxalq qurumların hesabatlarına əsasən, rəqəmsal ekoloji xidmətlərin tətbiqi ekoloji və iqtisadi səmərəliliyi əhəmiyyətli dərəcədə artırır. Rəqəmsal texnologiyaların ekologiyaya tətbiqi, ətraf mühit problemlərinin vaxtında aşkarlanmasına və qabaqlayıcı tədbirlərin görülməsinə imkan yaradır ki, bu da ekoloji idarəetmə proseslərinin effektivliyini və ümumi iqtisadi məhsuldarlığı yüksəldir [18].

RƏQƏMSAL EKOLOJİ XİDMƏTLƏRİN İQTİSADI İNKİŞAFA VƏ ONUN YAŞILLAŞMASINA POZİTİV TƏSİR PERSPEKTİVLƏRİ

Son illərdə rəqəmsal ekoloji transformasiyanın inkişafı, ekoloji xidmətləri yeniləyərək iqtisadiyyatda əsaslı dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Texnologiyaların ekologiya sektoruna inteqrasiyası bu sahənin inkişafı ilə yanaşı, iqtisadiyyat üçün yeni bir mərhələ açmışdır. Rəqəmsal ekoloji transformasiyalar, iqtisadi inkişafın yaşıllaşdırılması üçün həlledici bir vasitəyə çevirilmişdir. İqtisadiyyatın yaşıllaşması prosesi qlobal miqyasda geniş yayılmışdır. Bu, ətraf mühitin qorunmasını və davamlı inkişafını təşviq edən bir iqtisadi modeldir. Yaşıl iqtisadiyyatın əsas məqsədi təbii resurslardan səmərəli istifadə etmək, ekosistemləri zərərlərdən qorumaq, eyni zamanda iqtisadi artıma və sosial rifahə nail olmaqdır. Bu model həm sosial bərabərliyi, həm ekoloji, həm də iqtisadi sabitliyi dəstəkləyir. Bu, sadəcə texnoloji yeniliklərin tətbiqi deyil, eyni zamanda iqtisadiyyatın, ətraf mühitin, idarəetmə sistemlərinin köklü şəkildə dəyişikliklərini tələb edən kompleks bir prosesdir. Bu dəyişikliklər, ekoloji xidmətlərin təchizat zəncirindəki səmərəliliyi artırmaqla, həmçinin resursların idarə edilməsini optimallaşdırmaqla özünü göstərir. Sİ və Böyük Verilənlərin (Big Data) analizi ekoloji proqnozlaşdırma və idarəetmə metodlarını daha səmərəli edir, resursların daha optimal bölgüsünü həyata keçirməyə imkanlar yaradır. Sensor sistemlərindən və uzaqdan idarəetmə üsullarından geniş istifadə inkişaf etməkdə olan ölkələrdə də geniş yayılmaqdadır. Rəqəmsallaşmanın ekoloji problemləri həll etmə potensialı böyükdür, lakin bu potensialdan tam istifadə etmək üçün qlobal və milli səviyyədə koordinasiya siyasət və davamlı investisiyaların olması mütləqdir. Ekoloji layihələri planlaşdırmaq və həyata keçirtmək, rəqəmsal texnologiyalardan istifadə, ekoloji monitorinq müəssisələrində resursların daha səmərəli idarə edir.

Rəqəmsal ekoloji xidmətlər bir tərəfdən ekologiya sahəsinin rəqəmsallaşdırılması və idarəetmə mexanizmlərinin avtomatlaşdırılması ilə dayanıqlı inkişafı dəstəkləyir, digər tərəfdən isə iqtisadi strukturların yeni rəqəmsal prinsiplər əsasında yenidən qurulmasını tələb edir [19].

İnkişaf etmiş ölkələrdə rəqəmsal transformasiya ekoloji idarəetmə sistemlərinə artıq dərin şəkildə inteqrasiya olunmuşdur. Avropa İttifaqı, Yaponiya, Cənubi Koreya və ABŞ kimi ölkələrdə süni intellekt (Sİ), Böyük Verilənlər (Big Data), Əşyaların İnterneti (IoT) və bulud texnologiyalarına əsaslanan “yaşıl idarəetmə platformaları”ndan daha geniş istifadə olunur. Bu platformalar vasitəsilə atmosfer çirklənməsi, su ehtiyatlarının tükənməsi və tullantıların idarə olunması kimi problemlər real vaxtda izlənilir və avtomatlaşdırılmış qərar qəbul etmə mexanizmləri vasitəsilə idarə olunur [19,20].

Məsələn: Skandinaviya ölkələrində “Green AI” sistemləri vasitəsilə sənaye müəssisələrinin karbon emissiyalarının 2030-cu ilədək 40%-ə qədər azaldılması nəzərdə tutulur [19]. ABŞ isə süni intellekt əsaslı enerji idarəetmə sistemləri ilə illik 100 milyard kVt/s enerjiyə qənaət edilməsini nəzərdə tutur [21]. Bu göstəricilər inkişaf etmiş ölkələrdə rəqəmsal ekologiya iqtisadi səmərəliliyi artırmaqla yanaşı, ekoloji sabitliyə real töhfə verdiyini sübut edir.

Əksinə, inkişaf etməkdə olan ölkələrdə rəqəmsal ekoloji transformasiyalar daha çox ilkin mərhələdədir. Bu ölkələrdə əsas diqqət rəqəmsal infrastrukturun qurulmasına, məlumat toplama sistemlərinin yaradılmasına və kadr potensialının formalaşdırılmasına yönəlmişdir. Asiya və Afrika regionlarında aparılan tədqiqatlar göstərir ki, rəqəmsal ekoloji texnologiyaların tətbiqi resurs israfını 15–25% azaltsa da, infrastruktur çatışmazlığı, məlumat təhlükəsizliyi və texnoloji asılılıq kimi problemlərin həlli hələ də qalmaqdadır [22,23].

Rəqəmsal ekoloji transformasiyanın iqtisadi təsirləri həm inkişaf etmiş, həm də inkişaf etməkdə olan ölkələrdə fərqli şəkildə təzahür edir. İqtisadi baxımdan inkişaf etmiş ölkələrdə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi nəticəsində istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması, resurs səmərəliliyinin artırılması və əməliyyat xərclərinin azaldılması müşahidə olunur. Bunun nəticəsində, bu ölkələrdə ekoloji innovasiyaların ticarət dəyəri illik 2,3 trilyon ABŞ dollarına çatmışdır [24].

İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə isə rəqəmsallaşma əsasən enerji səmərəliliyi, tullantıların idarə olunması və kənd təsərrüfatında resurs istifadəsinin optimallaşdırılması istiqamətlərində tətbiq olunur. Bu, sosial rifah səviyyəsinin yüksəlməsinə və yeni yaşıl iş yerlərinin yaranmasına səbəb olur. Lakin rəqəmsal bərabərsizliyin dərin olması, xüsusilə kənd və ucqar bölgələrdə internetə çıxışın məhdudluğu bu prosesin sürətini xeyli azaldır [22].

Tədqiqatlar göstərir ki, inkişaf etmiş ölkələrdə rəqəmsal ekoloji innovasiyalara qoyulan hər 1 ABŞ dolları investisiya 2,8 dollar iqtisadi gəlir yaradır, inkişaf etməkdə olan ölkələrdə isə bu göstərici 1,6 dollardır [22,24]. Bu fərq əsasən texnoloji infrastrukturun səviyyəsi və idarəetmə bacarıqları ilə izah olunur.

Rəqəmsal texnologiyaların ekoloji faydaları çoxşaxəlidir: karbon emissiyalarının azaldılması, təbii resurslardan istifadənin minimuma endirilməsi, tullantı idarəçiliyinin səmərəliliyinin artırılması və ətraf mühitin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması. Eyni zamanda, rəqəmsallaşma sosial mühitdə yeni imkanlar yaradır: ekoloji məlumatlara çıxışın asanlaşdırır, ictimai monitorinq mexanizmlərinin genişləndirir və ekoloji məsuliyyətlik səviyyəsini yüksəldir [17].

Lakin rəqəmsal transformasiyanın mənfi ekoloji izləri də mövcuddur. Rəqəmsal texnologiyaların istehsalı, enerji tələbatı və elektron tullantıların idarə olunmaması bəzən ekoloji problemləri dərinləşdirə bilər. Bu səbəbdən, “yaşıl rəqəmsallaşma” yanaşması – yeni rəqəmsal proseslərin özlərinin də ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyalarla həyata keçirilməsi – beynəlxalq səviyyədə prioritet istiqamətə çevrilmişdir.

Ümumilikdə, rəqəmsal ekoloji xidmətlərin iqtisadiyyata təsiri çoxşaxəlidir. Rəqəmsal ekoloji xidmətlərdən istifadənin genişlənməsi, yeni iş yerlərinin yaranmasına və iş proseslərinin optimallaşdırılması vasitəsilə işsizlik səviyyəsinin azalmasına səbəb olur. Bu proses, həmçinin, işçi qüvvəsinin yeni rəqəmsal bacarıqlara yiyələnməsini təşviq edir, nəticədə ekoloji idarəetmə və mühafizə sahələrində səmərəlilik artır.

Rəqəmsal ekoloji xidmətlərin inkişafı prizmasından iqtisadiyyata yanaşmalar, yaşıl iqtisadiyyatın müxtəlif aspektlərdə tədqiqinə imkan vermişdir. Mütəxəssis və tədqiqatçıların əksəriyyəti bu sahəyə optimist mövqedən yanaşaraq, rəqəmsallaşmanın iqtisadiyyatın ekoloji davamlılığına müsbət təsir göstərə biləcəyini vurğulayır. Onların fikrincə, rəqəmsal ekoloji xidmətlərin inkişafı iqtisadiyyatın yaşıllaşdırılması üçün əhəmiyyətli bir prosesdir. Onlar müasir texnologiyalar vasitəsilə ekologiya sahəsində xidmətlərin optimallaşdırılmasına, ekoloji izlərin azalmasına və iqtisadiyyatın daha davamlı bir modelə keçməsinə ümid edirlər [16].

Bəzi tədqiqatçılar isə rəqəmsal yaşıllaşdırma potensialını qəbul etməklə yanaşı, daha ehtiyatlı olmağın vacibliyini vurğulayırlar. Onlar rəqəmsallaşmanın yeni ekoloji problemlər (məsələn, elektron tullantılar və ya enerji sərfiyyatı) yarada biləcəyi barədə narahatlıqlarını ifadə edirlər [25].

Digər bir tədqiqatçı qrupu isə əsasən iqtisadi perspektivə fokuslanaraq, rəqəmsal yaşıllaşdırma təşəbbüslərinin iqtisadi səmərəliliyinə üstünlük verirlər [26]. Onlara görə, xərclərə qənaət, yeni yaşıl iş yerlərinin yaranması və rəqabət üstünlüyü kimi iqtisadi faydalar ekoloji məqsədlərlə paralel şəkildə inkişaf etməlidir. Bəzi müəlliflər isə yaşıllaşdırma prosesinin bütün sosial təbəqələr üçün faydalı olmasını vurğulayırlar [27]. Onlar rəqəmsal bərabərsizliyin aradan qaldırılmasının və rəqəmsal ekoloji xidmətlərin hər kəs üçün əlçatan olmasının vacibliyini qeyd edirlər.

Göründüyü kimi, rəqəmsal ekoloji xidmətlərin inkişafı yaşıl iqtisadiyyata müxtəlif müsbət təsirlər göstərməklə yanaşı, ətraf mühit və cəmiyyət üçün strateji əhəmiyyətə malikdir. Bu sahənin inkişafı sadəcə xidmətlərin təkmilləşdirilməsi ilə məhdudlaşmır, həm də ətraf mühitin qorunmasına, təbii resursların daha səmərəli istifadəsinə və iqtisadi səmərəliliyin artmasına imkan yaradır. Rəqəmsal ekoloji xidmətlərin tətbiqi yaşıllaşdırılmış iqtisadiyyatın inkişafına mühüm təkan verir. Nəticə etibarı ilə, rəqəmsal ekoloji xidmətlərin iqtisadi səmərəliliyinin artması, bu xidmətlərin daha geniş əhali təbəqəsi üçün əlçatan olmasını təmin edir. Rəqəmsal transformasiya təbii sərvətlərin qorunmasına da öz töhfəsini verir.

YAŞIL RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYALARIN QLOBAL KONTEKSTİ VƏ MİLLİ TƏTBİQİ

Müasir dövrdə texnoloji transformasiya rəqəmsallaşma və davamlı inkişaf konsepsiyalarını birləşdirərək yaşıl rəqəmsal texnologiyaların qlobal miqyasda yayılmasını sürətləndirir. Bu proses ölkələr üzrə fərqli inkişaf səviyyələrində müşahidə olunur. Rəqəmsal ekoloji transformasiyanın səmərəliliyi yalnız texnologiyanın tətbiqi ilə deyil, həm də idarəetmə və hüquqi mexanizmlərin düzgün formalaşması ilə müəyyən olunur. İnkişaf etmiş ölkələrdə vahid ekoloji verilənlər bazalarının yaradılması, açıq məlumat siyasətinin tətbiqi və “Green Data Governance” modellərinin qurulması bu sahədə effektiv nəticələr vermişdir [28]. İnkişaf etmiş ölkələrdə, xüsusilə Avropa İttifaqı (Aİ) regionunda, “Twin Transition” yanaşması həm rəqəmsallaşma, həm də yaşıllaşma proseslərinin sinxron inkişafını təşviq edir [29]. Aİ-nin “Green Deal” strategiyası çərçivəsində Süni İntellekt (Sİ) sənaye sektorlarının rəqəmsallaşdırılması və karbon emissiyalarının sifirə endirilməsi üçün əsas alət kimi müəyyən edilmişdir [30]. Məsələn, Estoniya və Niderlandda ağıllı enerji şəbəkələri, yaşıl Əşyaların İnterneti (IoT) cihazları və bulud əsaslı idarəetmə sistemləri ekoloji səmərəliliyi artırmaq üçün geniş tətbiq edilir. Çin isə “Yaşıl İnternet+” təşəbbüsü ilə məlumat mərkəzlərinin enerji səmərəliliyini yüksəldir və Sİ ilə Böyük Verilənlər (Big Data) texnologiyalarından sənaye sektorlarını təkmilləşdirmək üçün istifadə edir [31].

Azərbaycanda rəqəmsallaşma və yaşıl enerji sahəsində son illərdə əhəmiyyətli islahatlar aparılırsa da, bu istiqamətdə müəyyən çətinliklər mövcuddur. “Rəqəmsal Azərbaycan: 2030” strategiyası çərçivəsində süni intellektin tətbiqi ilə bağlı ilkin təhlillər və konseptual sənədlər hazırlanmışdır [32]. Eyni zamanda, “e-Government” və “ASAN Xidmət” sistemlərində vətəndaş müraciətlərinin avtomatlaşdırılması üçün Sİ elementləri tətbiq olunur. Ölkənin “Azərbaycan Respublikasının 2025–2028-ci illər üçün süni intellekt Strategiyası” bu sahədə davamlı inkişaf prinsiplərini ön plana çəkir və Azərbaycanın regional innovasiya mərkəzinə çevrilmə potensialını artırır [33].

Həmçinin Azərbaycan “Rəqəmsal transformasiya sahəsində idarəetmənin təkmilləşdirilməsi haqqında” AR Prezidentinin Fərmanı, “Azərbaycan Respublikasında rəqəmsallaşma, innovasiya, yüksək texnologiyalar və rabitə sahəsində idarəetmənin təkmilləşdirilməsi ilə bağlı bəzi tədbirlər haqqında” AR Prezidentinin Fərmanı, “Azərbaycan 2030: Sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər”, “Azərbaycan Respublikasının 2022-2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası”, “Azərbaycan Respublikasında informasiya cəmiyyətinin inkişafına dair Milli Strategiya”, “Milli İqtisadiyyat perspektivi üzrə Strateji Yol Xəritəsi” kimi rəsmi sənədlərin, xüsusilə də Azərbaycan Respublikasında 2024-cü ilin “Yaşıl dünya naminə həmrəylik ili” elan edilməsi prosesləri onu sübut edir ki bu mövzunun ölkənin maraq dairəsindədir. Xüsusilə, Qarabağ bölgəsində “yaşıl enerji zonası” konsepsiyasının tətbiqi, günəş, külək və su elektrik stansiyalarının inşası ilə regional ekosistemə müsbət təsir göstərəcək. Bu layihələrdə rəqəmsal idarəetmə sistemləri və sensor əsaslı monitoring texnologiyalarından daha geniş istifadə nəzərdə tutulur.

Bununla belə, Azərbaycanda yaşıl rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi üçün zəruri olan texnoloji infrastruktur və ixtisaslı kadr potensialının məhdudluğu əsas problemlərdəndir. Eyni zamanda, bu sahədə elmi tədqiqatlar və universitet proqramları kifayət qədər inkişaf etməyib. Yaşıl rəqəmsal texnologiyaların tətbiqini təşviq edən hüquqi və maliyyə mexanizmləri (məsələn, vergi güzəştləri və ya dövlət təşviqləri) inkişaf etmiş ölkələrlə müqayisədə zəifdir.

Dünyada ətraf mühitin yaşıllaşdırılması, ekoloji balansın bərpası, yaşıl texnologiyaların işlənilməsi və tətbiqi üçün İKT sektorunun inkişaf etdirilməsi son dərəcə vacibdir.

NƏTİCƏ VƏ TÖVSIYƏLƏR

Aparılan təhlillər göstərir ki, rəqəmsal ekoloji transformasiya ekoloji və iqtisadi məqsədlərin inteqrasiyası üçün əsaslı bir vasitədir. Məqalədə vurğulandığı kimi, rəqəmsal ekoloji xidmətlər yeni “yaşıl” iş yerlərinin yaranmasına, xərclərin optimallaşdırılmasına və davamlı iqtisadi modellərin formalaşmasına töhfə verir. Bu transformasiya təkcə ətraf mühitin qorunması və resursların səmərəliliyini artırmaqla məhdudlaşmır, həm də iqtisadiyyatda yeni inkişaf yolları açır.

Bununla belə, bu prosesin genişləndirilməsi üçün müəyyən çətinliklər də mövcuddur. Mətnin əvvəlində qeyd edildiyi kimi, rəqəmsal infrastrukturun qeyri-bərabərliyi, vahid məlumat bazasının olmaması və ixtisaslı kadr çatışmazlığı kimi problemlər rəqəmsal ekosistemlərin tam potensialının reallaşmasına mane olur. Hətta Avropa kimi inkişaf etmiş regionlarda belə, “Twin Transition” və “Green Deal” strategiyalarının uğuru əsasən bu

amillərin həllindən asılıdır. Azərbaycan da “Rəqəmsal Azərbaycan: 2030” strategiyası çərçivəsində aparılan islahatlara baxmayaraq, rəqəmsal və texnoloji infrastrukturun məhdudluğu bu sahədəki inkişafı ləngidir.

Bu problemlərin həlli üçün hökumətlərin, özəl sektorun və elmi dairələrin birgə səylərinə ehtiyac var. Nəticə etibarilə, rəqəmsal ekoloji transformasiya iqtisadiyyatın yaşıllaşdırılması və ekoloji davamlılığın təmin edilməsi üçün vacib bir katalizatorudur. Bu sahədə atılacaq strateji addımlar və investisiyalar, gələcəkdə həm ətraf mühit, həm də iqtisadi inkişaf baxımından əhəmiyyətli irəliləyişlərə səbəb olacaq.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

“Azərbaycan Respublikasında Rəqəmsal İnkişaf Konsepsiyasının təsdiq edilməsi haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı, 16 yanvar 2025-ci il. <https://e-qanun.az/framework/58765>.

“Azərbaycan Respublikasının 2025–2028-ci illər üçün süni intellekt Strategiyası”nın təsdiq edilməsi haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Sərəncamı 19 mart 2025-ci il. <https://e-qanun.az/framework/59218>.

Agyeman, J., & Boateng, S. (2024). Digital environmental technologies in Africa: Opportunities and challenges. *Sustainability*, 16(3), 1824. <https://doi.org/10.3390/su16031824>

Alojail, M., & Khan, S. B. (2023). Impact of digital transformation toward sustainable development. *Sustainability*, 15(20), 14697.

Alsanie, G. (2025). Investigating the Impact of Digitalization on Resource Use, Energy Use, and Waste Reduction Towards Sustainability: Considering Environmental Awareness as a Moderator. *Sustainability*, 17(9), 4073.

Anguelovski, I., Brand, A. L., Connolly, J. J., Corbera, E., Kotsila, P., Steil, J., ... & Argüelles Ramos, L. (2020). Expanding the boundaries of justice in urban greening scholarship: toward an emancipatory, antisubordination, intersectional, and relational approach. *Annals of the American association of geographers*, 110(6), 1743-1769.

Bianchini, S., Damioli, G., & Ghisetti, C. (2023). The environmental effects of the “twin” green and digital transition in European regions. *Environmental and Resource Economics*, 84(4), 877-918.

Chen, L., Zhang, Y., & Li, J. (2024). Green Intelligence: The AI Content of Green Technologies. *Environmental Systems Research*, 33(2), 145–160.

Corazza, L., Zhang, J., Arachchilage, D. K., & Scagnelli, S. D. (2023). Blockchain and sustainability disclosure: A scenario-based application for supply chains. *Sustainability*, 15(1), 571. <https://doi.org/10.3390/su15010571>

Gao, Q., & Zhao, H. (2024). Digital Transformation and Green Innovation: Bibliometric Analysis and PRISMA Review. *Sustainability*, 16(7), 10255.

Gao, M., & Zhao, Q. (2024). The impact of artificial intelligence on green innovation efficiency: The moderating role of dynamic capabilities. *International Review of Economics & Finance*, 89, 112–128. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2024.09.004>

Gómez, R., & Park, J. (2025). AI-Driven Digital Transformation and Firm Performance in Industrial Enterprises: Mediating Role of Green Innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 211, 125854.

Guo, Q., Ren, M., Wu, S., Sun, Y., Wang, Q., Ma, Y., Song, X., & Chen, Y. (2022). Applications of artificial intelligence in the field of air pollution: A bibliometric analysis. *Frontiers in Public Health*, 10, 933665. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.933665>

Jin, J., & Zhang, S. (2025). Digital Economy–Agriculture Integration Empowers Low-Carbon Transformation of Agriculture: Theory and Empirical Evidence. *Sustainability*, 17(5), 2183. <https://doi.org/10.3390/su17052183>

Kapelyuk, S. D., & Karelin, I. N. (2023). Digital capital of the labor force in Russia: regional differentiation. *Russian Journal of Labor Economics*, 10(8), 1169-1184.

Khosla, R., & Sharma, V. (2023). Digital transformation in environmental services and its impact on workforce capabilities. *Environmental Science & Policy*, 135, 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.12.008>

Kommineni, M., & Chundru, S. (2025). Sustainable Data Governance Implementing Energy-Efficient Data Lifecycle Management in Enterprise Systems. In *Driving Business Success Through Eco-Friendly Strategies* (pp. 397-418). IGI Global Scientific Publishing.

Krishnan, S. R., Nallakaruppan, M. K., Chengoden, R., Koppu, S., Iyapparaja, M., Sadhasivam, J., & Sethuraman, S. (2022). Smart water resource management using artificial intelligence — A review. *Sustainability*, 14(20), 13384. <https://doi.org/10.3390/su142013384>

Kuzior, A., & Sira, M. (2025). Sustainable Digital Economy Transformation Through Intelligent Automation: A Multi-Environmental Framework for Strategic Decision-Making. *Sustainability*, 17(17), 7723.

Li, J., & Chen, H. (2025). Impact of artificial intelligence on corporate environmental performance: Evidence from China. *Frontiers in Environmental Economics*, 7, 1607149. <https://doi.org/10.3389/frevc.2025.1607149>

Pandey, A., et al. (2025). AI IoT-Powered Smart City Energy Management Systems: A Framework for Efficient Resource Management. *Smart Internet of Things*, 2(1), 20-27. <https://doi.org/10.48313/siot.v2i1.297>

Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554–1567.

Singh, R., & Kumar, P. (2025). Trends in sustainable use of artificial intelligence: A bibliometric approach. *Discover Sustainability*, 2(4), 123–139. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01222-9>

Wang, S., & Liu, T. (2024). How does artificial intelligence affect green development? Analysis of Chinese regions. *Sustainability*, 16(3), 1260. <https://doi.org/10.3390/su16031260>

Wang, T., & Liu, R. (2024). Synergistic Effects of Digitalization and Green Economy on Sustainable Development. *Environmental Economics and Policy Studies*, 27(1), 85–104.

World Bank. (2024). Digital technologies for environmental sustainability: Enhancing eco-efficiency and economic growth. Washington, DC: World Bank Group. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/123456789/digital-technologies-for-environmental-sustainability>

Y. Zhang & M. B. Khaskheli. (2025). The Role of Digital Technologies in Advancing Sustainable Economic Development into Intersections of Policy, Law, Environmental Economics, and a Comparative Study of China, the EU, and the USA. *Sustainability*, 17(19), 8666.

Yang, W., Chen, Q., Guo, Q., & Huang, X. (2022). Towards Sustainable Development: How Digitalization, Technological Innovation, and Green Economic Development Interact with Each Other. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12273. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912273>

Zafar, S., Miraj, G., Baloch, R., Murtaza, D., & Arshad, K. (2018). An IoT Based Real-Time Environmental Monitoring System Using Arduino and Cloud Service. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 8(4), 3238-3242. <https://doi.org/10.48084/etasr.2144>

Zhang, H., & Kumar, A. (2023). Digital transformation and environmental management in Asia: Infrastructure gaps and cybersecurity risks. *Journal of Environmental Management*, 330, 117092. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117092>

Zhang, L., Li, X., & Wang, Y. (2025). The role of artificial intelligence in ecological research: A bibliometric and text analysis. *Discover Artificial Intelligence*, 3(1), 45–67. <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00289-7>

Кранина, Е. И. (2021). Зеленая реформа Китая. In *Китай, китайская цивилизация и мир. История, современность, перспективы* (pp. 41-43).

Максимова, И., & Куриляк, В. (2024). Digitalization and decarbonization: aspects of synergy in the eu industries. *Економіка та суспільство*, (67).

PLASTICS WASTE MANAGEMENT VIA MICROWAVE PLASMA : A MULTIPURPOSE FIT WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS OF THE UNITED NATIONS , UN

Melda ÖZDİNÇ ÇARPINLIOĞLU

Prof. Dr., Gaziantep University , Engineering Faculty , Mechanical Engineering Department, Gaziantep, Türkiye

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7531-8000>

Abstract

Solid waste management is in relevance with a number of sustainable development goals SDGs of the United Nations, UN listed for and under SDG 15 of “better life on land “ as SDG 7 ,SDG 9,SDG,11,SDG 12 The primary attention herein is devoted to a current disposal problem of enormous amounts of plastics waste. Microwave MCw plasma gasification provides significant superiorities over a conventional gasification – combustion-burning. The process is simple and fast using atmospheric air under standard conditions . It has convenience with zero waste concept since a high temperature synthetic gas fuel – syngas production is possible with minimum solid ash left . Therefore it offers elimination of not only harmful agents of flue gas to atmosphere but also macro and micro scale pollution to environment. This innovative and eco-friendly gasification technology is discussed in reference to the disposal tests of micro-scaled industrial polyethylene pellets ,PP in a laboratory-sized system (MCw GASIFIER) . The generated mass of syngas between 3 -5.75 times of mass of PP , syngas between 1.2-1.5 times of used air in generation temperature of (793.5°C -1217.9 °C) with relative density,RD and Wobbe Index,WI ranges (RD= 0.97-1.2 , WI = 7.44 MJ/m³ -8 .21 MJ/m³) make it be an alternative fuel likewise natural gas. Therefore at first glance SDG 7 describing affordable and clean energy is fitted with this technology. In turn superiorities of the technology are in a conceptual matching with the other titles towards the satisfaction of SDG 15. Increasing amounts of plastics use-production together with increasing amounts of plastic pollution necessitates symbiotic solutions as innovative circular economy means which are provided by this technology. The presentation is not of technological –engineering content which are available in the research articles published previously in 2017-2019 (TÜBİTAK 115M389 between 2015-2018) instead future perspectives outlined in the recent conference proceedings of the author (2024 and 2025) are the starting step for the discussion. Therefore it is aimed to provide a path from technology to the human being-environment – society for the policy makers in the field giving highlighting information on the basics of the technology . In terms of engineering ; the following basic research topics which are related to the economic assessability of MCw plasma generation technology for / and integration of large scale available industrial applications should be tackled in near future .

Keywords: Microwave Plasma Gasification-Plastics Waste-Syngas- W to E- SDG

Özet

Katı atık yönetimi Birleşmiş Milletlerin listelenen sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin , SKA çoğu SKA 15 – “Daha iyi bir Dünya – altında ve onun için yer alan SKA 7,SKA 9,SKA ,11, ve SKA 12 ile ilgilidir. Bu sunuşta temel ilgi güncel devasa boyutlu plastik atık yönetimine yöneliktir. Mikrodalga plazma gazlaştırma geleneksel gazlaşmaya kıyasen üstünlükler taşımaktadır. İşlem standart şartlarda atmosferik hava kullanımı ile basit ve hızlı olarak gerçekleşmektedir. Sıfır atık kavramı ile uyumlu olarak yüksek sıcaklıkta sentez gazı üretimi minimum miktarda kalıntı ile meydana gelmektedir. Sadece geleneksel yanmanın ürettiği zararlı gazların atmosfere salınımı önlenmemekte aynı zamanda her seviye kirlilikten arınmış bir çevre de sunulmaktadır. Bu inovatif ve çevre dostu teknoloji mikro ölçekli endüstriyel polietilene pelletlerin,PP gazlaştırılmasının gerçekleştiği laboratuvar ölçekli MCw GASIFIER sistemi testlerine dayalı olarak anlatılmaktadır. Üretilen sentez gazı; PP kütlesinin 3 – 5.75 katı olması , üretimi için kullanılan hava kütlesinin 1.2 -1.5 kat aralığında olması ile ve 793.5°C -1217.9 °C aralığındaki yüksek sıcaklığı ve göreceli yoğunluk RD= 0.97-1.2 ve Wobbe Index , WI 7.44 MJ/m³ -8 .21 MJ/m³ değerleri ile doğal gaza alternatif bir yakıttır. Dolayısı ile ilk bakışta SKA 7 sağlanabilir ve temiz enerji kavramı ile uyumludur. Bağlantılı olarak teknolojinin üstünlükleri SKA 15 ‘ e uzanacak şekilde diğer SKA başlıkları ile uyum içindedir. Artan plastik

kullanımı-üretiminin artan miktarlarda plastik atık kirliliği ile birlikte olması simbiyotik çözümleri gerektirmekte ki bunlar döngüsel ekonomi vakaları olup bu teknoloji tarafından sağlanmaktadır. Bildiri sunuşunda Mikrodalga Plazma -Gazlaştırıcı sisteminin (MCw GASIFIER – TUBITAK 115 M389 -2015-2018) kurulumu operasyonu ve gazlaştırma işlemlerinin teknik-teknolojik alt yapı ve işlem değerlendirme detaylarından (2017- 2019 arası yazar tarafından yapılan yayın çalışmaları) ziyade somut ve pratik sonuçlar halinde güncel – gelecek perspektifi (2020-2025 arası yapılan yayın çalışmaları) temel alınarak tartışma gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle sunuş teknoloji alanından insana- çevreye – topluma uzanan bir yol izleyerek politika kuruculara ufuk açıcı bir bilgilendirme yapmayı hedeflemektedir. Mühendislik alanında yakın gelecekte çalışılmak üzere izleyen temel araştırma konuları mikrodalga plazma üretiminin –teknolojinin ekonomik ulaşılabilirliğinin sağlanması için ve büyük ölçekli endüstriyel kullanımlarının ve mevcut sistemlere entegrasyonlarının sağlanması ile ilgilidir.

Anahtar Kelimeler: Mikrodalga Plazma Gazlaştırma – Plastik Atık- Sentez Gazı- Atıktan Enerji- SKA

INTRODUCTION

An innovative and eco-friendly technology of MCw plasma gasification for solid waste disposal is discussed recently by Carpinlioglu (2024). Here this technology is considered in conceptual convenience with sustainable development goals , SDGs of the United Nations (www.un.org) given in Table 1. It can be said that the major goal for a better and sustainable life on land: SDG 15 covers all other titles. “ Better life” conceptually is in link with sustainable cities and communities (SDG 11) for which responsible consumption and production(SDG12) in correspondence with establishment of an innovative industrial infrastructure (SDG 9) which necessitates and is based upon affordable and clean energy(SDG7) in turn .Therefore affordable and clean energy seems to be the first critical step for the realization of the other titles. Solid waste management is a critical issue in this context . The discussion here is devoted to “plastics waste” due to its alarming level of pollution not in landfill zone but in aquatic and atmospheric environment causing a serious damage to humankind . Available statistical data (in 2021-2022) on the relevant portrait and future expectations (2050) are outlined. The referred data are gathered from open web based sources to estimate the global (OECD) , regional (European Union) and national (Türkiye) scales . The operational test cases of MCw GASIFIER (TÜBİTAK 115 M389) for microwave plasma gasification of sample microplastics – industrial polyethylene pellets; PP into PP syngas are analysed to evaluate the conceptual multi-purpose fit with the referred SDGs.

Table 1 List of SDG

SDG Number	Title
15	Life on land
11	Sustainable cities - Communities
12	Responsible consumption - Production
9	Industry- Innovation- Infrastructure
7	Affordable - Clean energy

MATERIALS AND METHODS

Statistical information on plastics from globe to Türkiye : The more the use the more the waste?

We have to set the differences in terms of the parameters production –use and recycling , disposal – waste and leak (two sides of pollution) to determine the extent of the fact . In terms of size of plastics macro and micro level definitions are available. Plastic pollution mostly comes from inadequate collection and disposal of macroplastics .

However the most dangerous pollution requiring a serious concern is from leakage of microplastics . Microplastics are usually synthetic polymers smaller than 5 mm in diameter originated from industrial plastic pellets, synthetic textiles, road markings and tyre wear . Plastic leak is commonly defined as microplastics entering the terrestrial or aquatic environment. Packaging or beverage cups, littered or openly dumped are macroplastics . It is apparent that reduction in plastic use –production is the simplest solution. Thus recycling with somehow repeated use of plastic waste is the simplest management mean . However as was noticed by OECD (2022) with the phrasal expression “*The world is producing twice as much plastic waste as two decades ago. Bulk of it ending up in landfill ,incinerated ,leaking to environment . The shares of successful re-cycling and mismanagement are cited as 9% and 22% .* “.We still have a serious management issue . Table 2 describes the collection of the statistical data. (www.oecd.org, www.europarl.europa.eu, <https://webdosya.csb.gov.tr>) In 2022 plastic waste generated annually per person is maximum in United States ,(221 kg) followed by the less amounts in European and OECD countries(114 kg) and minimum in Japan and Korea(69 kg) . It seems that Japan and Korea should have developed an early and efficient tackling of plastic waste problem. In EU countries the total plastic packaging waste generated in 2022 was about 16.16 million tonnes corresponding to waste per person of 36.1 kg . An approximately 8 kg increase between 2012 and 2022 is cited. In Türkiye according to the Bulletin of Waste Statistics by Republic of Türkiye Ministry of Environment Urbanization and Climate Change , (2023) a total 105103 number of waste management factories declared a total waste amount of 32.666.974* tons (disregarding the materials resulted in mine operations including physical and chemical process waste and mixed manner of municipalities solid wastes) . The statistical information regarding plastics can be derived from the packaging waste category . The amounts of paper-cardboard : 452160 ton wooden : 251658 ton and plastics : 187479 ton are the first three over the others (metallic: 16250 ton ,composites: 8643 ton and glass: 20.96 ton).

Table 2 Plastics? Use –Production – Waste-Leak : A Statistical Portrait (Bold written data are the estimations of the present study)

Location	Description	Amount	Year
European and OECD Countries	Plastic waste /person	114 kg	2022
Japan and Korea	Plastic waste total	69 kg	
USA	Recycled total	221 kg	
European Union	Plastic waste packaging category total	16.16 million tonnes	2021
Türkiye		6.58 million tonnes	
		187479 tonnes	
Globe	Plastic use –production estimated	456 million tonnes	2022
South-East Asian Countries and China –Japan- Korea	Annual per capita use	152 million tonnes	
South-East Asian Countries and China –Japan- Korea	Leaked plastic	32 kg -100 kg	
South-East Asian Countries and Japan- Korea		3.5 million tonnes	
China		4.9 million tonnes	
Globe –estimated *		25.2 million tonnes*	
Globe	Recycling rate%	10	(2021)
ASEAN + 3		12	
European Union		40	
Türkiye		54	

The statistical information on plastic use-production can be cited here. In a current report of OECD (2025) plastics use in the region of 10 Southeast and East Asia countries(ASEAN members) with plus 3 (China, Japan and Korea) is given by 152 million tonnes in 2022. This region accounts for almost one-third of global plastics use with a great range of annual per capita use from 32 kg to over 100 kg in lower middle-income to upper middle and high- income countries respectively. Therefore global plastics use can be estimated as 456 million tonnes. In 2022, this region leaked 8.4 million tonnes of plastics into the environment, (3.5 million tonnes from ASEAN members and 4.9 million tonnes from China by itself) . Therefore 25.2 million tonnes global leak can be estimated . Due to the drastical amounts of use- production in turn generation of waste and leak caused circular economy solution models devised and applied in ASEAN+3 region for tackling plastic pollution. Therefore the average recycling rate in this region (12%) is greater than the cited global average (10%). In EU approximately 6.58 million tonnes, or 40.7% of plastic production is recycled in 2022. In the covered period of 17 years between 2005 and 2022 plastic production has an increase of 28 % while recycling has an abrupt increase of 107%. Therefore yearly plastic recycling over the production varied from 25% to 40% . As is noted in a current reference by Yakışık(2023) plastics waste management in Türkiye under the light of Türkiye's -5 year development plans has certain administrative difficulties. An efficient political solution is suggested to be under the major responsibility of the regional local municipalities in cooperation with state offices by also applying controlled incentives . As a recent fact the use of plastic packaging are reduced after the installement of packaging costs which are cost- free before . Furthermore in Türkiye it is cited that re-cycling amount through waste processing factories is of 54% , 43% is of sterilization processing and waste storage –burning . Almost .2% is of stock and 1% is of imported.

Microwave plasma gasification process basics: A summary on operational tests of MCw GASIFIER with PP gasification – Conversion of PP into PPsyngas

MCw GASIFIER is a laboratory-sized plant designed constructed and operated for waste to energy conversion directed by project advisor of Carpinlioglu (2018) under the grant number 115 M389 of TÜBİTAK. The details are available in project report and research articles published previously. Here only a brief description is given . Industrial polyethylene pellets , PP as solid granulated particles of an amount of 250 gram were gasified and a syngas which is gasified PP +atmospheric air was produced. In the system 2450 MHz MCw plasma generation is applied. MCw plasma carrier is standard atmospheric air at 101 kPa and 25 °C .. The process is by using different amounts of air under varying plasma input power between 3 k W and 6 k W. The gasification process duration is measured. The temperature of syngas , volumetric content of syngas , amount of ash left the process were measured . In order to determine the energy level of syngas its relative density RD (Density of Syngas / Density of Air) and higher heating value HHV and Wobbe Index WI (HHV/ RD ^{0.5})were determined by chromatographic analysis conducted at MAM-TÜBİTAK Laboratory at 101 kPa and 20 °C. As detailed by Carpinlioglu(2024) proximate analysis data can be referred for a conventional burning process. In the proximate analysis 1 g sample is used by which a cumulative addition of described individual processes under controlled furnace conditions in an approximately 97 min .

RESULTS AND DISCUSSION

Thermal plasma generation is by microwave excitation- which is innovative due to simplicity. Atmospheric air under standard conditions is used as plasma carrier , process is under atmospheric conditions , amount of ash is minute-eco friendly , generated syngas-zero waste is considered as an alternative gaseous fuel whose WI in MJ /m³ is referred . Generated syngas amount is 3-5.75 multiples of PP with syngas amount is 1.2 -1.5 of used air. Table 3 outlines the MCw plasma advantages through a comparison with conventional burning with the conceptual fit of various titles of SDG. Here we can evaluate PPsyngas with well known gaseous fuels of natural gas and hydrogen . The comparison can be done in terms of WI on common base . Hydrogen has WI of 48.23 MJ/m³ . Natural Gas has a range of WI between 39 MJ/m³ -45 MJ/m³ while PP syngas has a value in the order of 8 MJ/m³ , Although it has WI approximately %20 of natural gas it is still serving as a fuel with the reached high temperatures reaching over 700 ° C. The natural

gas and Hydrogen has RD=0.6 and RD= 0.07 while PP syngas has a rather higher value of RD= 0.97-1.2 since it is mixed with air itself as plasma carrier during the process . Since RD of PP syngas is approximately doubles the natural gas and due to the definition of WI it seems that PP syngas seems to be compatible with natural gas. The basic advantage is to convert plastic waste completely into syngas since the amount of ash left the process is much more minimum(1.6 g to 6.13 g) than conventional ash of 13.6 g.

Table 3 MCw Plasma Advantages over Conventional Burning as a Multi-Purpose Fit of SDG

Concept /Parameter	MCw Plasma *	Conventional Burning **	High Technology-Innovative	Eco-friendly-Safe+Economic + Zero Waste
Process	Simple	Complicated	* SDG 9-12	* SDG 7-9-11-12-15
Duration ,s per mass g	520 s- 660 s per 250 g	97 min per 1 g	* SDG 7-9-11-12	
Input	Atmospheric air 101 kPa 25 °C + MCw Plasma Power (3 - 6 k W)	110 °C for 60 min + 925 °C for 7 min + 700 °C for 30 min	* SDG 7-9-11-12	
Control parameter	Atmospheric air rate	Thermal Heat Load in Furnace	* SDG 7-9-11-12	
Ash left g per mass g	1.16- 6.13 g per 250 g	13.6 g per 250 g **estimated	* SDG 15	
Generated Gas Amount : 750 g- 1437.5 g Used Air Amount : 625- 958.3 g	SYNGAS FUEL T= 793.5 -1217° C RD= 0.97-1.2*** WI = 7.44- 8.21 MJ/m ³ ***	FLUE GAS EMITTED AS A HARMFUL POLLUTION TO LIFE ON LAND		* SDG 7-12-15

* MCw GASIFIER operational tests **Proximate analysis *** Chromatography Data at 101 kPa 20 ° C

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In 2050 for ASEAN region it is expected that plastics use is reaching to 280 million tonnes with an estimated plastic leakage of 14.1 million tonnes per year. The global estimations may be given as 840 million tonnes use 43.2 million tonnes leak. Therefore leak /use seems to decrease from 5.52% to 5.03% from now towards 2050 . As a current political affair of Türkiye which has reflections in the 12th development plan of Türkiye a future goal on waste management can be described by 2053's target of "zero waste" declaration . In the last years a considerable success has been achieved. As is seen from the report in terms of zero waste regain amounts are cited as 30.1% , 35% and 42.5% in years 2022,2023 and 2028 . The populational rates of waste management in municipalities are given as 89%,90% and 100% in 2022,2023 and 2028 correspondingly. As can be seen from sample studies of Qian, Q.& Ren, J.(2024) Galaly, A.R.,& Oost, G.V.,& Dawood, N. (2024) microwave plasma use in plastics waste management seems to be taking interest of the research community now and in future.

Eventually microwave plasma gasification for plastic waste management is an economical -ecological -ecofriendly solution with a multi purpose fit with SDG 's reducing and eliminating investments in waste storage- collection and recycling infrastructure with a safe environment and with an alternative gaseous fuel-syngas . In future we are using more plastics and therefore we are producing more waste as a source of syngas. However still we have serious problems . Policy makers should make necessary regulations for the installement of industrial large- scaled MCw plasma systems operated in association with available

energy and power cycles . Besides researchers should make the MCw plasma generation technology economically reachable for large scales . Then a symbiotic pattern and a circular economy case itself should be served with a multipurpose fit of SDG's concerned .Increasing use of plastics is with the increasing amount of raw material for syngas production with almost no ash left as a pollution . We are thus eliminating landfill pollution of plastics , leak to environment , the need of recycling , the damages of conventional burning process which are all causing economic and ecofriendly earnings .

ACKNOWLEDGEMENTS

The author expresses her sincere gratitude to the organization committee of International Congress of Recycling Economy & Sustainability Policy- III which is dedicated to the Year of Constitution and Sovereignty of Azerbaijan. The current discussion and analysis is based upon the research project of TÜBİTAK granted by the code number 115M389 . The author thanks Dr. A. Şanlısoy who was the scholar of the cited project during 2015–2018. The attendance of the author is financed by Gaziantep University research fund granted by the code number BNG 25-01 .

REFERENCES

- Carpinlioglu, M.O.(2025) Assessment of MCw Plasma Gasification via Instantaneous Response of Thermochemical Decomposition versus Post Processed Syngas Chromatography 15th International Conference on Computational Heat & Mass Transfer 19-22 May Antalya Türkiye Springer in press
- Carpinlioglu, M.O.(2024) Microwave plasma: An innovative eco friendly technology for gasification of solid waste . Proceedings of 4th Euro-Mediterranean Conference for Environmental Integration EMCEI-4 Tunisia 2022, 113-119 ISBN 978-3-031-51903-1 Springer.
- Carpinlioglu, M.O.(2018) 115 M389 TÜBİTAK Project Report Design construction and performance assessment of a test plant(Microwave Gasifier) “MCw Gasifier” using plasma gasification for solid waste-energy conversion in laboratory scale – An experimental case for knowhow on plasma technology 29.11. 2018
- Galaly, A.R.,& Oost, G.V.,&Dawood, N. (2024). Sustainable plasma gasification treatment of plastic waste: Evaluating Environmental, Economic, and Strategic. ACS Omega 9(19), 21174-21186.
- On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028) Twelfth development plan (2024-2028) Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf accession date 04.09.2025
- Qian, Q.& Ren, J.(2024) From plastic waste to potential wealth: Upcycling technologies, process synthesis, assessment and optimization. Science of the Total Environment 907, 167897
- Republic of Türkiye Ministry of Environment Urbanization and Climate Change Bulletin of Waste Statistics T.C. Çevre , Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Atık İstatistikleri Bülteni (2021) Sayı 12 <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2021-yili-atik--stat-st-k-bulten--20231225152938.pdf> 25.12.2023 accession date 04.09.2025
- Yakışık , H. (2023) Plastic waste and sustainability: Plastic waste management in Turkey. Giresun University Journal of Economics and Administrative Sciences 2023, 9(2): 36-55 DOI: 10.46849/guiibd.1403473
- www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2025/07/plastic-leakage-could-fall-by-more-than-95-per-cent-in-southeast-and-east-asia-by-2050-with-stronger-policies.html. accession date 01.09.2025
- www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20181212STO21610/plastic-waste-and-recycling-in-the-eu-facts-and-figures accession date 02.09.2025
- www.un.org accession date 23.09.2025

**GRANTING THE STATUS OF THE STATE LANGUAGE TO THE AZERBAIJANI LANGUAGE,
WHICH BELONGS TO THE TURKIC LINEAGE, IN THE 1995 DRAFT CONSTITUTION**

Dr. Elvan CAFAROV

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetin, Elmi Tədqiqat Mərkəzinin böyük elmi işçisi.

Abstract

After the collapse of the Soviet Union, along with preserving and strengthening independence in Azerbaijan, the main task in language policy was to eliminate the language problems left over from the USSR in a short time. In December 1992, the APR-Musavat government, while “discussing” the Law “On the State Language”, mistakenly decided that the state language of Azerbaijan would be “Turkish”. They quickly began to print all the mother tongue textbooks under the name “Turkish”. However, after our national leader Heydar Aliyev came to power, a commission consisting of 33 people was established in 1995 under his chairmanship, and while preparing the Basic Law of the Republic of Azerbaijan, the commission included Article 21 in the Law regarding the state language of the Azerbaijani language. This draft law was adopted by a nationwide vote on November 12, 1995 and came into force on November 27, 1995. Thus, the concept of "Azerbaijani language", which has already begun to be widely recognized in the world, can restore its legal rights.

Keywords: Azerbaijani language, Turkic languages, draft constitution, state language.

**1995-Cİ İL KONSTITUSİYA LAYİHƏSİNDƏ TÜRK SOYUNA MƏNSUB OLAN AZƏRBAYCAN
DİLİNƏ DÖVLƏT DİLİ STATUSUNUN VERİLMƏSİ**

Xülasə

Sovetlər İttifaqı dağıldıqdan sonra Azərbaycanda müstəqilliyin qorunub saxlanması və möhkəmləndirilməsi ilə bərabər dil siyasətindəki əsas vəzifə də SSRİ-dən qalan dil problemlərinin qısa müddətdə aradan qaldırılması olur. 1992-ci ilin dekabr ayında AXC-Musavat hökuməti “Dövlət dili haqqında” Qanunu “müzakirə” edərək səhvən Azərbaycan dövlət dilinin “Türk dili” olması barədə qərar qəbul edir. Sürətli şəkildə bütün ana dili dərs kitablarının adını “Türk dili” adlandıraraq çap etməyə başlayırlar. Lakin, Ümummilli liderimiz Heydər Əliyev hakimiyyətə gəldikdən sonra onun sədrliyi ilə 1995-ci ildə 33 nəfərdən ibarət komissiya yaradılır və komissiya Azərbaycan Respublikasının Əsas Qanununu hazırlayarkən Qanuna Azərbaycan dilinin dövlət dili olması ilə bağlı 21-ci maddəni də daxil edir. Bu Qanun layihəsi 1995-ci il noyabrın 12-də ümumxalq səsverməsi yolu ilə qəbul olunur və 27 noyabr 1995-ci il tarixində qüvvəyə minir. Bununla da, dünyada artıq geniş şəkildə tanınmağa başlayan “Azərbaycan dili” anlayışı öz qanuni hüquqlarını bərpa edə bilər.

Açar sözlər: Azərbaycan dili, türk dilləri, konstitusiya layihəsi, dövlət dili.

Qeyd edək ki, hazırda dünyada 50 milyona yaxın Azərbaycan türkü vardır. Respublikamızda isə Azərbaycan türkləri ilə yanaşı xeyli etnik qruplar: avarlar, ləzgilər, rutullar, saxurlar, xınalıqlar, buduqlar, udinlər, qızırlar, talışlar, tatlar, kürdlər, ruslar, gürcülər, ukrainlər, belaruslar və digər azsaylı xalqlar yaşayır. Respublikamızda bir neçə etnoqrafik qruplar da vardır ki, onların dilləri Azərbaycan türkcəsidir. Bunlar padarlar, ayrımlar, şahsevənlər və sairədir. Tat, talış və kürdlərin dilləri – Avropa dil ailəsinin İran qoluna aiddir. Qafqazdilli xalqlar isə ləzgilər, avarlar, saxurlar, udinlər, buduqlar, qızırlar, xınalıqlar, yengiloylardır ki, bunlar da başlıca olaraq Azərbaycanın şimal-şərq və şimal-qərb rayonlarında məskunlaşmışlar.

Respublikamızdakı etnolinqvistik prosələrin inkişafını müəyyənləşdirən əsas amillərdən biri də ilk olaraq ölkənin Rusiya İmperiyası tərəfindən işğalı göstərmək olar. Bolşevizmin işğalçılıq siyasətinin ideoloji əsasını ruslaşdırma istiqaməti təşkil edirdi. Rusiya imperiyasının dövlət orqanları sərt dövlət dili siyasətini həyata keçirirdilər.

Bu siyasətin ən əsas istiqamətləri bir tərəfdən rus dilinin dövlət dili kimi zorla rus olmayan xalqlara qəbul etdirilməsi, digər tərəfdən də bu xalqların öz ana dillərinin inkişafında qarşılaşacaqları müxtəlif süni əngəllərin yaradılmasından ibarət idi. Xristian dövlətləri olan Gürcüstan və Ermənistanla müqayisədə ruslaşdırma Azərbaycanda, ümumiyyətlə Sovetlər birliyinin tərkibinə olan digər türkdilli xalqlar arasında çox kobud və amansızlıqla həyata keçirilirdi. Yəni, rusların gürcülər və ermənilərə nisbətən bütün türkdilli xalqlara münasibəti daha kəskin və qəddar idi. Sonralar da Sovet Rusiyasının bütün səylərinə baxmayaraq, Azərbaycan dilinin əsas inkişafının qarşısı alına bilmir. 1978-ci ilin 21 aprelində Azərbaycan SSR-də Ali sovetin IX çağırışında Azərbaycanın əsas qanun layihəsində Azərbaycan dili də mərhum prezidentimiz Heydər Əliyevin qəti iradəsi nəticəsində qanuna salınır və Azərbaycan dili dövlət dili elan edilir.

Bu konstitusiya layihəsində Türkdilli xalqlara və türk soyuna mənsub olan Azərbaycan dilinə dövlət dili statusunun verilməsi Ümummilli liderimiz Heydər Əliyevin öz xalqı qarşısındakı tarixi xidmətlərinin davamı olmuşdur. Bununla da böyük Türk oğlu Türkün türkçülüyümüzü qürurla, vüqarla davam etdirməsinə və gələcəkdə yaranacaq müstəqil dövlətimizin milli atributlarından birinin məharətlə qorunub saxlanmasına səbəb olmuşdur.

Sovetlər İttifaqı dağıldıqdan sonra Azərbaycanda müstəqilliyin qorunub saxlanılması və möhkəmləndirilməsi ilə bərabər dil siyasətindəki əsas vəzifə də SSRİ-dən qalan dil problemlərinin qısa müddətdə aradan qaldırılması olur. 1992-ci ilin dekabr ayında AXC-Müsavat hökuməti “Dövlət dili haqqında” Qanunu “müzakirə” edərək səhvən Azərbaycan dövlət dilinin “Türk dili” olması barədə qərar qəbul edir. Sürətli şəkildə bütün ana dili dərs kitablarının adını “Türk dili” adlandıraraq çap etməyə başlayırlar. Lakin, Ümummilli liderimiz Heydər Əliyev hakimiyyətə gəldikdən sonra onun sədrliyi ilə 1995-ci ildə 33 nəfərdən ibarət komissiya yaradılır və komissiya Azərbaycan Respublikasının Əsas Qanununu hazırlayarkən Qanuna Azərbaycan dilinin dövlət dili olması ilə bağlı 21-ci maddəni də daxil edir. Bu barədə Mərhum Prezidentimiz Heydər Əliyev 31 oktyabr 1995-ci ildə Azərbaycan Respublikasının Əsas Qanunu haqqında yaradılan Komissiyasının iclasında söyləyir: “...*Bu maddə Moskvada çox böyük etiraza səbəb oldu. Belə izah edirdilər ki, başqa respublikalarda bu yoxdur, buna ehtiyac yoxdur... Ancaq o vaxt mən Sovetlər İttifaqının rəhbərliyi ilə, Kommunist Partiyasının rəhbərliyi ilə çox gərgin danışıqlar apardım. Sübut etməyə çalışdım ki, biz dövlət dilinin Azərbaycan dili olduğunu da öz Konstitusiyamıza yazmalıyıq və yazacağıq*” [1]

Bu Qanun layihəsi 1995-ci il noyabrın 12-də ümumxalq səsverməsi yolu ilə qəbul olunur və 27 noyabr 1995-ci il tarixində qüvvəyə minir. Bununla da, dünyada artıq geniş şəkildə tanınmağa başlayan “Azərbaycan dili” anlayışı öz qanuni hüquqlarını bərpa edə bilir.

Dilimizə hər zaman xüsusi qayğıkeşliklə yanaşan, dilimizin ustad bilicisi Ümummilli Liderimiz Heydər Əliyev dövlət dilinin yeni inkişaf dönməsində yaranmış vəziyyəti nəzərə alaraq bununla bağlı bir neçə əmr və fərmanlar da imzalayır. Mərhum prezident, Ümummilli Lider Heydər Əliyev qeyd edirdi ki, “*Dilimiz çox zəngin və ahəngdar dildir, dərin tarixi köklərə malikdir. Şəxsən mən öz ana dilimi çox sevir və bu dildə danışmağımla fəxr edirəm*” [2, s.7] Bütün bu fikirlərin, Heydər Əliyevin bütün siyasətinin, o cümlədən də dil siyasətinin davamçısı, ana dilimizə qayğının bariz nümunəsi olan İlham Əliyev cənabları da dil siyasətini yüksək səviyyədə həyata keçirməkdədir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Юсифов, Ю. К этногенезу азербайджанцев, Фольклор, литература и история Востока. / Ю.Юсифов. (Материалы III Всесоюзной Тюркологической конференции) – Ташкент: – 1984.
2. Əliyeva, J. Xalq qəzeti. 8 may – 2010.- s.7.
3. Elektron resurs: <https://e-qanun.az/framework/897>

ADAPTIVE CIRCULAR GOVERNANCE: INTEGRATING RECYCLING INNOVATION INTO GLOBAL

Prof. Dr. Zbigniew Grzymala

SGH- Warsaw School of Economics, Warsaw, Poland, ORCID NO: 0000-0001-8861-8486

Dr. Agnieszka Wójcik-Czerniawska

SGH- Warsaw School of Economics, Warsaw, Poland, ORCID NO: 0000-0002-9612-1952

Abstract

Recycling, once considered a technical afterthought in the linear industrial economy, has emerged as one of the most contested and transformative arenas of twenty-first-century sustainability policy. For decades, waste management systems were organized primarily around the imperative of disposal, with recycling positioned as an auxiliary process intended to mitigate the most visible symptoms of overconsumption. Bins, trucks, and sorting plants were designed as corrective infrastructures rather than proactive drivers of systemic change. Yet the contemporary climate emergency, the accelerated extraction of virgin resources, and the destabilizing impacts of transboundary waste trade demand a fundamental reconceptualization. Recycling must no longer be seen as an endpoint in the chain of consumption but as a pivotal governance tool capable of steering design, production, consumption, and end-of-life strategies toward circularity. This extended abstract develops the concept of Adaptive Circular Governance, a framework that redefines recycling as a dynamic and continuously learning mechanism that integrates technological innovation, inclusive participation, and justice into global sustainability policy. At its core, Adaptive Circular Governance is motivated by the recognition that both environmental degradation and social inequity are reproduced when recycling is understood in narrow, technical terms. Static targets for diversion rates or landfill reduction do not account for inequities in who performs recycling labor, who bears toxic risks, and who benefits from value recovery. Likewise, technological innovation in sorting or chemical processing cannot deliver sustainability if governance architectures remain rigid, fragmented, or exclusionary. By embedding flexibility, inclusivity, accountability, and resilience into recycling governance, the Adaptive Circular Governance framework seeks to transform recycling into a central driver of socio-technical transitions rather than a peripheral afterthought. The starting point for this analysis is the persistent gap between policy ambitions and implementation realities across diverse regions. In the European Union, circular economy action plans, eco-design directives, and extended producer responsibility schemes have generated ambitious recycling targets.

Keywords: Circular Economy, Recycling Innovation, Sustainability Policy, Adaptive Governance, Extended Producer Responsibility, Resource Justice

INTRODUCTION

Adaptive Circular Governance (ACG) is a proposal for the economy, both in rural and urban areas, to optimize the principles of sustainable development, including waste management. Economic policy should strive to develop areas of a given country in this regard, in accordance with social, cultural, environmental, and economic conditions. Within adaptive circular governance, municipal and industrial waste management is at the forefront. The structure of waste fractions differs in rural areas compared to urban areas, therefore, waste management and utilization policies may differ in these areas. ACG also includes the development of collection logistics principles to optimize the costs of this process, including both transportation costs and waste management costs, depending on the type, fraction, and area of generation. At the same time, this optimization should include pursuing a range of benefits related to the concept of a circular economy (CE), starting with the possibility of reusing some waste, recycling it where possible, and then aligning it with the circular economy pyramid (waste management hierarchy). The proposed ACG concept also concerns the development and practical implementation of energy independence in settlements based on the use of various types of waste in various installations. The ACG model depends on the type of settlement and its energy-generating capacity. "The energy sector of the future is not only about new technologies, but above all, about people.

Energy transformation is not just about infrastructure modernization – it is a social process whose success depends on the active participation of citizens. A key role is played by energy communities – local groups of residents, local governments, and businesses that jointly produce, consume, store, and manage energy. These could also include energy cooperatives or energy clusters. These could become a driving force for the decentralization and decarbonization of the system." [Antidote to blackouts, or why do we need energy communities? Is it profitable?]

The aim of this article is to present variants of adaptive circular governance for the economy, divided into agricultural and urban areas, so as to ultimately strive to optimize waste management in the context of costs and broadly understood benefits, including the use of waste as an energy resource. The ACG concept also takes into account important climate goals related to combating climate change and balancing greenhouse gas emissions, including CO₂ emissions. This is important because the combustion process for generating electricity and heat inevitably produces CO₂ emissions.

The method used in this article is a literature review related to waste management concepts and their optimization. Additionally, examples from various countries, including Poland, demonstrating the development of the ACG model based on local conditions are provided.

LITERATURE REVIEW

Adaptive circular governance encompasses a multifaceted sustainable development policy addressing residents, local governments, and businesses. It implements the Green Deal's components in terms of the waste hierarchy. From the perspective of striving to build and sustain energy-efficient economic models, ACG can be further divided into three components:

- Waste management in agricultural areas, including the use of waste as a resource for energy production. This approach, in addition to agricultural waste/raw materials, also encompasses a policy of utilizing available renewable energy sources (RE) such as wind and solar energy. Furthermore, agricultural land can be used to offset greenhouse gas emissions through appropriate planting, including forest planting.
- Waste management in urban areas, including the pursuit of energy independence for urban settlements, utilizing municipal and industrial waste (raw materials) generated in cities, as well as renewable energy sources such as wind and solar energy.
- Cultural changes in the understanding of waste management and the circular economy.

The presented approach differs somewhat from the accepted waste hierarchy. This hierarchy includes the following sequential actions [what is a circular economy]:

- Prevention: actions aimed at avoiding waste generation through, among other things, eco-designing products so that they are not disposable and are also durable, easy to repair, or recycle.
- Avoidance: actions aimed at reducing the amount of products and materials consumed in production and consumption processes.
- Reuse: Using products or their parts repeatedly for the same or a different function, without having to recycle them into raw materials.
- Repair: the action of restoring the functionality of damaged products.
- Refurbishment: the process of restoring used products to their "new" condition.
- Refurbishing: the reuse of parts from other products.
- Recycling: processing waste into secondary raw materials that can then be used to produce new products.
- Recovery: obtaining energy or other valuable materials from waste when other methods are impossible.
- Disposal: safe waste storage.

The ACG concept also adheres to the above waste management hierarchy, but the authors assumed that modern civilization, at its current stage of economic development, only applies the "Prevention" principle to a limited extent. It also actively utilizes the "Avoidance" principle only to a limited extent.

Due to the varying economic strategies of companies striving to maximize sales of new products, the broader application of the "Reuse," "Repair," "Refurbishment," or "Refurbishing" principles in practice is questionable. "Recycling" may have greater economic application if companies implement the "your waste is my raw material" principle in their business models. The principle of "Recovery" is at the forefront of practical implementation of the waste hierarchy, in connection with the desire to build models of energy independence for settlements. This principle involves the use of various types of waste, both biological in origin (renewable raw materials) and those generated through the processing of non-renewable resources.

From the perspective of these first two components, namely waste management in agricultural areas and waste management in urban areas, in the context of the possibility of generating electricity and heat in a sustainable manner, the most useful energy sources are the combustion of solid waste (biomass obtained from local suppliers and other waste generated, e.g., from plastics), biogas obtained from kitchen waste, or sewage treatment plants. Technologies for converting plastic waste into fuel for powering electricity-producing devices also exist and are being popularized. Other natural resources, such as wind, water, and solar energy, are also useful within the energy mix achieved within the ACG concept, including photovoltaics, windmills, and local jazz. The initiator of such activities should be the local government and its subordinate waste management organizations or other economic entities that can take over the organizational initiative.

ADAPTIVE CIRCULAR GOVERNANCE IN AGRICULTURAL AREAS

Regarding the agricultural waste management component from the perspective of maintaining greenhouse gas emissions, the Danish government is proposing an interesting policy. Among other measures, it has decided to tax livestock as one of the policy instruments. "With the so-called green tripartite agreement between the Danish government and leading industry, agriculture and environmental groups, Denmark becomes the first country in the world to tax livestock emissions. The tax entails a fee of DKK300 (EUR 40.21) per tonne of CO₂e on livestock emissions from 2030, rising to DKK750 in 2035, though with a 60% floor deduction. The effective tax will thus amount to DKK 120 per tonne CO₂e in 2030 increasing to DKK 300 per tonne of CO₂e in 2035. In addition, just over DKK 30 billion (EUR 4 billion) will be set aside for the conversion of 140,000 ha carbon-rich lowland soils including fringe areas and 250,000 ha of new forest. In addition, a subsidy scheme of just over DKK 10 billion (EUR 1.34 billion) is being set up for the production of biochar through pyrolysis. As part of the larger transformation of Denmark's agricultural and food industry, the parties also agreed on the need to speed up the development and maturation of new climate technologies and initiatives, and that the reduction effects of these must be documented as soon as possible so they can be counted in the national emissions inventory. Overall, the efforts as part of the agreement are estimated to reduce Danish emissions by 1.8 million tonnes of CO₂e in 2030, thus closing the shortfall concerning the national 2030 climate target of reducing emissions by 70%" [Denmark announces historic tripartite agreement to cut agricultural carbon emissions and restore nature].

The agreement will create major changes in the Danish agrifood industry and the landscape in the coming years. The vision is for Denmark to be an international role model for a holistic and multifunctional approach to land management, where consideration for nature, biodiversity and drinking water go hand in hand with efficient and modern food production. In order to drive the transformation of the Danish land area, Denmark is establishing a new green fund. The fund will handle initiatives such as afforestation, extraction of low-lying land and strategic land acquisition. The fund's activities will include efforts for approximately DKK 40 billion (EUR 5.36 billion). The agreement also unfolds principles for efforts ensuring that Denmark will fulfill the EU's water framework directive so that Danish coastal waters are once again brought into good ecological conditions [Denmark announces historic tripartite agreement to cut agricultural carbon emissions and restore nature].

Denmark's green party agreement entails:

- Reductions in greenhouse gas emissions for 1.8 million tonnes of CO₂e in 2030 – and potential for up to 2.6 million tons.
- A CO₂e tax on emissions from livestock. A fee of DKK 300 per tonnes of CO₂e in 2030 increasing to DKK 750 per tonnes of CO₂e in 2035 with a floor deduction of 60%. The effective tax will thus amount to DKK 120 per tonne in 2030 rising to DKK 300 per tonne in 2035.
- Return of proceedings to the industry: The proceedings from the livestock tax in 2030-31 are returned as a transition support pool to support the green transition of the industry. Handling of the proceedings will be revisited in 2032.
- Establishment of a new green fund, which will include activities for approximately DKK 40 billion.
- Construction of 250,000 hectares of forest (equivalent to an area the size of Lolland-Falster and Bornholm).
- Extraction of 140,000 hectares of carbonaceous lowland soils incl. peripheral areas.
- A target of at least 20% protected nature. The construction of 80,000 ha of private virgin forest, 20,000 ha of state forest and the removal of low-lying land will increase the extent of protected nature significantly.
- Subsidy scheme totaling just over DKK 10 billion until 2045 for the storage of biochar produced by pyrolysis.
- Paradigm shift in the nitrogen effort, where land conversion is the main engine to achieve the goals of the EU's water framework directive.

In relation to energy policy implemented in rural areas in Poland, the idea of energy cooperatives is widely spread as an expression of building an energy community. The rationale for building such communities is to support the nationwide energy system. In many countries, including Poland, electricity is supplied by large, centralized power plants. The failure of any of these plants or the infrastructure network results in a loss of electricity supply to the area covered by the supply. The benefits of creating such a community are as follows [Antidote to blackouts, or why do we need energy communities? Is it worth it?]:

- Distributed renewable energy sources within communities minimize the risk of blackouts, provide independence from global energy crises, and increase local security.
- Joint investments in renewable energy reduce energy costs, making the energy transition more accessible to all citizens, regardless of their budget.
- Communities strengthen local identity, increase energy awareness, give residents a sense of control over energy, and create new jobs in the regions. Due to the dispersion of generation sources, energy communities also increase energy security. This reduces the risk of serious power plant failures. The failure of even a few power plants will not destabilize the entire energy system. By synchronizing distributed and industrial energy sources, the risk of blackouts can be practically eliminated. Local energy communities enable local energy balancing, which simultaneously mitigates the negative impact of climate change.

A classic example of achieving energy independence is the town of Güssing. The town's mayors initiated this idea. Local businesses and residents were engaged to achieve maximum energy independence. This independence was achieved in 2013 [Grzymała, 2022]. The energy mix primarily utilized photovoltaics, biomass, and local jazz. No waste incineration plants were built to generate electricity or heat. Energy cooperatives (ECs), increasingly common in Poland, represent a similar example of the pursuit of energy independence and new opportunities for local community members, including local governments, to develop so-called community energy, which allows them to collectively use renewable energy sources, improve energy efficiency, and reduce electricity and heating bills. Currently, Poland has relatively liberal laws regarding the formation of an EC and the minimum member contribution. A notarial deed is not required to establish an EC, only notarial confirmation of the signatures of the board members. This reduces costs and speeds up the process. An EC can be established by no fewer than 10 individuals or three legal entities. Each EC must have a management board and a supervisory board. The body with the greatest authority within an EC is the general meeting of members.

Optionally, an EC may establish numerous additional bodies to support its operations. Only members of the cooperative may hold positions in its governing bodies, while the management board and supervisory board must be held by individuals. By definition, energy cooperatives cannot generate profits, and budget surpluses are subject to taxation, which is then paid to cooperative members as so-called "compensation".

Currently, energy cooperatives in Poland can be established in rural and rural-urban municipalities. Energy cooperatives can cover the area of up to three neighboring municipalities within the same energy distribution network (DSO). Energy cooperatives bill DSOs for energy distribution based on a "net metering" system, with surplus unused energy sold to the grid at market prices (RCM).

As of the end of 2024, there were 132 energy cooperatives operating in Poland [List of energy cooperatives, 2025]. The energy sources in these energy cooperatives primarily include photovoltaic panels, also installed on facilities belonging to cooperative members, local hydroelectric power plants, biomass heating plants, biogas plants utilizing local green waste and plants, and windmills.

An example of an energy cooperative operating in Poland is the one in Łądek-Zdrój, Lower Silesian Voivodeship. Daniel Raczekiewicz has been the president of this cooperative since 2023. "Łądek Zdrój is a Sudetes spa town once visited by US President John Quincy Adams and the romantic German poet Johann Wolfgang von Goethe. Today, it lies far from major investments and tourist traffic. The motivation for establishing the cooperative was the growing fossil fuel crisis and the resulting deepening energy poverty among the region's residents. Work on the cooperative's concept began in 2025, and the cooperative itself was officially established in 2022. The cooperative has 12 members: 11 households and a hotel. The electricity is used to meet the current needs of cooperative members and is intended to help reduce electricity bills. The ultimate goal is to achieve energy self-sufficiency. The establishment of the cooperative was preceded by numerous meetings with residents, explaining what this form of cooperation is and what benefits it could bring to the village's residents in the future" [Zabłocki, Orłowska, Chałubińska, p. 17]. This cooperative was established with support from the EU's Just Transition Fund. The payback period for cooperative members' investments is estimated at 3-4 years.

ADAPTIVE CIRCULAR GOVERNANCE IN URBAN AREAS

Urban areas, in practice larger cities, are also striving to build a model of energy independence. Energy projects are primarily focused on existing waste incineration plants, which produce thermal energy and heat. "Waste is a high-calorie fuel - the calorific value of mixed municipal waste is 7-12 MJ/kg (for comparison: the calorific value of brown coal is 8-12 MJ/kg [Wielgosinski, Namiecińska, 2018, p. 14]. In 2022, from each kilogram of incinerated municipal waste, an average of 5.7 KJ of energy was recovered (the most, on average 9.7 KJ/kg, was recovered in MZGOK in Konin)" [Waszczyłko-Miłkowska, Dębowska, Napiórkowski, 2022]. For example, in Poland, in 2025, there will be 10 such waste incineration plants operating. There will be about 500 in Europe. "Waste incineration plants are large industrial plants engaged in the thermal processing of waste. In practice, they are combined heat and power plants in which fossil fuels (e.g. brown coal or hard coal) are used instead of alternative – non-recyclable waste. Waste incineration takes place at very high temperatures, reaching up to 1100°C. This process produces not only ash, slag, and gases, but also electricity and heat. This makes incinerators part of both the waste management system and the energy and heat supply system" [Waste Incineration Plants, 2025]. "The exhaust gases produced in the combustion chamber are directed to a special boiler and used to heat the water flowing through it. This creates steam at a high temperature and pressure, which is directed to a turbine that drives an electricity generator. This generates electricity, but not only that. Excess steam from the turbine (so-called bleed steam) is transferred to the municipal heating network, where it is used to heat apartments and domestic hot water. During periods of increased heat demand (autumn-spring), the turbine can produce both electricity and heat. [Waste incineration plants, 2025].

Generally, the existence of large waste incineration plants makes sense in large cities. This way, they can utilize for energy purposes large quantities of waste generated in cities that are not suitable for recycling, for example. However, there is a risk of overinvestment in production capacity. The problem for an overinvested incineration plant is the insufficient flow of this waste as fuel.

To avoid the risk of overinvestment, the solution is to build so-called modular incineration plants, relatively inexpensive and with the possibility of further expansion. Such incineration plants could be built in much smaller settlements, even in rural areas, thus contributing to the local energy mix.

An important element of such a mix is also sewage treatment plants and the possibility of using fermentation gases for energy production. An example of this in Poland is the Tychy Energy Cluster and Centrum Gospodarki Wodno-Ściekowa SA in Tychy. In practice, 100% energy independence of municipal entities has been achieved, with surpluses sold to a national energy distributor [Grzymała, 2023]. In addition to municipal wastewater, sewage treatment plants also used industrial waste such as restaurant oils to produce biogas.

There are many other examples of adaptive circular governance. For example, Samsø (Denmark), a small island (population: approximately 3,700), has been considered completely energy self-sufficient since 2007, generating electricity from onshore and offshore wind turbines. Biomass and solar energy are used for heating. The island exports surplus energy to the national system.

El Hierro (Canary Islands, Spain). This island of 10,000 inhabitants utilizes a combination of a wind farm and a hydroelectric system with a water storage pump. The island's energy goal is complete independence from fossil fuels.

Kodiak (Alaska, USA). The town has 6,000 residents, and since 2014, approximately 100% of its energy comes from renewable energy sources (hydro and wind). The city also has a developed energy storage system and independent electricity sources.

Freiburg im Breisgau (Germany) is considered the green capital of Germany. It has a large share of photovoltaics and passive housing. The Vauban district is virtually energy self-sufficient thanks to PV, biomass, and high energy efficiency.

Malmö (Sweden) – The Västra Hamnen district, built on the site of a former shipyard, utilizes wind turbines, PV, biogas, and heat pumps. Malmö has also implemented intelligent energy management systems and low-emission public transport.

Masdar City (United Arab Emirates). The city was designed to be energy self-sufficient and low-emission. It is powered by solar energy (large PV farms and solar concentrators).

In the Swiss canton of Goms (Valais), small mountain towns produce energy from hydroelectric power plants and renewable energy sources in quantities exceeding local needs. Iceland, on the other hand, has become almost entirely energy self-sufficient. Almost 100% of its electricity and heat comes from hydroelectric power plants and geothermal energy. This results in Iceland having some of the lowest energy generation costs in Europe. In Bhutan, almost 100% of its electricity comes from hydroelectric power plants. The country exports surplus electricity to India.

ADAPTIVE CIRCULAR GOVERNANCE-CULTURAL CHANGES

Creating circular economy models, including participation in energy communities, requires a certain cultural shift in a given society. Public consent to implement sustainable development is crucial for such a transformation. Of course, the economic aspect is also important. Models that add economic value foster the acceptance of sustainable development. In this way, cultural heritage is consolidated in terms of sustainable development.

Cultural heritage is a driver for sustainable development in cities. As an economic and cultural asset, it boosts economic growth, enhances urban livability, and contributes to environmental adaptability. In addition, the reuse of abandoned and underused cultural heritage and landscapes is a practical substitute for demolition, bypassing the wasteful processes of demolition and new construction, prolonging the cultural heritage's lifespan. Adaptive reuse of cultural heritage can thus be instrumental in circularizing the flows of energy, raw materials, and human and cultural capital, and hence, it plays a significant role in the transition towards a circular economy. Complementary to its environmental benefits, adaptive reuse brings forth substantial economic, social, and cultural advantages by reusing historic buildings, sites, and landscapes, with associated meanings and values by a wide range of citizens and actors [Girard, Gravagnuolo, 2025, p. vii].

European countries are most advanced in implementing this concept. Scandinavian countries, along with Germany, Austria, and Switzerland, dominate. In Europe, government support for implementing and consolidating sustainable development policies is clearly visible. Society is embracing the principles of reuse and recycling on a broad scale. In many countries, renewable energy sources are increasingly being used in local energy models, and energy communities are being established, as mentioned in this article. Second-hand shops, not just clothing stores, are also popular, and this is primarily a symptom of a cultural shift, not an economic necessity. The principle of sharing economy is gaining ground in the areas of shared travel, the use of technological tools, and so on.

In turn, China, despite officially distancing itself from the so-called "green deal," is in practice a leader in many areas in implementing "green" projects and building cultural heritage. The United States emphasizes primarily the economic aspect of its economy, and, as official statements by current President Donald Trump suggest, cultural heritage aspects are being marginalized in the US. Nevertheless, building ecological awareness is progressing at varying rates depending on the region and the economic development of the country.

CONCLUSION

Adaptive circular governance as a sustainable model of economic management is becoming increasingly popular worldwide. It is characterized by a multifaceted approach, dependent on the environmental awareness of a given country's population and its cultural heritage.

The dissemination of sustainable development principles, including the implementation of the waste hierarchy, is becoming the norm. Residents and businesses are striving to implement the principle of waste avoidance, reuse and recycling, and the sharing economy principle, meaning they are implementing circular economy models from both the resident and business perspectives.

Another aspect of adaptive circular governance is the development of models that strive for energy self-sufficiency in settlements. Different solutions will be practical in agricultural areas than in urban areas. In large urban areas, waste incineration plants and the use of digestate gases from sewage treatment plants will be preferred; in rural areas, the creation of energy communities that utilize, among other things, green waste to produce biogas and biomass is recommended. Specific solutions will also depend on geographical conditions. For example, the share of wind energy in the energy mix of coastal regions is significant. In turn, forested and agricultural areas generally have greater access to biomass, which determines the use of these energy sources. Similarly, in areas with numerous rivers and streams, small hydroelectric plants should be built. Individual regions and countries are also developing their own adaptive circular governance systems, depending on local conditions.

REFERENCES

An antidote to blackouts, or why do we need energy communities? Is it worth it?, GLOBOENERGIA no. 8/2025, source: An antidote to blackouts, or why do we need energy communities? Is it worth it? - GLOBOENERGIA, accessed September 8, 2025.

Denmark announces historic tripartite agreement to cut agricultural carbon emissions and restore nature, State of green, News, Environment and agriculture, Biodiversity, Biodiversity in agriculture, source: Denmark announces historic tripartite agreement to cut agricultural carbon emissions and restore nature, 2025, accessed September 6, 2025. 3. Girard L., F., Gravagnuolo A., Adaptive Reuse of Cultural Heritage Circular Business, Financial and Governance Models, Springer, 2025.

What is Circular Economy? Circular Economy, PARP, source: Circular Economy - PARP - SME Development Center, accessed 07/09/2025

Grzymała Z., Smart Society in Practice – Case Studies” Austria and Poland, Evaluating Energy Security, and Innovation in a Global Context: 40NREGECO 2022, IBIMA Publishing, 2022

Grzymała Z., Circular Economy as a Sustainable Development Marketing Tool, in: Achieving Sustainable Development Goals With Sustainable Marketing, eds. Iza Gigauri, Maria Palazzo, and Maria Antonella Ferri, IGI Global Scientific Publishing Platform, 2023.

Incinerators Waste – a source of energy and the completion of the circular economy – or ecological suicide? What do the facts and figures say? Eco without edges, April 9, 2025, source: Waste incineration plants: data, facts, and myths about waste incineration plants.

Waszczyłko-Miłkowska B., Dębowska D., Napiórkowski K., Thermal treatment of municipal waste in Poland in 2022, IOŚ-PIB, National Fund for Environmental Protection and Water Management, source: <https://ios.edu.pl/wp-content/uploads/2024/05/termiczne-przekształcanie-odpadow-komunalnych-2022-v004b.pdf>

Wielgosinski G., Namiecińska O., What is the difference between a mixed municipal waste incinerator and an RDF incinerator?, Nowa Energia, no. 1(61)/2018, source: https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-f06d67c7-43e6-42b3-8731-95321285e5a7/c/NE_1_2018_12-15.pdf,

List of energy cooperatives, National Support Centre for Agriculture, 2025, source: List of energy cooperatives - National Support Centre for Agriculture - Gov.pl Portal, accessed 08/09/2025.

Zabłocki M., Orłowska J., Chałubiński P., Electrifying communities. Transformation of the Polish electricity sector through local renewable sources, Polish Green Network 2024, source: [energising-communities-pl.pdf](#), accessed 09/09/2025.

DEVELOPMENT OF CIRCULAR ECONOMY MECHANISMS AND TECHNOLOGIES FOR THE FORMATION OF TECHNOLOGICAL ECONOMIC DEVELOPMENT

Roza Shahverdiyeva

PhD in Technical sciences, associate professor, Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0842-7300>

Abstract

The article is devoted to the role, importance, relevance and development of circular economy mechanisms in the formation of technological economic development. International experience in this field was studied and a comprehensive analysis of scientific literature was conducted. The development of the national economy based on the concept of a green economy, the characteristics of the circular economy, some approaches to the transition to it were examined and relevant directions were identified. The problems and prospects of the formation of a digital circular economy were commented on. New development models of the digital circular economy on the Industry 4.0 platform were studied. The aspects of the application of Industry 4.0 and digital transformation technologies in the development of the circular economy were analyzed and development prospects were identified. The prediction of the indicators of the formation of the Digital Circular Economy based on machine learning methods was considered. The results showed that such an approach can create an important basis for increasing the competitiveness of the economy in the future, ensuring optimal use of resources and achieving sustainable development goals. Relevant recommendations were given on the development prospects of the integrative application of Industry 4.0 platform technologies in solving the problems of developing circular economy mechanisms for the formation of technological economic development.

Keywords: digital innovative technologies, technological economic development, sustainable development, green economy, Industry 4.0 platform, digital circular economy

TEKNOLOJİ İQTİSADI İNKİŞAFIN FORMALAŞMASININ SİRKULYAR İQTİSADİYYAT MEXANİZMLƏRİ VƏ TEKNOLOGİYALARININ İŞLƏNİLMƏSİ

Xülasə

Məqalə texnoloji iqtisadi inkişafın formalaşmasının sirkulyar iqtisadiyyat mexanizmlərinin roluna, əhəmiyyətinə, aktuallığının və onların işlənilməsinə həsr olunmuşdur. Bu sahə üzrə beynəlxalq təcrübə tədqiq olunmuş və elmi ədəbiyyatların icmal təhlili aparılmışdır. Məqalədə Milli iqtisadiyyatın yaşıl iqtisadiyyat konsepsiyası əsasında inkişafı, Sirkulyar iqtisadiyyatın xüsusiyyətləri, ona keçid üzrə bəzi yanaşmalar araşdırılmış və müvafiq istiqamətlər müəyyən olunmuşdur. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşması problemləri və perspektivləri şərh olunmuşdur. Rəqəmsal texnologiyaların sirkulyar iqtisadiyyatla inteqrasiyası məsələləri göstərilmişdir. Sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşmasında tətbiq olunan additiv istehsal üsullarının xüsusiyyətləri verilmişdir. Sirkulyar iqtisadiyyatın inkişafında Sənaye 4.0 və rəqəmsal transformasiya texnologiyalarının tətbiqi aspektləri təhlil olmuş və inkişaf perspektivləri müəyyən olunmuşdur. Maşın təlimi metodları əsasında Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşdırılması göstəricilərinin proqnozlaşdırılmasına baxılmışdır. Aparılan nəticələr göstərmişdir ki, belə bir yanaşma gələcəkdə iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətliyini artırmaq, resurslardan optimal istifadəni təmin etmək və davamlı inkişaf hədəflərinə çatmaq üçün mühüm zəmin yarada bilər. Texnoloji iqtisadi inkişafın formalaşmasının sirkulyar iqtisadiyyat mexanizmlərinin işlənilməsi problemlərinin həllində Sənaye 4.0 platforması texnologiyalarının inteqrativ tətbiqinin inkişaf perspektivləri üzrə müvafiq tövsiyələr verilmişdir.

Açar sözlər: rəqəmsal innovativ texnologiyalar, texnoloji iqtisadi inkişaf, davamlı inkişaf, yaşıl iqtisadiyyat, Sənaye 4.0 platforması, rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyat

Giriş

Müasir dövrdə qlobal iqtisadi sistemin davamlı inkişafı, resursların səmərəli idarə olunması və ekoloji tarazlığın qorunması istiqamətində yeni iqtisadi modellərin formalaşması zərurəti meydana çıxmışdır. Bu kontekstdə Sənaye 4.0 platforması texnoloji inqilabın əsas dayaqı olaraq istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılması, rəqəmsallaşdırılması və smart idarəetmə sistemləri ilə integrasiyasını təmin edir. Hazırda ölkələrin əksəriyyəti resurs səmərəliliyinin artırılması və iqtisadi artımın ətraf mühitə mənfi təsirlərinin azaldılması istiqamətində müvafiq işlər həyata keçirirlər [1]. Dünyanın bir çox ölkələrində sənaye müəssisələrinin rəqəmsal transformasiyası, sirkulyar iqtisadiyyat prinsiplərinə keçidi üzrə proseslər həyata keçirilsə də, bu prosesin institusional, texnoloji və idarəetmə səviyyəsində təkmilləşdirilməsinə hələ də xüsusi ehtiyac qalmaqda davam edir. Qeyd olunmalıdır ki, Yeni nəsil texnoloji iqtisadiyyat sektorlarının formalaşması və texnoloji inkişafı, Sənaye 4.0 platformasında rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşması və inkişafı Azərbaycan üçün də vacib vəzifələrdən biri olduğu ölkənin bir çox Dövlət Proqramlarında və rəsmi sənədlərində öz əksini tapmışdır. Belə ki, həmin proqram sənədlərində 1)Ölkənin rəqəmsal iqtisadiyyata keçidinin sürətləndirilməsi, ölkə iqtisadiyyatının rəqabət qabiliyyətinin artırılması; 2)Süni intellektin tətbiqi üçün əlverişli şərait yaradılması; 3)Süni intellekt sənayesində işləmək üçün ixtisaslı işçi qüvvəsinin hazırlanması; 4)Cəmiyyətin bütün üzvlərinə Süni intellektin faydalarının geniş şəkildə təbliğ edilməsi kimi hədəflərə nail olunması nəzərdə tutulmuşdur (<https://president.az/az/articles/view/68364>). Ölkədə Rəqəmsal inkişaf çərçivəsində bir sıra prioritet istiqamətlər Rəqəmsal İnkişaf Konsepsiyasında öz əksini tapmışdır: 1)Rəqəmsal ekosistemin qurulması, 2)Startapların və innovativ ekosistemin inkişaf etdirilməsi, 3)Rəqəmsal inkişafın idarə olunması, əlaqələndirilməsi və tənzimləmə mexanizmlərinin formalaşdırılması, 4)Dövlət xidmətlərinin sürətlə rəqəmsallaşması, 5)Rəqəmsal texnologiyaların, xüsusən də Süni intellekt və blokçeyn texnologiyalarının geniş tətbiqi, 6)İqtisadiyyatın kibertəhlükəsizliyinin təmin edilməsi, 7)Sənaye 4.0 texnologiyalarının tətbiqi ilə iqtisadiyyatın müxtəlif sektorların rəqəmsallaşdırılması və s. (<https://president.az/az/articles/view/67938>). Göstərilən Dövlət sənədlərində istər sənayenin inkişafı, istərsə də mülki və hərbi sənaye kompleksi sahəsində texnoloji inkişafın böyük əhəmiyyəti nəzərə alınaraq onun texnoloji inkişaf, rəqəmsallaşma, kibertəhlükəsizlik, Süni intellektin tətbiq edilməsi kimi əsas hədəfləri ölkədə gündəlik həyatın əlamətlərinə çevrilməklə, dövlət qurumları və cəmiyyətin qarşısında bir vəzifə kimi qoyulmuşdur (<https://president.az/az/articles/view/63979>). Hökumətlər Yeni nəsil texnologiyalarının inkişafını, müəssisələrdə yaşıl, innovativ, rəqəmsal, koqnitiv texnologiyalar və sirkulyar iqtisadiyyat prinsipləri ilə integrasiya edərək nəticədə iqtisadi artımı ətraf mühitə nəzarətlə birgə balanslaşdırmağa çalışırlar [2, 3]. Bu baxımdan da texnoloji iqtisadi inkişafın formalaşmasının sirkulyar iqtisadiyyat mexanizmlərinin elmi-nəzəri əsaslarının araşdırılması və onların problemlərinin həlli yollarının təkmilləşdirilməsi rəqəmsal iqtisadiyyatın innovativ inkişafında aktual problemdir.

Problemin qoyuluşu və onunla əlaqəli elmi-tədqiqat işlərinin təhlili

Rəqəmsal transformasiya şəraitində sirkulyar iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafının və rəqabətqabiliyyətliliyinin artırılması əsas strateji məqsədlərdən biri hesab olunur. Sənaye 4.0 texnologiyaları, o cümlədən Süni intellekt, kiber-fiziki sistemlər, İoT, Big Data analitikası və avtomatlaşdırma texnologiyaları bu məqsədə çatmaq üçün xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Məlumdur ki, texnoloji iqtisadi inkişafın formalaşmasının sirkulyar iqtisadiyyat mexanizmləri və texnologiyalarının işlənilməsi problemləri və onların həlli yollarının təkmilləşdirilməsi istiqamətlərinin müəyyənəşdirilməsi ilə bağlı bir çox alim və tədqiqatçılar müəyyən elmi tədqiqatlar aparmışlar [4-9]. Ona görə də, baxılan problemin işlənilmə vəziyyəti ilə əlaqədar olaraq qeyd olunmalıdır ki, [5]-də Rəqəmsal texnologiyanın tətbiqi ilə sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşması məsələlərinə baxılmışdır. [10]-də Sənaye 4.0 texnologiyası və sirkulyar iqtisadiyyat kontekstində ətraf mühitin davamlılığı üçün biznesin idarə edilməsi strategiyaları tədqiq olunmuşdur. [4]-də innovasiya ekosistemi və sirkulyar iqtisadiyyat sahəsində tədqiqat tendensiyləri araşdırılmışdır. [11]-də davamlılığın formalaşdırılması və rəqəmsal texnologiya innovasiyası vasitəsilə sirkulyar iqtisadiyyatın inkişafı məsələlərinə baxılmışdır.

Göstərilən problemlərin təhlili bir çox alim və mütəxəssislərin elmi əsərlərində müəyyən dərəcədə tədqiq olunmasına baxmayaraq, həmin prosesin daha dərin və əhatəli tədqiqinə, eləcə də yaranmış problemlərin həllinə müxtəlif yanaşmaların işlənilməsinə tələbat hələ də qalmaqdadır.

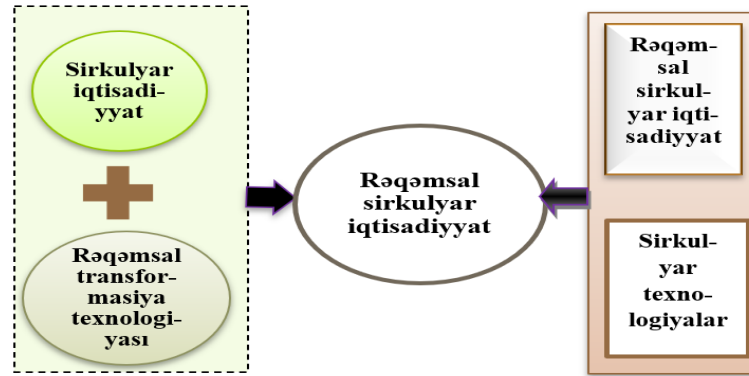
Rəqəmsal texnologiyaların sirkulyar iqtisadiyyatla inteqrasiyası

Sirkulyar iqtisadiyyat ənənəvi “al–istifadə et–at” (xətti) modelindən fərqli olaraq resursların uzunmüddətli qorunması və davamlı istifadəsi kimi xüsusiyyətlərə malikdir. Sirkulyar iqtisadiyyatın əsas xüsusiyyətlərinə bunları aid etmək olar: Qapalı dövrə sistem, eko-dizayn və təkrar istifadə, əks logistika və material axını, ətraf mühitə minimum təsir, resurs səmərəliliyi, məhsulun xidmətə çevrilməsi, davamlı istehsal və istehlak, innovasiya və texnologiyanın tətbiqi, iş yerlərinin transformasiyası, sosial və iqtisadi inklüzivlik və s.

Rəqəmsal texnologiyaların sirkulyar iqtisadiyyata inteqrasiyası onun effektivliyini və dinamikliyini artırır. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatda resurslardan istifadəni optimallaşdırmaq və israfı azaltmaq üçün Əşyaların İnterneti (IoT), süni intellekt və blokçeyn kimi rəqəmsal texnologiyalar tətbiqi olunur. Rəqəmsal texnologiyalar aşağıdakıları təmin edə bilər:

1. Resursların optimallaşdırılması. Rəqəmsal texnologiyalar resurslardan istifadəni izləmək və təhlil etməklə enerji, su və xammal kimi resurslardan səmərəli istifadəni təmin edə bilər.
2. Tullantıların azaldılması. Rəqəmsal texnologiyalar istehsal proseslərini optimallaşdırmaqla təkrar emal etməyə imkan verməklə və maddi itkiləri azaltmaqla tullantıların azaldılmasını təmin edə bilər.
3. Biznes imkanları. Rəqəmsal texnologiyalar resursların optimallaşdırılması, tullantıların azaldılması və təkrar emalı kimi sahələrdə yeni biznes imkanları yarada bilər.

Gartner analitikləri tərəfindən müəyyən edilmişdir ki, sirkulyar iqtisadiyyat (<https://cio.osp.ru/news/230420-Gartner-tsirkulyarnoy-ekonomike-neobhodimy-tsifrovye-tehnologii>) iqtisadi artım imkanlarının təbii resursların istehlakından ayrıldığı bir iş modelidir. Burada "tsiklik iqtisadiyyat" və "qapalı iqtisadiyyat" terminləri də istifadə olunur. Sirkulyar iqtisadiyyatda materialların davamlı təkrar emalı ilə tullantılar minimuma endirilir və əlavə resurslara tələbat azalır. Sirkulyar iqtisadiyyatda materialların ekosistemi yaradılır - əvvəllər tullantı hesab edilən şey dəyər qazanır. Lakin bu cür ekosistemlər mürəkkəbdir və bir çox asılılıqları və əks əlaqə dövrlərini ehtiva edir. Buna görə də belə ekosistemləri qurmaq, onları effektiv idarə etmək və biznes qərarları qəbul etmək üçün rəqəmsal texnologiyalar xüsusilə lazımdır. Artıq şirkətlərin üçdə birindən çoxu rəqəmsal texnologiyaları sirkulyar iqtisadiyyat strategiyalarının həyata keçirilməsində əsas amil hesab edir. Ancaq onlardan çox az istifadə edilir (<https://cio.osp.ru/news/230420-Gartner-tsirkulyarnoy-ekonomike-neobhodimy-tsifrovye-tehnologii>). Hazırkı dövrdə sirkulyar iqtisadiyyatın inkişafında rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi əhəmiyyətli məsələlərdəndir. Tədqiqatlar göstərir ki, sirkulyar iqtisadiyyatın inkişafında daha çox tətbiq olunan rəqəmsal texnologiyalar xüsusilə dərin analitika, 3D çap, Əşyaların İnterneti, maşın təlimi, blokçeyn texnologiyalarıdır. Rəqəmsal texnologiyalar şirkətlərin 46% -ində məhsulların çatdırılmasında, logistika və digər proseslərdə istifadə olunur. Ümumiyyətlə, rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyat konsepsiyası 1) sirkulyar iqtisadiyyatın rəqəmsal iqtisadiyyata çevrilməsi, 2) rəqəmsal iqtisadiyyatın sirkulyar iqtisadiyyata çevrilməsi kimi iki konvergent prosesindən ibarətdir (şəkil 1).



Şəkil 1. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşması istiqamətləri

Başqa sözlə rəqəmsal iqtisadiyyatın sirkulyar iqtisadiyyata transformasiyası və ya paralel olaraq sirkulyar iqtisadiyyatın rəqəmsal iqtisadiyyata transformasiyası nəticəsində rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyat formalaşır və inkişaf edir [12]. *Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyat* rəqəmsal texnologiyalardan istifadə edən sirkulyar iqtisadiyyatdır. Rəqəmsal texnologiyalar sirkulyar biznes modellərinin inkişafı üçün əsas rola malikdir. Sirkulyar iqtisadiyyatı inkişaf etdirmək və genişləndirmək üçün, IoT, Big Data və süni intellekt kimi rəqəmsal texnologiyalarının mövcud dövrü biznes yanaşmalarına inteqrasiyasını yerinə yetirmək lazımdır. Ümumiyyətlə, rəqəmsal transformasiya sənayeyə sirkulyar iqtisadiyyat prinsipləri əsasında rəqabətqabiliyyətli və innovativ biznes modellərini qurmaq imkanları verir. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyat texnologiyalarını Cədvəl 1-də göstəriləndiyi kimi təqdim etmək olar [12, 13].

Cədvəl 1. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşmasının texnoloji əsasları

Rəqəmsal texnologiyalar	Sirkulyar strategiyalarda və biznes modellərində istifadə nümunələri
Əşyaların İnterneti (IoT) texnologiyası	➤ Məhsul xidmətinin təkmilləşdirilməsində məhsulun həyat dövrü datasından istifadə olunur; ➤ əlavə məlumatlardan istifadə etməklə emal səmərəliliyini artırmaq; ➤ enerjinin səmərəli idarə edilməsi məsələlərini və şirkətin davamlı istehsal təcrübələrini tətbiq etmək; ➤ məhsulların vəziyyətinə nəzarət etmək və onun monitorinqi; ➤ məhsulun dizaynı üçün zəruri istifadə məlumatlarının toplanması; ➤ verilənlərə əsaslanan təkrar emal üçün həyat dövrü məlumatlarının toplanması və logistik qərarlarının qəbul edilməsi
Maşın təlimi texnologiyası	➤ Yaşıl təchizat zəncirinin idarə edilməsi və ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsi; ➤ məhsulun ömrünü uzatmaq üçün profilaktik və proqnozlaşdırıcı texniki xidmət; ➤ avadanlıqların enerji səmərəliliyinin artırılması; ➤ istehlakçı davranışının təhlili və qiymətləndirilməsi; ➤ məlumatların keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması və məlumat dəyişkənliyinin qiymətləndirilməsi; ➤ ehtiyatların idarə edilməsi, daşımaların optimallaşdırılması, tələbin təhlili və qiymətləndirilməsi; ➤ enerji və əməliyyatların idarə edilməsi, sosial davamlılıq məlumatlarının toplanması, dizayn, istehsal və xidmət proseslərinin səmərəliliyini artırmaq üçün verilənlər bazalarında yeni biliklərin əldə olunması.
Süni intellekt texnologiyası	➤ İstehsalçılara mümkün olan ən yaxşı dayanıqlı təchizatçıyı seçməkdə və istehsalçının davamlılığını artırmaqda kömək etmək üçün istifadə; ➤ ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsi; ➤ məhsulun həyat dövrü ərzində izlənilə bilənliyin yaradılması; ➤ enerji və ətraf mühitə təsirin proqnozlaşdırılması.
Blokçeyn texnologiyası	➤ İstehsalda ədalətli təcrübələrin sınaqdan keçirilməsi; ➤ məhsulun mənşəyinin/tarixinin şəffaf uçotunun aparılması; ➤ ağıllı müqavilələr əsasında ticarət; ➤ materialın izlənməsi; ➤ yeni biznes modellərinin yaradılması.

Təqdim olunan rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyat texnologiyaları müxtəlif arxitekturalara integrasiya oluna bilər. Hesablama mexanizmləri ilə dəstəklənən blokçeyn və IoT texnologiyalarını birləşdirən sirkulyar arxitektura modeli işlənilə bilər. Məlumatların toplanması, saxlanması və mübadiləsini yoxlayan blokçeyn tətbiqləri tərəfindən dəstəklənən rəqəmsal sirkulyar mühitdə quraşdırılmış IoT qovşaqları sirkulyar iqtisadiyyat üçün müvafiq infrastruktura formalaşdırır [12].

Burada əsas məsələlərdən biri də Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın inkişafında mövcud olan problemlərin aradan qaldırılması və onun inkişafının təkmilləşdirilməsi üçün mexanizmlərin işlənilməsidir. Belə ki, həmin problemlərin həlli yolları müxtəlif istiqamətlər üzrə texnoloji, institusional, hüquqi və sosial səviyyələrdə kompleks yanaşma tələb edir. Bu problemlərin həll yollarına bunları aid etmək olar: 1)Texnoloji həllər, 2)Hüquqi və idarəetmə həlləri, 3)İqtisadi və maliyyə həlləri, 4)Sosial və davranışla bağlı həllər, 5)Beynəlxalq əməkdaşlıq və təcrübə mübadiləsi və s.

Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın inkişafının təkmilləşdirilməsi mexanizmlərinin işlənilməsi sirkulyar iqtisadiyyat prinsiplərinin rəqəmsal texnologiyalarla dərin integrasiyasını və effektiv həyata keçirilməsini təmin edən sistemli institusional, texnoloji, hüquqi və sosial-innovativ yanaşmalar toplusudur. Bu mexanizmlərin əsas istiqamətlərini belə ifadə etmək olar: 1)İdarəetmə və təşkilati mexanizmlər, 2)Rəqəmsal texnoloji mexanizmlər, 3)İqtisadi və maliyyə prosesləri üzrə təkmilləşdirmə mexanizmləri, 4)Normativ-hüquqi və tənzimləyici mexanizmlər, 5)Təhsil və insan kapitalının təkmilləşdirilməsi mexanizmləri, 6)Beynəlxalq əməkdaşlıq və s. kimi təkmilləşdirmə mexanizmləri.

Sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşmasında tətbiq olunan additiv istehsal üsullarının xüsusiyyətləri

Sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşmasında tətbiq olunan additiv istehsal üsulları müasir cəmiyyətdə ən çox sürətlə dəyişən texnologiyalardan biridir (Angioletti et al. 2016). Bu texnoloji istehsal zəruri hallarda məhsulların və proseslərin həyat dövrünün idarə edilməsini necə dəstəkləyə biləcəyi baxımından təsvir edilməlidir. Bir çox hallarda bəzi tədqiqatçılar hazırkı təkrar emal proseslərini təkmilləşdirmək üçün additiv istehsalı təklif edirlər. Onlar bunu yeni davamlılıq vasitəsi, istehsal prosesinin rəqəmsallaşdırılmasının yeni növü və ya idarəetmə strategiyaları kimi təqdim edirlər. Məhsulların və ya komponentlərin yenidən istehsalını dəstəkləmək üçün additiv istehsaldan geniş istifadə ideyasının böyük perspektivi vardır [14]. Ümumi olaraq 3D çap kimi tanınan additiv istehsal global iqtisadiyyatı yenidən formalaşdırmaq potensialına malik transformativ texnologiya kimi ortaya çıxıb. Son illərdə additiv istehsalının dairəvi iqtisadiyyatın prinsiplərinin irəliləyişində oynaya biləcəyi rolun tanınması getdikcə artmaqdadır.

Qeyd olunduğu kimi sirkulyar iqtisadiyyat, təkrar emal, təkrar istifadə və bərpa yolu ilə məhsul və materialları mümkün qədər uzun müddət istifadədə saxlamaqla tullantıları minimuma endirməyi və resurs səmərəliliyini maksimuma çatdırmağı hədəfləyən yeni iqtisadi modeldir. Son illərdə geniş tətbiq olunan additiv istehsal üsulları da sirkulyar iqtisadiyyatın prinsiplərinə bir neçə yolla uyğun gəlir. Beləki, additiv istehsal qeyri-mərkəzləşdirilmiş formada tələb əsasında mal istehsalına imkan verir. Kütləvi istehsal və onunla əlaqəli tullantılar əvəzinə, məhsullar lazım olduqda istehsal edilir. Bu isə həddindən artıq istehsal və inventar tullantılarını azaldır, istehsalın faktiki tələbatla uyğunlaşdırılmasına, artıq istehsalın və sonradan onların atılmasının minimuma endirilməsinə kömək edir [15].

Additiv istehsal materialların istifadəsinə dəqiq nəzarət etməyə imkan verir. Bu, optimallaşdırılmış müəyyən bir məhsul üçün tələb olunan lazımi miqdarda materialdan istifadə etməyə imkan verir, material tullantılarını azaldır. Bundan əlavə, 3D çap təkrar emal edilmiş və ya bio-əsaslı materiallardan istifadə edə bilər ki, bu da davamlı olaraq materialların dövrü istifadəsini stimullaşdırır. Bu tip istehsal mürəkkəb və fərdiləşdirilmiş məhsulların yaradılmasına imkan verən dizayn çevikliyinə malikdir. Burada təkrar emal üçün prinsiplər dizayn prosesinə integrasiya oluna bilər. Nəticədə həyat dövrünün sonunda məhsullardan qiymətli materialların bərpası asanlaşar.

Additiv istehsal yerli istehsalı dəstəkləyə və karbon emissiyalarını azalda bilər. Məhsulları mərkəzləşdirilmiş bir yerdə istehsal etmək və onları global miqyasda göndərmək əvəzinə, 3D çap yerli istehsalın istehlak nöqtəsinə yaxın olmasına imkan verə bilər. Bu isə, tədarük zəncirlərini qısaltmaqla nəqliyyat məsafələrini və logistikanın ətraf mühitə təsirini azalda bilər.

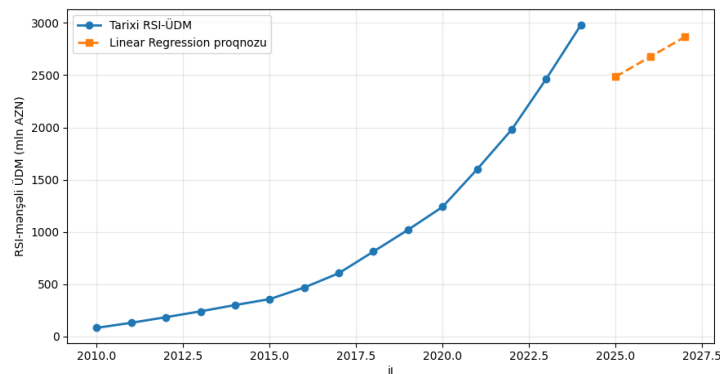
Additiv istehsalı davamlı təşviq etməklə tullantıları azaltmaq, resurs istifadəsini optimallaşdırmaq və sirkulyar iqtisadiyyatı inkişaf etdirmək olar. Sirkulyar iqtisadiyyatın prinsiplərini qəbul etməklə, additiv istehsal ənənəvi istehsal proseslərində inqilab edə bilər, daha davamlı və resursdan səmərəli istifadə edə bilər. Bununla belə, materialın keyfiyyəti, texnoloji irəliləyişlər və dəstəkləyici siyasətlə bağlı problemlərin həlli sirkulyar iqtisadiyyatda additiv istehsalın tam potensialını reallaşdırmağa kömək edə bilər [15].

Əşyaların İnterneti (IoT) Additiv istehsalla birlikdə sirkulyar iqtisadiyyata keçidi dəstəkləyə bilən müasir rəqəmsal texnologiyalardan biri hesab olunur. Məhsulun ömrünü uzatmaq üçün IoT-nin potensial istifadələrinin ümumi təsvirinə yönəlmiş sənədlər mövcuddur. IoT-nin potensial təsirlərini sirkulyar iqtisadiyyatla əlaqəli sahələrə yaya biləcəyinə dair ümumi yanaşma da vardır. Seçimlərdən biri ağıllı ərazilərdə yeni tullantıların idarə edilməsi strategiyalarını aktivləşdirmək, əməkdaşlıq yaratmaq və proseslərin dövrüyyə səviyyəsini yaxşılaşdırmaq üçün IoT-ni tətbiq etməkdir. IoT-dən istifadə etmək üçün ağıllı sənaye mühitləri və ya dinamik rəyə nəzarət dövrləri tətbiq etməklə sirkulyar iqtisadiyyat təcrübələri rəqəmsallaşdırılmalıdır [14].

Maşın təlimi metodları əsasında Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşdırılması göstəricilərinin proqnozlaşdırılması

Müasir iqtisadi inkişafın əsas istiqamətlərindən biri olan rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatda resurslardan səmərəli istifadə, tullantıların azaldılması və istehsal prosesi müddətində dayanıqlığın təmini əsas məqsədlərdəndir. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşması göstəriciləri iqtisadi sistemin dayanıqlılığını, resurs dövrüyyəsini və innovativ texnologiyaların tətbiq səviyyəsini əks etdirir. Bu göstəricilərin düzgün qiymətləndirilməsi və proqnozlaşdırılması mühüm əhəmiyyətə malikdir. Belə ki, maşın təlimi metodları (Machine Learning Methods) rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın formalaşması göstəricilərinin proqnozlaşdırılması üçün effektiv vasitə kimi tətbiq olunur. Bu metodlar çoxsaylı və müxtəlif bazalarda olan verilənləri emal etməyə, əlaqələrdəki gizli nümunələri aşkar etməyə və yüksək dəqiqlikli proqnozlar verməyə imkan yaradırlar.

Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın inkişaf səviyyəsinin qiymətləndirilməsi sistemi iqtisadi, texnoloji, sosial, ekoloji göstəriciləri özündə birləşdirir [7]. Burada XGBoost, Random Forest, Linear Regression, LSTM və s. kimi müxtəlif maşın təlimi metodları tətbiq etməklə ən optimal proqnoz modeli işlənib bilər. Nəticədə maşın təlimi əsaslı proqnozlaşdırma yanaşması rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın inkişaf dinamikasının qiymətləndirilməsi üzrə elmi əsasların gücləndirilməsinə, qərar qəbulətmə proseslərinin optimallaşdırılmasına və resursların daha səmərəli idarə edilməsinə şərait yaradacaqdır. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyat (RSİ) göstəricilərinin proqnozlaşdırılması üzrə Linear Regression maşın təlimi metodu əsasında eksperiment aparılmış (2025–2027-ci illər üzrə) və nəticə 2-ci şəkildəki kimi təqdim edilmişdir.



Şəkil 2. Rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın ÜDM-nin Linear Regression maşın təlimi metodu ilə proqnozu

Alınan nəticələr göstərir ki, rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın inkişafında sabit artım tendensiyası müşahidə olunur. Bu artım, bir tərəfdən, rəqəmsal transformasiya proseslərinin genişlənməsi, digər

tərəfdən isə resursların təkrar istifadəsi və ekoloji səmərəlilik prinsiplərinin iqtisadi sistemə daha dərin inteqrasiyası ilə əlaqələndirilə bilər. Linear Regression modelinin proqnozları göstərir ki, növbəti illərdə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi, “yaşıl innovasiyalar”ın stimullaşdırılması və sirkulyar biznes modellərinin inkişafı iqtisadi dəyərin artımına mühüm təsir göstərəcək. Bu, davamlı inkişaf strategiyasının rəqəmsal iqtisadiyyatla sintezinin müsbət nəticə verdiyini göstərir.

Qeyd etmək lazımdır ki, maşın təlimi metodlarının tətbiqi rəqəmsal sirkulyar iqtisadiyyatın dinamik inkişafını qiymətləndirmək və gələcək iqtisadi qərarların elmi əsaslarını formalaşdırmaq üçün etibarlı vasitələrdəndir. Gələcək tədqiqatlarda da Random Forest, LSTM, XGBoost və s. kimi digər maşın təlimi metodlarının tətbiqi proqnozların dəqiqliyini artırmaq imkânı verəcəkdir. Aparılan nəticələr göstərmişdir ki, belə bir yanaşma gələcəkdə iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətliyini artırmaq, resurslardan optimal istifadəni təmin etmək və davamlı inkişaf hədəflərinə çatmaq üçün mühüm zəmin yarada bilər.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, texnoloji iqtisadi inkişafın formalaşması prosesində sirkulyar iqtisadiyyat mexanizmləri və texnologiyaları əsas strateji istiqamətlərdən biri hesab oluna bilər. Müasir dövrdə resursların səmərəli istifadəsi, istehsal zəncirlərinin qapalı dövrüyə prinsipi üzrə təşkili, tullantıların azaldılması və məhsulun həyat dövrü prosesində dəyərin maksimumlaşdırılması iqtisadi artımın yeni modelini formalaşdırır. Sirkulyar iqtisadiyyatın tətbiqi texnoloji inkişafı birbaşa bağlıdır. Rəqəmsal texnologiyalar, o, cümlədən, Süni intellekt, Big Data, IoT, blokçeyn və s. kimi rəqəmsal texnologiyalar sirkulyarlıq prinsiplərinin həyata keçirilməsi üçün praktiki vasitə roluna malikdir. Bu texnologiyalar vasitəsilə istehsal prosesləri optimallaşdırılır, resurs axınları real vaxt rejimində izlənilir və təkrar emal potensialı artırılır. Göstərilmişdir ki, texnoloji iqtisadi inkişafın dayanıqlı və inklüziv xarakter daşması üçün sirkulyar iqtisadiyyat mexanizmlərinin sistemli şəkildə inteqrasiyası vacibdir. Bu inteqrasiya iqtisadi artımı yalnız miqyas etibarilə deyil, keyfiyyətə də yüksəldir, ekoloji yüklənməni azaldır, innovasiyaları stimullaşdırır və yeni iş yerləri yaradır. Eyni zamanda, sirkulyar iqtisadiyyat texnologiyalarının işlənilməsi və tətbiqi iqtisadi siyasətin və idarəetmə modellərinin modernləşdirilməsini tələb edir. Nəticə etibarilə, texnoloji iqtisadi inkişaf və sirkulyar iqtisadiyyatın sintezi yeni nəsil iqtisadi modelin, davamlı, rəqəmsal və innovativ iqtisadiyyatın formalaşmasına şərait yaradır. Bu model həm Milli, həm də global səviyyədə rəqabətqabiliyyətin artırılmasına və iqtisadi sistemlərin ekoloji baxımdan balanslaşdırılmış inkişafına xidmət edə bilər.

Ədəbiyyat

Aliyev A.G. Applied problems and directions of decisions of green technologies in sustainable development of information economics. *European Journal of Sustainable Development*, 2019, N:8(1), pp.264-280.

Alka T.A., Raghu Raman, M.Suresh. Research trends in innovation ecosystem and circular economy. *Discover Sustainability*, 2024 (5:323). <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00535-5>.

Əliyev Ə.Q., Şahverdiyeva R.O. İnnovasiya fəaliyyətinin təşkili problemləri və həlli mexanizmləri. Bakı, “İnformasiya Texnologiyaları” nəşriyyatı, 2023, 532 səh. (*Monoqrafiya*).

Əliyev Ə.Q., Yaşıl rəqəmsal iqtisadiyyata keçid problemləri və həll istiqamətləri. Bakı, “İnformasiya Texnologiyaları” nəşriyyatı, 2024, 406 səh. (*Monoqrafiya*).

Gennari, F. The transition towards a circular economy. A framework for small and medium enterprises. *Journal of Management and Governance*, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10997-022-09653-6>.

Hettiarachchi B.D. et al. Challenges and opportunities for implementing additive manufacturing supply chains in circular economy. *IFAC PapersOnLine*, 2022, 55-10, pp.1153–1158.

Lavrikova Yu., Buchinskaia G.O.N., Wegner-Kozlova E.O. Greening of regional economic systems within the framework of sustainable development goals. *Economy of regions*, 2021, 17(4), pp.1110-1122.

Masakuni T. et al. Framework for a circular economy business enabled by digital platforms: A review. *Procedia CIRP*, 2024, (122), pp.783–788.

Paolo R., Claudio S. et al. Assessing relations between circular economy and Industry 4.0: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(6), pp.1662–1687.

Schögl J.P. et al. Implementation of digital technologies for a circular economy and sustainability management in the manufacturing sector. *Sustainable Production and Consumption*, 2023, 35, pp.401–420.

Tang Y.M., Chau K.Y., Fatima A. et al. Industry 4.0 technology and circular economy practices: Business management strategies for environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29, 49752–49769. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19081-6>.

Wynn M., Jones P. Digital technology deployment and the circular economy. *Sustainability*, 2022, 14, 9077. <https://doi.org/10.3390/su14159077>.

Zheng JH., Guo MY and Lo K. Shaping sustainability: Circular economy development through digital technology innovation. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2025, 10(5), 100784.

Милова А.И., Подик В.Д., Фролова, В.А. Циркулярная экономика. Современные проблемы инновационной экономики, 2021, 8, с.166-173.

Шкарупета Е.В., Ильина Е.А. Цифровая циркулярная экономика: Концепция, модель, стратегии, фреймворк, технологии. Организатор производства, 2022, 30(4), с.9-17.

SICK BUILDING SYNDROME AND ITS IMPACT ON EMPLOYEES

Aygün BABAZADA

Doktora Öğrencisi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3770-8829>

Altan DOĞAN

Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, İşletme Bölümü, İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0370-2513>

Abstract

Various studies have highlighted the significant impact of sick buildings on human health, with adverse health effects observed among individuals working in such environments. Sick Building Syndrome (SBS) arises from these buildings and can lead to a variety of symptoms in affected individuals. Sick buildings are defined as structures surrounded by harmful pollutants that degrade or compromise the quality of inhaled air, thereby adversely affecting occupants' health. The development of sick buildings is influenced by multiple factors, including architectural design, construction materials, and geographical conditions. Structures that are incompatible with local climatic conditions or are not used according to their intended purpose can become "sick" due to combined internal and external environmental influences. A key characteristic of SBS is that its symptoms vary among individuals and can affect multiple physiological systems. Generally, SBS symptoms are transient and tend to diminish once individuals leave the building; however, in some cases, there is a potential for long-term health effects. Preventive measures should focus on improving indoor environmental conditions and considering individual factors, which research indicates play a critical role in reducing the risk of SBS. While temperature in the workplace may not always have a clearly observable effect on SBS symptoms, other environmental factors such as relative humidity, CO₂ concentration, and particulate matter have been shown to exert a stronger influence on the emergence of health issues related to SBS. Therefore, regulating air quality and humidity levels, including temperature control, is essential for preventing SBS. In this study, a literature review on Sick Building Syndrome was conducted. The concept of SBS was defined, its symptoms and influencing factors were examined, and recommendations for the prevention and controlling of SBS were proposed.

Keywords: Sick Building Syndrome, Ventilation, Indoor Air Quality, Indoor Environment, Air Pollutants

HASTA BİNA SENDROMU VE ÇALIŞANLAR ÜZERİNDE ETKİLERİ

Özet

Çeşitli araştırmalar, hasta binaların insan sağlığı üzerindeki etkilerinin önemli boyutta olduğunu ortaya koymuş ve bu binalarda çalışan bireylerde olumsuz sağlık etkilerinin gözlemlendiğini göstermiştir. Hasta Bina Sendromu (HBS), söz konusu binalardan kaynaklanan bir durum olarak, bireyler üzerinde farklı semptomlara yol açabilmektedir. Hasta binalar, solunan havanın kalitesini düşüren veya bozan, sağlığa zararlı kirleticilerle çevrili yapılar olarak tanımlanmaktadır. Hastalıklı binaların oluşumunda mimari tasarım, kullanılan yapı malzemeleri ve coğrafi koşullar gibi çok sayıda etmen rol oynamaktadır. Coğrafi koşullara uyumsuz inşa edilen veya kullanım amacıyla uygun olmayan yapılar, iç ve dış çevresel etkiler nedeniyle "hasta" hale gelebilmektedir. HBS semptomlarının bireyler arasında farklılık göstermesi ve vücudun birden çok sistemini etkileyebilmesi, bu sendromun temel özelliklerinden biridir. Genellikle HBS semptomları geçici nitelikte olup, bina ortamından uzaklaşıldığında hafifleme göstermektedir; ancak bazı durumlarda uzun vadeli sağlık etkilerinin ortaya çıkma olasılığı da bulunmaktadır. HBS'yi önlemeye yönelik olarak, iç mekan koşullarının iyileştirilmesi ve bireysel faktörlerin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Araştırmalar, bu tür önlemlerin ve iyileştirmelerin, HBS risklerinin azaltılmasında etkin bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. İş

ortamındaki sıcaklığın HBS semptomları üzerindeki etkisi her zaman belirgin olmasa da, bağıl nem, CO2 ve partikül madde yoğunluğu gibi diğer çevresel faktörlerin semptomların ortaya çıkmasında daha güçlü bir etkisi olduğu görülmektedir. Bu nedenle, sıcaklık dahil olmak üzere hava kalitesi ve nem seviyelerinin düzenlenmesi, HBS'yi önlemede kritik bir önlem olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, Hasta Bina Sendromu ile ilgili literatür taraması yapılmış, HBS kavramı açıklanmış, ortaya çıkan semptomlar, etkileyen faktörler ve sonuçları incelenmiş, ayrıca HBS'nin önlenmesine ve yönetimine yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hasta Bina Sendromu, Havalandırma, İç Hava Kalitesi, İç Mekan, Hava Kirleticileri

GİRİŞ

Büyük ölçekli ofis binalarının önemli bir bölümünde çalışanlar, artık Hasta Bina Sendromu (Sick Building Syndrome - SBS) olarak adlandırılan ortak bir semptom kümesini bildirmişlerdir. Bu olgu, ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri ve İskandinav ülkelerinde tanımlanmıştır. Özellikle 1970'lerin başındaki enerji krizi sırasında, Batılı ülkelerin enerji kullanımını yeniden gözden geçirmek ve sınırlamak zorunda kalmasıyla birlikte yaygınlığı belirgin ölçüde artmıştır (Sykes, 1989).

Binalarda bulunan kişilerin sağlığı ve refahı, insanların günlük yaşamlarının büyük bir kısmını kapalı mekanlarda geçirmeleri göz önüne alındığında, kritik bir öneme sahiptir. İç mekan çevresel koşullarının optimal düzeyde tutulması, hem çalışanların üretkenliğini hem de genel refahını artırmak için temel bir gerekliliktir. Kurum ve organizasyonlar, güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak ve çalışanların potansiyel risk faktörlerini dikkate almakla yükümlüdür. Yapılı çevre sağlıklı veya sağlık üzerinde olumsuz etkilere sahipse, bireylerde HBS ile ilişkili semptomlar ortaya çıkabilir (Niza, da Luz, de Souza, & Broday, 2025).

Bu çalışmada, HBS ile ilgili literatür taranmış, söz konusu olan kavram detaylara kadar anlatılmış, yararlanmış olan semptomlar ve neden olan faktörler araştırılmış ve HBS'nin etkileri değerlendirilmiştir.

1. HASTA BİNA SENDROMU VE TANIMI

HBS, farklı yapılarda çalışan bireyler tarafından bildirilen bir semptomlar bütünüdür. Bu kavramla birlikte, Bina Kaynaklı Hastalık (BRI - Building-Related Illness) terimi de özellikle endüstriyel olmayan ve konut dışı binalarda, özellikle de çalışanların uzun saatler geçirdiği modern ofislerde ortaya çıkan sağlık sorunlarını tanımlamak için kullanılmaktadır. BKH kavramı iki alt kategoriye ayrılmaktadır: spesifik BKH, enfeksiyöz, immünolojik veya alerjik mekanizmalar gibi belirli bir etiyolojiye sahip ve klinik olarak görece homojen bir tabloyla seyreden hastalıkları kapsarken; nonspesifik BKH, ciltte ve göz, burun, boğaz mukozasında irritasyon, baş ağrısı, yorgunluk ve konsantrasyon güçlüğü gibi iş ile ilişkili heterojen ve özgül olmayan semptomları ifade etmektedir. Bina Kaynaklı Hastalıkların, yetersiz havalandırma, nem ve sıcaklık değişimleri ile iç ve dış kaynaklı kimyasal ve biyolojik kirleticilere maruz kalma ile ilişkili olduğu görülmektedir. HBS, endüstrileşmiş ülkelerdeki iş gücünün yaklaşık yarısının bu tür yapılarla çalıştığı ve bu grubun yaklaşık %20-30'nun HBS ile uyumlu semptomlar bildirdiği dikkate alındığında, iş sağlığı alanında önemli bir sorun olarak değerlendirilmektedir (Witteczak, Walusiak, & Pałczyński, 2001).

HBS ile BKH ayrımı belirli göstergeler aracılığıyla yapılabilmektedir. HBS, baş ağrısı, burun ve boğazda irritasyon, kuru öksürük ve kaşıntılı cilt gibi özgül olmayan semptomlarla tanımlanır; bu semptomların belirgin bir etiyolojisi bulunmaz ve çoğu durumda bireyler binadan ayrıldıktan kısa süre sonra yakınmalarında azalma bildirirler. Buna karşılık, BKH öksürük, ateş ve kas ağrısı gibi klinik olarak tanımlanabilen ve belirgin nedenlere dayanan semptomlarla karakterizedir. Ayrıca, bu gruptaki bireylerin, binadan ayrıldıktan sonra dahi uzun süren bir iyileşme sürecine ihtiyaç duyabileceği gözlenmektedir (EPA, 1991). Çevre Koruma Ajansı'na (EPA) göre, HBS terimi, bina sakinlerinin kapalı ortamda geçirdikleri süre ile ilişkili görünen akut sağlık ve konfor sorunları yaşadıkları, ancak belirli bir hastalık ya da kesin bir nedenin saptanamadığı durumları tanımlamak için kullanılmaktadır (EPA, 1991).

HBS'nin tanısı, etiyolojik ajanı belirlenebilen bina kaynaklı hastalıkların dışlanmasıyla, ayrı bir klinik tablo olarak değerlendirilmektedir. HBS ile ilişkili semptomlar; baş ağrısı, konsantrasyon güçlüğü, yorgunluk, ciltte, gözlerde veya burun mukozasında ve üst solunum yollarında iritasyon gibi özgül olmayan belirtilerden oluşmakta ve genel popülasyonda da sıklıkla gözlemlenmektedir (Ezratty, 2003).

Ofis çalışanları, HBS'ye özellikle yatkındır ve bu sendromun, doğal havalandırılmalı yapılara kıyasla havalandırma sistemleri ile donatılmış binalarda daha sık görüldüğü bildirilmektedir.

2. HASTA BİNA SENDROMU NEDENLERİ

Günümüzde HBS, diğer belirgin ve tanımlanabilir hastalıkların dışlanmasıyla, ayrı bir klinik tablo olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, iş gücü verimliliğinde düşüş, devamsızlık oranlarının artışı ve sağlık harcamalarında yükseliş gibi sonuçlar doğurarak önemli bir iş sağlığı ve üretkenlik sorunu haline gelmiştir. Çalışanlar, mesai sürelerinin yaklaşık %90'ını kapalı alanlarda geçirmektedir; ancak ne yazık ki, bu iç mekan ortamlarının hava kalitesi, çoğu zaman dış mekan havasına kıyasla daha düşük düzeyde olabilmektedir. Yoğun kentleşme, arazi kıtlığı ve yüksek yapılaşma eğilimi, özellikle büyük şehirlerde yetersiz havalandırma sistemleri ve hava kirliliği sorunlarını artırarak HBS'nin görülme sıklığını yükseltmiştir. Farklı ülkelerde gerçekleştirilen araştırmalar, sağlık çalışanlarının bu sendroma karşı duyarlılığını açıkça ortaya koymaktadır. Çin'de yürütülen çalışmalarda katılımcıların yaklaşık %84'ü, İran'daki araştırmalarda %86,4'ü ve Türkiye'de yapılan çalışmalarda ise %20,9'nun en az bir HBS semptomu yaşadıkları rapor edilmiştir (Hoang Quoc, Vu Huong, & Nguyen Duc, 2020). Bu veriler, HBS'nin küresel ölçekte iş sağlığı ve çevresel hijyen açısından ciddi bir sorun teşkil ettiğini göstermektedir.

HBS'nin doğal seyri, önemli ölçüde çalışan rotasyonları, mevsimsel çevresel farklılıklar ve iç mekan hava kalitesini iyileştirmeye yönelik müdahalelere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Genel olarak, etkilenen bireylerin büyük bir kısmı, sorunlu binadan uzaklaştıklarında ya da havalandırma ve çevresel koşulların optimize edilmesi sonrasında belirgin bir iyileşme göstermektedir. Bununla birlikte, iyileşme süresi kişisel duyarlılıklara, çevresel faktörlere ve maruziyetin süresine göre farklılık arz etmektedir. Bazı bireylerde semptomların hızla ortadan kalktığı gözlemlenirken, bir kısmında daha uzun süreli veya kalıcı duyarlılık gelişebilmektedir. Nadir durumlarda ise birey, çevresel uyarıcılara karşı aşırı hassasiyet (idiyosinkratik reaksiyon) geliştirebilmektedir. Bu bulgular, HBS'nin yalnızca fiziksel çevre koşullarıyla değil, aynı zamanda bireysel fizyolojik ve psikolojik duyarlılıklarla da yakından ilişkili karmaşık bir sendrom olduğunu göstermektedir (Babayeva & Doğan, 2025). Dolayısıyla, HBS'nin kontrol ve önleme stratejileri, çevresel düzenlemelerin yanı sıra bireysel adaptasyon süreçlerini de kapsayacak biçimde bütüncül olarak ele alınmalıdır.

HBS'nin ortaya çıkışıyla ilişkilendirilen etmenler, hem çevresel hem de bireysel özellikleri kapsamaktadır. İç mekan ortamında sıcaklık, nem oranı, havalandırma yeterliliği, gürültü düzeyi, hava kalitesi, ayrıca küf ve mantar sporlarına maruz kalma gibi fiziksel faktörlerin yanı sıra; uçucu organik bileşikler (VOCs) ve mikrobiyal kökenli uçucu organik bileşikler (MVOCs) şeklindeki kimyasal unsurların da rol oynadığı bildirilmektedir. Bunun yanında, psikososyal koşullar, genetik yatkınlık, alerjik duyarlılıklar ve cinsiyet gibi bireysel değişkenler, sendromun görülme sıklığı ve şiddetini etkileyebilmektedir. Özellikle yüksek düzeyde iç mekan nemi, çalışanların sağlık durumu üzerinde olumsuz fizyolojik ve konforla ilişkili etkiler yaratabilecek bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir (Fu et al., 2021).

3. HBS SEMPTOMLARI

HBS, bina sakinlerinin çeşitli sağlık sorunları ve rahatsızlıklar yaşadığı durumları tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Aynı zamanda, iç ortamdaki kimyasal ve biyolojik kirleticiler, sıcaklık ve nem değişimleri veya diğer çevresel etmenlerden kaynaklanan bir sağlık sorunu olarak da tanımlanmaktadır. Bu olgu, 1970'lerden itibaren Batı ülkelerinde bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmiştir. Çevresel faktörlerin yanı sıra, cinsiyet, alerjik hastalık öyküsü ve iş yaşamına bağlı psiko-sosyal stres de risk faktörleri arasında değerlendirilmektedir. HBS ile ilişkili semptomlar arasında şunlar yer almaktadır:

1) boğazda iritasyon, 2) astım, 3) nefes darlığı, 4) grip benzeri semptomlar, 5) alerjik reaksiyonlar (ör. hapşırma), 6) kuruluk, döküntü ve kaşıntılı cilt, 7) baş ağrısı, 8) baş dönmesi, 9) konsantrasyon güçlüğü, 10) unutkanlık, 11) yorgunluk, 12) sinirlilik, 13) bulantı, 14) yaygın vücut ağrıları ve 15) ateş. Alerji veya solunum yolu hastalığı bulunan bireylerde semptomların daha şiddetli seyredebildiği; örneğin astım öyküsü olan kişilerin HBS'ye bağlı olarak astım gelişme riskinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte, HBS semptomlarının görülme durumu kişiden kişiye farklılık göstermektedir; bazı bireyler belirtilen semptomların bir kısmını yaşarken, bazıları hiçbir belirti göstermemektedir. Alan yazındaki araştırmalar, HBS'nin ortaya çıkışında termal koşulların (nem, bağıl nem, hava akış hızı), iç hava kalitesinin ve psiko-sosyal ya da bireysel faktörlerin (cinsiyet, yaş, astım öyküsü, sigara kullanımı ve rino-konjunktivit) etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Vesitara & Surahman, 2019).

HBS belirtileri, belirli bir yapıda bulunma ile ilişkili olarak ortaya çıkan, ancak özgül bir hastalığı işaret etmeyen akut semptomlardır; bunlar arasında göz ve burun iritasyonu ile baş ağrısı en sık rapor edilen bulgulardır. Literatürde, HBS semptomları için en yaygın risk faktörleri arasında düşük havalandırma oranları, klima kullanımı ve yüksek iç ortam sıcaklıkları yer almaktadır. Daha sınırlı sayıda araştırma ise iç mekan havasında veya yüzeylerinde artan kimyasal ve mikrobiyolojik kirleticiler, HVAC sistemlerinde nem ve atık birikimi, yoğun halı ve tekstil kullanımı ile yetersiz temizlik uygulamalarını risk unsurları olarak tanımlamaktadır. Geniş ölçekli bir çalışmada, kişi başına havalandırma oranında 10 cfm'lik bir artışın en yaygın HBS semptomlarının görülme sıklığını ortalama üçte bir oranında azaltabileceği bildirilmiştir. Bu bulgular, risk faktörlerinin uygun müdahalelerle azaltılabileceğini göstermektedir. Elde edilen veriler doğrultusunda HBS semptomlarının %20 ila %50 arasında azaltılmasının mümkün olabileceği öngörülmektedir. Sorundan etkilenen nüfus oldukça geniştir; 100 ABD ofisini kapsayan bir ankette, ofis çalışanlarının %23'ünün (yaklaşık 64 milyon kişi) işyerinde sıklıkla iki veya daha fazla HBS belirtisi yaşadığı tespit edilmiştir. Ofis çalışanları arasında HBS semptomlarına bağlı üretkenlik kaybı yaklaşık %2 olarak hesaplanmış ve bunun yıllık ekonomik maliyeti 60 milyar ABD doları olarak tahmin edilmiştir. Semptomların %20–50 oranında azaltılmasının ise yıllık 10 ila 30 milyar ABD doları arasında ekonomik kazanç sağlayabileceği değerlendirilmektedir (Fisk, 2002).

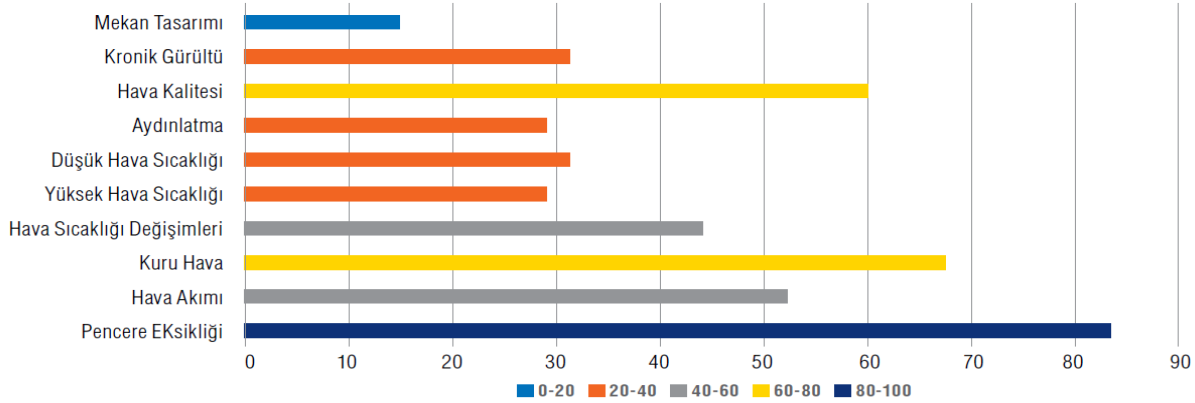
HBS belirtileri, hem bireysel hem de grup düzeyinde ortaya çıkabilmekte olup, geniş bir fizyolojik ve nöropsikolojik semptom yelpazesini kapsamaktadır. En sık gözlenen belirtiler arasında oküler semptomlar yer almakta; gözlerde yanma, kuruluk, tahriş ve görsel yorgunluk hissi bildirilmektedir. Üst solunum yolu şikayetleri arasında burun kaşıntısı, tıkanıklık, akıntı, hapşırma, ses kısıklığı ve boğaz kuruluğu bulunmaktadır. Alt solunum yolu problemleri ise göğüs sıkışması, nefes darlığı ve solunum güçlüğü şeklinde görülebilmektedir. Ayrıca dermatolojik reaksiyonlar (örneğin cilt kuruluğu, kaşıntı ve tahriş) sık rastlanan diğer belirtilerdendir. Belirgin olmayan genel semptomlar arasında kuru öksürük, boğaz tahrişi, burun tıkanıklığı ve susuzluk hissi sayılabilir. Bunlara ek olarak, nöropsikolojik bozukluklar (yorgunluk, baş ağrısı, baş dönmesi ve zihinsel karışıklık gibi) da HBS ile ilişkilendirilmiştir. Bunun yanında, astım benzeri belirtiler, hoş olmayan koku veya tat algıları ve bulantı hissi gibi semptomlar da iç ortam hava kalitesinin düşük olduğu binalarda gözlemlenebilmektedir (Yusuf Samaila, 2024).

4. HASTA BİNA SENDROMU ETKİLERİ

HBS semptomlarının, bireylerin kişisel özelliklerine bağlı olarak ortaya çıktığı ve hem psikolojik hem de fizyolojik düzeyde etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca, semptomların iç ortam hava kirleticilerinin düzeyine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği saptanmıştır (Baechler, 1991). Yapım teknolojilerindeki ilerlemeler ve yapı malzemelerinde nanoteknolojik ürünlerin artan kullanımı, binaları daha konforlu ve yalıtımlı hale getirmektedir. Ancak, bazı nanomalzemelerin kullanımı iç ortam hava kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmekte, özellikle kış aylarında yeterli havalandırma yapılmayan binalarda uygun yalıtım malzemeleri tercih edilmediğinde kullanıcı sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir. İç mekan hava kalitesini inceleyen çalışmalar, bu kaliteyi doğrudan etkileyen faktörlerin; havalandırma düzeyi, filtrasyon, nemlendirme ve mevsim koşullarına uygun olarak yapılan ısıtma veya soğutma uygulamaları olduğunu göstermektedir (Karaçar, 2021).

Hava sirkülasyonu ve havalandırmanın yetersiz olduğu, dışa açılan pencerelerin bulunmadığı ve ısıtma-soğutma sistemlerinin (ör. klimalar) etkin kullanılmadığı binalarda HBS sıklıkla gözlemlenmektedir. Bu nedenle, kapı, pencere ve baca gibi yapı elemanları aracılığıyla doğal havalandırma sistemlerinin tercih edilmesi önerilmektedir. Yapay havalandırma sistemlerinin kullanıldığı durumlarda ise, bu sistemlerin düzenli bakımının sağlanması büyük önem taşımaktadır (Jacobson, 2002).

HASTA BİNA SENDROMUNUN NEDENLERİ VE ETKİLERİ



Şekil 1: Hasta Bina Sendromunun Nedenleri ve Etkileri (Sebarchievici & Sarbu, 2011)

Şekil 1’de HBS’nin nedenleri ve etkileri incelendiğinde, bina içinde pencere sayısının az olmasının, HBS semptomları üzerinde en belirgin etkilerden biri olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, mekan tasarımı en az etkili neden olarak öne çıkmaktadır. HBS’nin en sık yol açtığı sonuçlar ise, kuru hava nedeniyle konforun sağlanamaması ve iç ortam hava kalitesinin yetersizliğidir (Sebarchievici & Sarbu, 2011). Pencere sayısının yetersizliği ve uygun havalandırma sistemlerinin tercih edilmemesi, HBS semptomlarının özellikle iç mekan hava kalitesi açısından değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5. HASTA BİNA SENDROMU SEMPTOMLARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Bina ile ilişkili hastalıklar ve HBS’nin temel nedenleri, özellikle ısı yalıtımının önceliklendirildiği yapılarda ortaya çıkan yetersiz havalandırma koşulları, kimyasal kirleticiler ve mikrobiyal kaynaklı kontaminasyonlardır. HBS, belirli bir kapalı mekanda gelişen, yapıdan ayrıldıktan sonra kaybolan ve çoğunlukla binada bulunan bireylerin büyük kısmını etkileyen semptomlar bütünü olarak tanımlanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), 1982 yılında HBS’ye ilişkin semptomları beş ana kategori altında sınıflandırmıştır (Karaçar, 2021):

- Mukoz membran irritasyonu: Gözlerde, burun ve boğazda tahriş, yanma veya kuruluk hissi gibi belirtiler.
- Nörolojik etkiler: Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı, kusma, genel yorgunluk, dikkat ve konsantrasyon eksikliği gibi merkezi sinir sistemiyle ilişkili semptomlar.
- Deri semptomları: Deride kızarıklık, kaşıntı, ağrı veya kuruluk şeklinde ortaya çıkan dermatolojik reaksiyonlar.
- Sebebi belirlenemeyen aşırı duyarlılık reaksiyonları: Nefes darlığı, öksürük ve astım tanısı bulunmayan bireylerde hırıltılı solunum gibi solunum sistemi belirtileri.
- Koku ve tat duyusu bozuklukları: Koku ve tat algısında anormallikler veya kokuya karşı aşırı hassasiyet (parosmi, hiperosmi vb.) şeklinde görülebilen duyuusal bozukluklar.

DSÖ tarafından sınıflandırılan semptomlar dikkate alınarak, bu belirtilerin ortaya çıkmasına yol açan etkenler kategorik bir çerçevede değerlendirilebilir:

Göz, burun ve boğaz irritasyonuna yol açan etkenler: Bu tür semptomlara neden olan çevresel faktörler genellikle duvar ve zemin kaplama malzemeleri ile boya uygulamalarından veya polimer bazlı ürünlerin çözülme/bozunma süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Polimer içeren malzemeler, bazı hassas bireylerde mukoz membran tahrişi ve akıntıya yol açabilmektedir. Ayrıca, belirli mineral yapı elemanları da üst solunum yolları üzerinde irritan etkiler gösterebilmektedir (Karaçar, 2021).

Nörolojik semptomlar (baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı, kusma, yorgunluk, konsantrasyon eksikliği) ile ilişkili etkenler: Bu tür semptomlara yol açan faktörler, metabolizma üzerinde nörolojik etkiler oluşturabilen çevresel ve yapısal etmenleri kapsamaktadır. Yapı malzemelerinden kaynaklanan etkiler arasında; ahşap bozunmaları veya ahşap koruma, renklendirme ve yapıştırıcı maddeler, metal korozyonları, polimer bazlı malzemelerin bozunumu yer almaktadır. Bunun yanı sıra, semptomların ortaya çıkmasında yapının ölçü ve geometrisi, iklimlendirme sistemindeki hatalar veya eksiklikler gibi yapısal faktörler de rol oynamaktadır. Bina içi hava kirliliği, özellikle bu semptomların oluşumunda kritik bir etkidir. İç hava kirliliğine katkıda bulunan başlıca etmenler şunlardır (Brown, Hoskins, Miller, & Mossman, 1990):

- Bakteri, mantar ve diğer mikroorganizmalar,
- Mineral lifler, formaldehid, radon, nitrojen oksitler, çözücüler, pestisitler ve poliklorinize bifeniller,
- Besinsel tozlar, evcil hayvanlar ve laboratuvar hayvanları,
- Çevresel tütün dumanı.

Deri semptomları (kızarıklık, kaşıntı, ağrı ve kuruluk) ile ilişkili etkenler: Bu tür dermatolojik reaksiyonlara yol açan faktörler, bir önceki maddede belirtilen polimer bazlı ürünler gibi, özellikle bazı mineral yapı elemanlarının hassas ciltlerde irritan etkiler oluşturabilme potansiyelini içerir. Ayrıca, radon gazı, topraktan, bina temel malzemelerinden ve yapı inşasında kullanılan diğer malzemelerden iç mekana sızabilir. İç mekanda partikül yoğunluğunun artması (örneğin sigara kullanımı nedeniyle), radonun partiküllere tutunma olasılığını artırır ve böylece cilt ve solunum yolu maruziyeti yükselir. Bunun yanı sıra, kereste ve kontrplak gibi yapı ve mobilya malzemelerinde bulunan formaldehid, özellikle hassas bireylerde deri tahrişi ve alerjik reaksiyonlara neden olabilecek önemli bir çevresel faktördür (Blair et al., 1986).

Nefes darlığı, öksürük ve astım tanısı olmayan bireylerde hırıltılı solunum ile ilişkili etkenler: Binalarda iklimlendirme sistemlerinin yetersiz veya hatalı tasarlanması ve periyodik bakımının ihmal edilmesi, HBS'nin ortaya çıkmasında kritik bir rol oynamaktadır. Araştırmalar, yapay iklimlendirme sistemlerine sahip binalarda çalışan bireylerin, doğal havalandırma sağlanan binalarda görev yapanlara kıyasla, daha yüksek sıklıkta solunum sistemi ile ilgili şikayetler bildirdiğini göstermektedir (Morris, Kevin, & Victor, 2000).

Tat ve koku algısı anomalileri ile ilişkili etkenler: Kapalı mekanlarda kullanılan malzeme ve yüzeylerden yayılan uçucu organik bileşikler (VOC'ler), ortam havasının kalitesini doğrudan etkileyerek koku algısında anormalliklere yol açabilir. Ayrıca, bir iç mekan atmosferinin mikrobiyal kaynaklı uçucu organik bileşikler veya diğer VOC'lerle yoğun şekilde kirlenmesi durumunda, mekanda uzun süre bulunan bireylerin bu havayı solumaları, "kötü koku sendromu" (kakosmi sendromu) olarak adlandırılan duyuusal rahatsızlıkların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (O.Özyaral, Keskin, & Hayran, 2006).

HBS'nin başlıca sorunlarından biri, aynı anda çok sayıda kişinin bulunduğu kapalı ortamlarda ortaya çıkma olasılığının artmasıdır. Çeşitli çalışmalardan elde edilen bulgular, bu durumun çoğunlukla Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme sistemlerinin (HVAC) düzenli olarak denetlenmemesi ve bakımının yapılmamasıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, akıllı telefonlar da dahil olmak üzere yüksek elektromanyetik radyasyon yayan elektronik cihazların yoğun kullanımı ve özellikle okul veya kampüs ortamlarında görülen olumsuz psiko-sosyal koşullar da bu sendromun ortaya çıkmasına katkıda bulunan faktörler arasında yer almaktadır (Vesitara & Surahman, 2019).

Fiziksel ve Kimyasal Faktörler: HBS'nin temel belirleyicilerinden biri iç mekan hava kirleticileridir. Kapalı ortamlarda, bireylerin sağlığı üzerinde etkili olabilecek çok sayıda potansiyel faktör bulunmaktadır. Bu kirleticilerin başlıca kaynakları arasında boyalar, halılar, döşemeler, yalıtım ve yapıştırıcı malzemeler, temizlik ürünleri, ofis ekipmanları ve yenileme süreçlerinde kullanılan çeşitli kimyasallar yer almaktadır. Ayrıca, yüksek nem oranı ve su sızıntıları, özellikle halı kaplamaları ve tavan panelleri gibi yüzeylerde küf ve bakterilerin gelişimi için elverişli koşullar oluşturduğundan önemli bir risk unsuru olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, halı ve döşeme gibi malzemeler yalnızca birincil kirleticiler kaynağı olmakla kalmayıp, aynı zamanda uçucu organik bileşikler (VOC) ve partikül maddeler gibi zararlı ajanları emip zamanla yeniden ortama salarak ikincil bir maruziyet kaynağı haline gelebilmektedir. Ek olarak, sıcaklık, bağıl nem, gürültü düzeyi ve aydınlatma koşulları gibi fiziksel çevre unsurlarının da HBS semptomlarının ortaya çıkmasında belirgin bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Redlich, Sparer, & Cullen, 1997).

İç ortam havasındaki yaygın kirleticiler

Uçucu organik bileşikler: Formaldehit, solventler, boyalar ve reçineler, basılı materyaller, yazıcı ve fotokopi emisyonları. **Toz/lifler:** Asbest, sentetik mineral lifler (fiberglas), kir, inşaat ve kağıt tozu. **Biyoaerosoller:** Bakteri, mantarlar, kalıplar, toz akarları, virüsler, hayvan tüyleri ve dışkıları, polen. **Sıkışmış dış kaynaklar:** Araç egzozu, endüstriyel egzoz. **Fiziksel faktörler:** Sıcaklık, nem, gürültü, aydınlatma. **İnsan faaliyetleri sonucu oluşan kirleticiler:** Karbondioksit, Parfüm. **Başka faktörler:** Yakıt yanma ürünleri, radon, çevresel tütün dumanı, temizlik maddeleri, pestisitler, yapı malzemeleri (Babayeva & Doğan, 2025).

Arıkan ve çalışma arkadaşları, Türkiye'de bir hastane ortamında yürüttükleri araştırmada, gürültü düzeyindeki artışın HBS gelişme olasılığını yaklaşık 1,2 kat yükselttiğini belirlemişlerdir (Arıkan, Tekin Ö, & Erbas, 2018). HBS, bireylerin cinsiyeti, açılabilir pencerelerin bulunmaması, binalarda mantar oluşumu, yakın zamanda kullanılan pestisitler, boyalar ve çözücüler gibi unsurlarla istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermiştir. Ayrıca, bina içinde yemek pişirilmesi, dış hava kirleticilerine maruziyet, pişirme amacıyla kömür kullanımı, tütsü yakma alışkanlıkları ve yaşam alanlarındaki toz birikimi de sendromun oluşumuna katkıda bulunan diğer etmenler olarak belirlenmiştir. HBS'nin yüksek görülme sıklığı ve konuya ilişkin sınırlı farkındalık, bina sakinlerinin sağlık durumunu tehdit edebilecek düzeydedir. Bu nedenle, tanımlanabilir risk faktörlerine yönelik toplumsal sağlık eğitimlerinin yaygınlaştırılması, bu sorunların azaltılmasında önemli bir önlem olarak değerlendirilmektedir (Saed et al., 2023).

Psiko-Sosyal Faktörler: Stres, aşırı iş yükü, sosyal destek yetersizliği, çalışanlar arasındaki çatışmalar, iletişimdeki zayıflıklar, etkisiz yönetim biçimleri ve örgütsel değişim süreçleri, HBS ile ilişkilendirilen temel psikososyal faktörler arasında yer almaktadır. Bazı araştırmalar, HBS'ye ilişkin şikayetlerin büyük ölçüde iş kaynaklı stres ve buna bağlı psikolojik baskılardan etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, iş kontrolü, iş tatmini ve duygudurum gibi değişkenlerin, HBS semptomlarının ortaya çıkmasında aracılık rolü oynayabileceği öne sürülmüştür. Literatürde genel olarak stres düzeyi ile HBS semptomları arasında güçlü bir korelasyon bulunduğu, ayrıca belirli iş stresörlerinin de bu sendromun gelişiminde etkili olabileceği belirtilmektedir. Özellikle örgütsel yeniden yapılanma ve değişim süreçleri, çalışanlar arasında gözlenen belirgin stres kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır (Kinman & Clements, 2011). Araştırmada, HBS ile iş stresi arasındaki pozitif ilişki eğiliminin yalnızca kadın katılımcılar arasında gözlemlendiği belirlenmiştir. Ayrıca, fizyolojik stres düzeyleri ile iş stresi arasındaki anlamlı korelasyonun da yine yalnızca kadın grubunda ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Hansen, Meyer, & Gyntelberg, 2008).

HBS ve Demografik göstergiler: Aynı yapı içerisinde değerlendirildiğinde, HBS semptomlarının kadınlarda erkeklere kıyasla daha yüksek oranda görüldüğü tespit edilmiştir. Eğitim düzeyi, çalışma koşulları, görev tanımları ve çeşitli psikososyal faktörler gibi bireysel değişkenler, cinsiyetler arasındaki HBS sıklığını hem olumlu hem de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. HBS'nin ortaya çıkışında etkili teknik faktörler arasında ise binanın yaşı, iç mekandaki nem oranı, fotokopi makineleri ve nemlendirici cihazların varlığı gibi unsurlar öne çıkmaktadır.

Zweers ve çalışma arkadaşlarının Hollanda'da 61 ofis ortamında görev yapan 7.043 katılımcı (bunların %65'i kadın) üzerinde yürüttükleri araştırma, HBS semptomlarının binalardaki havalandırma ve nemlendirme sistemleriyle anlamlı bir ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bulgular, özellikle kadınlarda deri, göz ve burun semptomlarının daha yaygın olduğunu; ayrıca ısı, hava kalitesi, aydınlatma ve gürültü gibi iç mekan iklimiyle bağlantılı rahatsızlıkların bu grupta daha belirgin biçimde raporlandığını göstermektedir (Nag, 2019).

S. Gupta ve çalışma arkadaşlarının bulgularına göre, HBS'nin görülme sıklığı yaş değişkenine bağlı olarak farklılık göstermektedir. 20-29 yaş aralığındaki bireylerde HBS belirtileri daha yaygın şekilde gözlemlenirken, 50-59 yaş aralığındaki katılımcılarda herhangi bir semptom rapor edilmemiştir. Toplam bina doluluk oranının %34'ünü kadınlar, %66'sını erkekler oluşturmalarına rağmen, kadın çalışanların tüm katlarda ve kontrol kulesinde erkeklere oranla yaklaşık %50 daha yüksek düzeyde HBS semptomu gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, kadın cinsiyetinin HBS belirtilerine karşı erkeklere kıyasla daha yüksek duyarlılığa sahip olduğunu ve bu nedenle benzer semptomların ortaya çıkması için daha düşük düzeyde kirlenmeye maruz kalmanın yeterli olabileceğini ortaya koymaktadır. Çeşitli ülkelerde yürütülen önceki araştırmalar da benzer şekilde, kadınların HBS semptomlarına karşı erkeklerden daha hassas olduklarını göstermiştir (Sanjeev Gupta, 2007).

6. HBS ÖNLEMLERİ

HBS'nin ekonomik yönü, özellikle endüstriyel yapılarda ve ofis ortamlarında çalışan bireylerin iş verimliliği üzerinde yarattığı olumsuz etkiler açısından büyük önem taşımaktadır. 1970'lerin sonlarından itibaren, araştırmacılar ofis çalışanlarının sık hastalanma, yorgunluk ve genel rahatsızlık hissi gibi şikayetlerinde belirgin bir artış olduğunu rapor etmişlerdir. Bu tarihten bu yana gerçekleştirilen çok sayıda bilimsel çalışma, modern ofis ortamlarının, bireylerin fizyolojik ve psikolojik iyilik hallerini olumsuz yönde etkileyebilecek şekilde tasarlanmış olabileceğini ve bu durumun işverenler açısından ciddi ekonomik kayıplara yol açtığını doğrulamaktadır. Toplumun üretken kesiminde iş gücü performansını düşüren bu "görünmez sendrom", farklı yöntemlerle azaltılabilir veya kontrol altına alınabilir. Bu bağlamda, havalandırma sistemlerinin modernize edilmesi ve iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi, HBS'nin olumsuz etkilerini hafifletmede öncelikli önlemler arasında yer almaktadır (Львов, 2017).

HBS şüphesi mevcutsa, ilk aşamada yapılması gereken, bina içinde veya dışında bir bulaşıcı etken kaynaklı salgın olup olmadığının ve olası kirlenici kaynaklarının varlığının sistematik biçimde değerlendirilmesidir. Bu incelemeler sonucunda herhangi bir enfeksiyöz veya kimyasal kirlenme kaynağı saptanmadığı takdirde, bir sonraki adım olarak havalandırma sisteminin kapsamlı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Havalandırma sistemine ait ana kanalların, filtrelerin ve mekanik aksamın düzenli olarak temizlenmesi ve bakımlarının zamanında yapılması, iç mekan hava kalitesinin korunması açısından vazgeçilmez bir gerekliliktir. Filtrelerin bakımının ihmal edilmesi durumunda, dış ortam kirlenicilerinin filtreleme kapasitesi azalmakta, ayrıca filtre yüzeylerinde toz, bakteri ve mantar birikimi meydana gelmektedir. Bunun yanı sıra, kapalı ortama özgü kirlenicilerin uzaklaştırılamaması, zamanla bu maddelerin mekan içerisinde birikmesine yol açmakta ve hava kalitesini ciddi biçimde düşürmektedir. Bu nedenle, havalandırma sistemlerinin düzenli denetimi, bakımı ve hijyenik koşullarda işletilmesi, HBS'nin ortaya çıkışını önlemede ve iç mekan sağlığını korumada kritik öneme sahiptir.

Loftness ve Hartkopf (2003) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, ofis ortamlarında havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesinden önce ve sonra çalışan üretkenliği karşılaştırılmış, iyileştirme sonrasında yaklaşık %11 oranında bir artış tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Yoon Chae (2011) tarafından yürütülen araştırmada, ofis içi havalandırma oranının saniyede 5 litreden 20 litreye çıkarılmasının, çalışan verimliliğinde yaklaşık %8 oranında artışa yol açtığı belirlenmiştir (Park & Yoon, 2011). Bu bulgular, havalandırma kalitesinin yalnızca iç mekan sağlığı açısından değil, aynı zamanda çalışanların performansı ve üretkenliği üzerinde de önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. 2014 yılında Dünya Yeşil Binalar Konseyi (WGBC) tarafından gerçekleştirilen bir araştırma, uygun biçimde tasarlanmış havalandırma sistemlerinin, tek başına bile sağlık hizmeti maliyetlerinde %0,8 ila %1,3 oranında tasarruf sağlayabileceğini ve çalışan üretkenliğini %3 ila %18 arasında artırabileceğini ortaya koymuştur.

Bu veriler, HBS'nin etkilerini azaltmayı amaçlayan modernizasyon süreçlerinin, toplumun sosyo-ekonomik yapısı açısından kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Kısa bir değerlendirme yapmak gerekirse, bu modernleşme sürecinin teorik temellerinin daha kapsamlı biçimde ele alınması ve konuyla ilgili bilimsel araştırmaların derinleştirilmesi, hem bina tasarımı hem de çalışan sağlığı politikaları açısından büyük önem arz etmektedir (Львов, 2017). Alınması gereken tedbirlerin sınıflandırması şu biçimde ortaya konulabilir (Karaçar, 2021):

Yapı malzemelerinin doğru kullanımına yönelik önlemler: Bina tasarımında doğal yapı malzemelerinin kullanımına öncelik verilmelidir. İç ve dış cephelerde uygun doku ve renk seçimleri yapılmalı; kurşun ve asbest içermeyen, insan sağlığına zararsız boyaların tercih edilmesi sağlanmalıdır. Yapı geometrisi ve ölçüleri, doğal aydınlatmadan en üst düzeyde yararlanacak biçimde planlanmalı, ışıklandırma ve renklendirme yöntemleri çevreyle uyumlu olarak uygulanmalıdır. Ayrıca, çevreye zarar vermeyen ve sürdürülebilir nitelikte ısı yalıtım malzemelerinin kullanılması gerekmektedir.

Yapıların tasarımı, konumlandırılması ve ilişkisel düzenlemelerine yönelik önlemler: Yerleşim alanlarının planlanmasında, konut-iş çevresi ve ulaşım bağlantılarının mesafe açısından dengeli biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Binaların konumlandırılmasında hakim rüzgar yönü ile kuzey-güney aksı dikkate alınmalı, yapılar sağlıklı ve konforlu bir iç mekan iklimi oluşturacak şekilde tasarlanmalıdır. İç mekanların sağlıklı koşullara sahip olabilmesi için yeterli dış hava sirkülasyonunun sağlanması, partikül, gaz, buhar ve biyolojik kirleticilerin minimum seviyede tutulması, ayrıca uygun sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin korunması zorunludur.

Yapı iklimlendirmesinin optimizasyonuna yönelik önlemler: İç mekan iklimlendirmesinde, hava geçirgenliği olan cephe sistemlerinin kullanılması önerilmektedir. Yapıların kullanım alanları, manzara veya estetik kaygılar haricinde, güneş ışığından en iyi şekilde yararlanmak amacıyla güney yönünde konumlandırılmalıdır. Ayrıca avlu, teras ve bahçe gibi yarı açık mekanların biyofilik tasarım ilkelerine uygun biçimde düzenlenmesi önemlidir. Havalandırma sistemlerinin nem ve sıcaklık kontrolü açısından düzenli olarak bakımının yapılması; aspiratör ve kurutucu bacalarının dış ortama yönlendirilmesi gerekmektedir. Optimum iç mekan sıcaklığının sağlanması ve doğru aydınlatma koşullarının oluşturulması, uygun havalandırma ile ortamların düzenli olarak temizlenmesi, halı ve döşemelerde kir birikiminin önlenmesi, doğal zemin kaplama malzemelerinin tercih edilmesi, havalandırma kanalları, pencereler ve geçiş alanlarının doğru şekilde konumlandırılması temel önlemler arasındadır. Ayrıca, yapı inşa sürecinde havalandırma sistemlerinin uygun biçimde seçilmesi ve silinebilir yüzeylerde etkili temizlik yöntemlerinin uygulanması zorunludur.

HBS'nin ortaya çıkma olasılığını azaltmak amacıyla aşağıda belirtilen stratejiler önerilmektedir (Yusuf Samaila, 2024):

1. Havalandırmanın Optimizasyonu: Yeterli hava sirkülasyonunun sağlanabilmesi için uygun şekilde tasarlanmış ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri kullanılmalıdır. Bu sistemlerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve bakımlarının yapılması, mikrobiyal kirlenme ve hava durağanlığının önlenmesi açısından önemlidir.

2. İç Mekan Hava Kalitesi (İMHK) Yönetimi: Uçucu organik bileşikler (UOB), karbon monoksit (CO) ve partikül maddeler (PM) gibi temel kirleticilerin sürekli izlenmesini içeren kapsamlı bir iç hava kalitesi yönetim planı uygulanmalıdır.

3. Nem ve Rutubet Kontrolü: Biyolojik kirlenmenin önüne geçebilmek için nem birikimi engellenmelidir. Bunun için etkili drenaj sistemleri kurulmalı, su geçirmez yapı malzemeleri kullanılmalı ve iç ortam bağıl nem düzeyi %30–60 aralığında tutulmalıdır.

4. Temizlik ve Bakım Protokolleri: Toz, kir ve diğer kirletici birikimlerini önlemek amacıyla düzenli temizlik ve bakım programları oluşturulmalıdır.

5. Kirletici Kaynakların Kontrolü: Uçucu organik bileşikler (VOC) yayan malzemeler, pestisitler ve radon gibi iç mekan kirletici kaynaklarının belirlenmesi, izole edilmesi ve ortadan kaldırılması, maruziyet risklerinin azaltılmasında temel bir öneme sahiptir.

6. Kullanıcı Bilinçlendirmesi: Kullanıcıların HBS, nedenleri ve önleme yolları hakkında eğitilmesi, farkındalığın artırılmasını ve sağlıklı iç ortam koşullarının korunmasını sağlar.

7. Sürdürülebilir Bina Tasarımı: Doğal havalandırma olanaklarının artırılması, toksik olmayan yapı malzemelerinin tercih edilmesi ve yeşil alanların bina tasarımına entegre edilmesi gibi önleyici yaklaşımların benimsenmesi hem sağlık hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemlidir.

8. Rutin Yapı Değerlendirmeleri: Su sızıntısı, küf oluşumu veya yetersiz havalandırma gibi potansiyel HBS nedenlerinin erken tespiti için düzenli denetimler yapılmalıdır.

9. Kullanıcı Katılımı: Çalışanların veya bina kullanıcılarının hava kalitesiyle ilgili gözlemlerini bildirmeleri ve iyileştirme önerilerinde bulunmaları teşvik edilmelidir. Bu katılım, önleme sürecinin etkinliğini artırmaktadır.

10. Mevzuata Uyum: İş sağlığı ve güvenliği standartları ile İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurumu (Occupational Safety and Health Administration - OSHA) ve Engelli Amerikalılar Yasası (Americans with Disabilities Act - ADA) gibi düzenlemelere uyum sağlanması, sağlıklı iç mekan koşullarının sürdürülebilirliği için gereklidir.

Bu önleyici stratejilerin sistematik biçimde uygulanmasıyla, bina tasarımcıları, yöneticileri ve kullanıcıları HBS risklerini önemli ölçüde azaltabilir ve daha sağlıklı iç mekan ortamları oluşturabilirler.

8. HBS YÖNETİMİ

HBS'nin etkili bir şekilde yönetilebilmesi, sorunun kök nedenlerini tanımlamayı, ortadan kaldırmayı ve yeniden oluşumunu önlemeyi amaçlayan çok boyutlu bir yaklaşım gerektirmektedir. HBS'nin ortaya çıkışını ve etkilerini azaltmak amacıyla aşağıdaki kontrol stratejileri önerilmektedir (Yusuf Samaila, 2024):

İç Mekan Hava Kalitesinin Yönetimi

1. Havalandırmanın Artırılması: Hava değişim oranlarının yükseltilmesi ve sürekli taze hava akışının sağlanması, iç ortam kirleticilerinin yoğunluğunu azaltmada önemli rol oynamaktadır.

2. Gelişmiş Filtrasyon Sistemleri: Yüksek verimli hava filtrelerinin kullanımı, uçucu organik bileşikler (VOC), partikül maddeler ve diğer hava kirleticilerinin ortamdaki uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

3. Hava Arıtma Teknolojileri: Gaz, koku ve kimyasal kirleticilerin giderilmesinde hava arıtıcı sistemlerin kullanımı etkili bir yöntemdir.

Kirletici Kaynaklarının Belirlenmesi ve Kontrolü

1. Kaynak Tespiti ve Ortadan Kaldırılması: Uçucu organik bileşikler (Volatile Organic Compounds – VOC) yayan malzemeler, pestisitler ve radon gibi kirletici kaynaklarının belirlenip ortamdaki uzaklaştırılması gereklidir.

2. Düşük Emisyonlu Malzeme Kullanımı: Yapı, tadilat ve bakım süreçlerinde toksik olmayan veya düşük emisyonlu malzemelerin tercih edilmesi, iç ortam hava kirliliğini azaltmaktadır.

3. Entegre Zararlı Yönetimi (Integrated Pest Management - IPM): Pestisit kullanımını en aza indiren ve haşere kontrolünü sürdürülebilir şekilde sağlayan IPM stratejilerinin uygulanması önerilmektedir.

Nem ve Rutubet Kontrolü

1. Sızıntıların ve Su Hasarlarının Onarımı: Nem birikimini ve mikrobiyal üremeyi önlemek için su sızıntılarının ve hasarlı alanların zamanında onarılması önemlidir.

2. Drenaj Sistemlerinin İyileştirilmesi: Binaların çevresinde uygun drenajın sağlanması, su birikimi ve rutubet oluşumunu engellemektedir.

3. Neme Dayanıklı Malzeme Kullanımı: İnşaat ve yenileme aşamalarında nem direnci yüksek malzemelerin tercih edilmesi önerilmektedir.

Kullanıcı Bilinçlendirmesi ve Katılımı

1. Eğitim ve Bilgilendirme: Kullanıcıların HBS'nin nedenleri, belirtileri ve önleme yöntemleri konusunda bilgilendirilmesi farkındalık düzeyini artırmaktadır.
2. Katılımın Teşvik Edilmesi: Kullanıcıların iç hava kalitesiyle ilgili gözlemlerini bildirmeleri ve önerilerde bulunmaları, erken müdahale açısından önemlidir (Alzahrani & Alghamdi, 2020).

Yapı Bakımı ve Denetimi

1. Periyodik Bakım Faaliyetleri: HVAC sistemlerinin düzenli olarak bakımının yapılması ve filtrelerin zamanında değiştirilmesi, iç hava kalitesini iyileştirir.
2. Rutin Yapı Denetimleri: Su sızıntısı, küf oluşumu veya havalandırma arızaları gibi potansiyel HBS nedenlerinin belirlenmesi için düzenli denetimler yapılmalıdır.

Tıbbi İzlem ve Müdahale

1. Sağlık Değerlendirmesi: HBS semptomları yaşayan bireylere yönelik profesyonel tıbbi değerlendirmeler sağlanmalıdır.
2. Tıbbi Müdahale Planı: HBS ile ilişkili sağlık sorunlarına yönelik acil müdahale ve izleme protokollerinin oluşturulması gerekmektedir.

Bu önleyici ve düzeltici stratejilerin tutarlı biçimde uygulanması, bina yöneticilerinin ve kullanıcıların HBS'nin olumsuz etkilerini en aza indirmesine ve daha sağlıklı, sürdürülebilir iç mekan koşullarının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

SONUÇ

HBS, yapıların teknik ve fiziksel özellikleri ile iç ortam havasının, bu yapıları kullanan veya içerisinde yaşayan bireyleri biyolojik ve psikolojik açıdan olumsuz biçimde etkilemesi sonucunda ortaya çıkan bir durum olarak değerlendirilmektedir. Bu sendromun incelenmesi, disiplinler arası farklı bakış açılarını gerekli kılmaktadır. Mimarlık ve mühendislik bilimleri açısından HBS, yapısal tasarım ve teknik altyapı bağlamında ele alınırken; sosyal bilimler, sendromun psikolojik ve sosyo-çevresel etkilerine odaklanmaktadır. Sağlık bilimleri ise söz konusu yapıların insan sağlığı ve genel olarak çevre sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. HBS'nin önlenmesinde en etkili yöntem, binaların ve havalandırma sistemlerinin uygun biçimde tasarlanması, kullanıcıların yeterli düzeyde doğal ışığa erişiminin sağlanması ve bireysel ısıtma ile havalandırma kontrol olanaklarının geliştirilmesidir. Yapılarda gerekli düzeltici önlemler uygulandıktan sonra, yapının fiziksel, sosyal, iç ve dış çevresel özelliklerinin incelenmesi; bu çevredeki olumsuz faktörlerin ve kullanıcı sağlığını olumsuz etkileyen nedenlerin belirlenerek buna yönelik müdahalelerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yapı biyolojisi disiplini aracılığıyla, binaların ve yerleşim alanlarının hastalık oluşumuna ve çevresel kirliliğe nasıl katkıda bulunduğu saptanabilmekte; aynı zamanda çevre sağlığını gözetken ve insan odaklı sağlıklı bina tasarımlarının geliştirilmesi mümkün olmaktadır (Karaçar, 2021).

İç mekan hava kalitesinin yüksek olması, çalışanların fiziksel ve psikolojik refahının sürdürülebilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda bu durum, ofis ortamlarında iş verimliliğini ve performans düzeyini artıran temel belirleyici faktörlerden biridir. Çalışanların, fotokopi makineleri ve yazıcılar gibi kimyasal emisyon kaynaklarından uzak durmaları önerilmektedir. İş yerlerinde düzenli ve kapsamlı temizlik uygulamaları yapılmasının, HBS'nin önlenmesine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Kapalı ortamlarda sıcaklık değerlerinin optimum düzeyde tutulması, nem ve karbondioksit (CO₂) oranlarının dengelenmesi, mikrobiyal üremenin önlenmesi ve havalandırma sistemlerinde mikrobiyal amplifikasyonun en aza indirilmesi durumunda, bu etmenlerin çalışanların nazal mukozası üzerindeki olumsuz etkileri azaltılabilir ve dolaylı olarak mukozal ödem oluşumuna yol açan fizyolojik tepkilerin önüne geçilebilir. Ayrıca, yoğun kentleşme ve sınırlı arazi kullanımı sonucu ortaya çıkan yüksek katlı yapılaşmanın yaygın olduğu büyük şehirlerde, yetersiz havalandırma ve iç mekan kirliliği kaynaklarının ortadan kaldırılması, HBS'ye bağlı semptomların şiddetinin artmasını önleyebilir (Babayeva & Doğan, 2025).

HBS ile ilişkili çevresel ve bireysel etkenlerin oldukça çeşitli olduğu; bu faktörlerin etkileşimi sonucunda ortaya çıkan bileşik etkinin, binalarda çalışan veya ikamet eden bireylerin fizyolojik ve psikolojik sağlıkları üzerinde belirgin olumsuz sonuçlar doğurabileceği ileri sürülebilir. Mevcut bulgular, iç mekan koşullarının iyileştirilmesi ve bireysel duyarlılıkların dikkate alınması gerekliliğinin, HBS risklerinin azaltılmasında kritik bir rol oynadığını göstermektedir. HVAC (ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) sistemlerinin tasarımı ve işletim biçimi, doğrudan bir etken olmasa da, mekan içi hava kalitesi ve HBS oluşum riski üzerinde belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle, kullanıcıların sağlık ve güvenliğinin korunması amacıyla bu sistemlerin verimli, dengeli ve sürdürülebilir bir şekilde çalışması zorunludur. Dolayısıyla, çevresel değişkenlerin, hava kalitesi parametrelerinin ve yapı malzemelerinin titizlikle analiz edilmesi gerekmektedir. Nitelikli bir havalandırma sistemi; temiz havayı iç ortama yeterli düzeyde sağlayabilmeli, kirli havayı etkin biçimde uzaklaştırabilmeli ve iç mekan kirlitici konsantrasyonlarını minimize edebilmelidir. Sonuç olarak, HBS'nin önlenmesi ve kontrol altına alınmasında, yalnızca teknik sistemlerin değil, bütüncül bir çevresel yönetim anlayışının benimsenmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, hem çalışan sağlığının korunmasını hem de sürdürülebilir bina performansının artırılmasını mümkün kılacaktır.

Yapılan bilimsel araştırmalar, sağlık hizmeti sunulan ortamlarda görev yapan çalışanların sağlık durumları üzerinde belirleyici bir rol oynayan çevresel faktörlerin —özellikle gürültü, aydınlatma ve havalandırma koşullarının— önemli etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, sağlık çalışanlarının mesleki refahını ve fizyolojik sağlığını koruyabilmek için çevresel koşulların sistematik biçimde iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışma ortamındaki sıcaklığın, HBS semptomları üzerinde doğrudan ve belirgin bir etkisinin bulunmadığı ifade edilmekle birlikte, bağıl nem, karbondioksit (CO₂) düzeyi ve partikül madde yoğunluğu gibi diğer çevresel değişkenlerin, HBS ile ilişkili sağlık sorunları üzerinde daha güçlü bir etki yarattığı gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda, sağlık kurumlarında HBS'nin önlenmesi temel bir hedef olarak ele alınmalı; sıcaklık kontrolü ile birlikte iç mekan hava kalitesinin ve nem dengesinin eş zamanlı olarak düzenlenmesi sağlanmalıdır. Ayrıca, bazı çevresel etmenlerin —özellikle mikrobiyal çoğalma, yetersiz hava sirkülasyonu ve ısı-nem dengesizlikleri— sağlık çalışanlarının nazal mukozası gibi biyolojik yapılarda fizyolojik tepkimelere yol açtığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu faktörlerin bir araya gelmesiyle HBS'ye benzer çevresel kaynaklı sağlık sorunlarının ortaya çıkma olasılığı artmakta; bu da sağlık hizmeti ortamlarında bütüncül bir çevresel yönetim anlayışının benimsenmesini zorunlu kılmaktadır.

HBS'nin önlenmesi ve etkilerinin azaltılmasına yönelik temel stratejiler arasında; havalandırma sistemlerinin etkinliğinin artırılması, iç mekan hava kalitesinin iyileştirilmesi ve psikososyal stres faktörlerinin yönetimi yer almaktadır. HBS ile iş stresi arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalarda, bu ilişkinin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterebildiği, ancak fizyolojik stres belirtilerinin her zaman HBS ile doğrudan bir korelasyon sergilemediği bulgularla ortaya konmuştur.

Cinsiyet ve yaş değişkenlerinin HBS semptomları üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular incelendiğinde, kadınların erkeklere kıyasla HBS'ye karşı daha duyarlı oldukları görülmektedir. Bu durumun yalnızca binalardaki çevresel koşullar, havalandırma düzeyi ve nem kontrolü ile değil, aynı zamanda psikososyal etmenlerle de yakından ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca, HBS'nin yaş ve cinsiyet faktörlerine bağlı olarak farklılık gösterdiği göz önüne alındığında, bu demografik değişkenlerin daha kapsamlı ve çok boyutlu biçimde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılabilir. Araştırma bulguları, HBS'nin yalnızca çevresel unsurlardan değil; aynı zamanda çalışılan birim, işin niteliği, örgütsel koşullar ve bireysel özellikler gibi faktörlerden de etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Bu doğrultuda, söz konusu faktörlerin düzenli olarak izlenmesi, değerlendirilmesi ve etkin biçimde yönetilmesi, çalışanlarda görülebilecek sağlık risklerinin azaltılmasına ve daha sağlıklı bir çalışma ortamının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Arikan, I., Tekin Ö, F., & Erbas, O. (2018). Relationship between sick building syndrome and indoor air quality among hospital staff. *Med Lav*, 109(6), 435-443. doi:10.23749/mdl.v110i6.7628

Babayeva, A., & Doğan, A. (2025). Hasta Bina Sendromu ve Çalışanlar Üzerinde Etkileri. In O. Yılmaz (Ed.), *Sosyal, İnsan ve İdari Bilimlerde Öncü ve Yenilikçi Çalışmalar* (pp. 397-419): All Sciences Academy.

Baechler, M. C. (1991). *Sick building syndrome : sources, health effects, mitigation*. Park Ridge, N.J.: Noyes Publications.

Blair, A., Stewart, P., O'Berg, M., Gaffey, W., Walrath, J., Ward, J., . . . Cubit, D. (1986). Mortality among industrial workers exposed to formaldehyde. *J Natl Cancer Inst*, 76(6), 1071-1084.

Brown, R. C., Hoskins, J. A., Miller, K., & Mossman, B. T. (1990). Pathogenetic mechanisms of asbestos and other mineral fibres. *Molecular Aspects of Medicine*, 11(5), 325-349. doi:[https://doi.org/10.1016/0098-2997\(90\)90002-J](https://doi.org/10.1016/0098-2997(90)90002-J)

EPA, U. (1991). *Sick Building Syndrome, Indoor Air Facts No. 4 (revised)*.

Ezratty, V. (2003). The sick building syndrome (SBS). *Presse Med*, 32(33), 1572-1579.

Fisk, W. J. (2002). How IEQ affects health, productivity. *ASHRAE Journal*, 44(5), 56-60. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/2dq7g159#main>

Fu, X., Norbäck, D., Yuan, Q., Li, Y., Zhu, X., Hashim, J. H., . . . Sun, Y. (2021). Association between indoor microbiome exposure and sick building syndrome (SBS) in junior high schools of Johor Bahru, Malaysia. *Science of The Total Environment*, 753, 141904. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141904>

Hansen, Å. M., Meyer, H. W., & Gyntelberg, F. (2008). Building-related symptoms and stress indicators. *Indoor Air*, 18(6), 440-446. doi:10.1111/j.1600-0668.2008.00571.x

Hoang Quoc, C., Vu Huong, G., & Nguyen Duc, H. (2020). Working Conditions and Sick Building Syndrome among Health Care Workers in Vietnam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3635. Retrieved from <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/10/3635>

Jacobson, M. Z. (2002). *Atmospheric Pollution: History, Science, and Regulation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Karaçar, P. (2021). Konut sağlığı ve hasta bina sendromu. *SD (Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü) Dergisi*, 52-55. Retrieved from <https://sdplatform.com/konut-sagligi-ve-hasta-bina-sendromu/>

Kinman, G., & Clements, A. (2011). The Role of Demographic and Psychosocial Factors in Predicting SBS Symptoms in Workplaces. In S. A. Abdul-Wahab (Ed.), *Sick Building Syndrome: in Public Buildings and Workplaces* (pp. 393-404). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Morris, B. M., Kevin, K., & Victor, M. C. (2000). The role of stress and social support in Sick Building Syndrome. In *Work & Stress* (Vol. 14, pp. 137-155): Informa UK Limited.

Nag, P. K. (2019). *Health, Safety and Environment* (1 ed.): Springer Singapore.

Niza, I. L., da Luz, I. M., de Souza, M. P., & Broday, E. E. (2025). Hierarchical and two-step clustering to assess symptoms of sick building syndrome in office spaces in an educational building. *Architectural Engineering & Design Management*, 21(4), 603-620. doi:10.1080/17452007.2024.2371157

O.Özyaral, Keskin, Y., & Hayran, O. (2006). *Mimari Yapının Hasta Bina Sendromu Üzerindeki Etkileri*. Paper presented at the II. Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi, Ankara.

Park, J. S., & Yoon, C. H. (2011). The effects of outdoor air supply rate on work performance during 8-h work period. *Indoor Air*, 21(4), 284-290. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2010.00700.x>

Redlich, C. A., Sparer, J., & Cullen, M. R. (1997). Sick-building syndrome. *Lancet*, 349(9057), 1013-1016. doi:10.1016/s0140-6736(96)07220-0

Saed, M. Y., Gallad, D., Abdi, M. S., Mohamud Hayir, T. M., Shafie Abdulkadir, H., & Abdi, G. (2023). Sick building syndrome and its associated factors among adult people living in Hodan district Moqadishu Somalia. In *Frontiers in Built Environment* (Vol. 9): Frontiers Media SA.

Sanjeev Gupta, M. K., Radha Goyal. (2007). Sick building syndrome—A case study in a multistory centrally air-conditioned building in the Delhi City. *Building and Environment*, 42(8), 2797-2809. doi:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.013>.

Sebarchievici, C., & Sarbu, I. (2011). Olfactory Comfort Assurance in Buildings. In *Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality* ISBN: 9789533073163: InTech.

Sykes, J. M. (1989). Review paper: Sick building syndrome. *Building Services Engineering Research & Technology*, 10(1), 1-11. doi:10.1177/014362448901000101

Vesitara, R. A. K., & Surahman, U. (2019). Sick building syndrome: Assessment of school building air quality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1375(1), 012087. doi:10.1088/1742-6596/1375/1/012087

Wittczak, T., Walusiak, J., & Pałczyński, C. (2001). "Sick building syndrome"--a new problem of occupational medicine. *Med Pr*, 52(5), 369-373.

Yusuf Samaila, B. (2024). A Review on Sick Building Syndrome (SBS). *Asian Journal of Science, Technology, Engineering, and Art*, 3, 68-68-80. doi:10.58578/ajstea.v3i1.4280

Львов, И. В., Мамаев, Н. Г., Тарасов, В. И., & Ушков, С. М. (2017). Модернизационные Процессы, Направленные На Снижение "Синдрома Больного Здания". *Казанская наука*, 4, 18-20.

**ASPECTS OF DIGITAL TRANSFORMATION IN SOLVING CLIMATE CHANGE
PROBLEMS IN THE CONTEXT OF COP29 CHALLENGES**

Alovsat Aliyev

Doctor of economic sciences, professor, Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1174-8036>

Sudaba Abasova

Institute of Information Technology, Baku, Azerbaijan

Abstract

The relationship between digital transformation and climate change is one of the most pressing problems of the modern era. Their wide-ranging effects are felt all over the world. Climate change is recognized by many countries as one of the most important global challenges of the century. The article analyzes the role of digital transformations and emerging issues in solving climate change problems against the background of the new challenges of COP29. Digital technologies, including artificial intelligence, Big Data, and the Internet of Things, which have a significant positive impact on these processes, play an important role in combating climate change. In addition, the potential for the application of digital technologies such as artificial intelligence, big data, and IoT in environmental protection is examined. Special attention is paid to solving the problems of technological inequality between different countries, infrastructure deficiencies, and cybersecurity risks. The increasing relevance of the problem of global and regional environmental and climate change is justified by the growing impact of anthropogenic factors, including the continuous increase in the concentration of carbon dioxide and other greenhouse gases in the atmosphere. Thus, digital technologies allow for more efficient use of resources, energy supply and production processes, and reduce waste of resources by collecting more accurate data. In the field of environmental monitoring, big data and sensors are used in the analysis of climate change, creating conditions for timely monitoring of environmental changes and taking preventive measures. Accelerating the development of energy sources or clean technologies in the development of green technologies can also create new opportunities.

The article provides some recommendations for solving climate change problems by effectively using digital capabilities.

Keywords: climate change, digital transformation, green technologies, green energy, carbon neutral economy, Artificial intelligence methods

**İQLİM DƏYİŞİKLİYİ PROBLEMLƏRİNİN COP29 ÇAĞIRIŞLARI KONTEKSTİNDƏ
HƏLLİNİN RƏQƏMSAL TRANSFORMASIYA ASPEKTLƏRİ**

Xülasə

Rəqəmsal transformasiya və iqlim dəyişikliyi arasındakı əlaqələr müasir dövrün ən aktual problemlərindəndir. Onların geniş təsirləri bütün dünyada hiss olunur. İqlim dəyişikliyi bir çox ölkələr tərəfindən əsrin ən mühüm qlobal çağırışlarından biri kimi qəbul edilir. Məqalədə iqlim dəyişikliyi problemlərinin həllində COP29-un yeni çağırışları fonunda rəqəmsal həll transformasiyalarının rolu və qarşıya çıxan məsələlər təhlil olunmuşdur. Bu proseslərə əhəmiyyətli dərəcədə müsbət təsir göstərən rəqəmsal texnologiyalar, o cümlədən süni intellekt, Big Data, əşyaların interneti iqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə mühüm rol oynayır. Bundan əlavə, Süni intellekt, böyük verilənlər və IoT kimi Rəqəmsal texnologiyaların ətraf mühitin qorunmasında tətbiqi potensialı araşdırılmışdır. Müxtəlif ölkələr arasında texnoloji bərabərsizlik, infrastruktur çatışmazlıqları və kibertəhlükəsizlik riskləri problemlərinin həllinə xüsusi diqqət yetirilmişdir. Qlobal və regional ekoloji və iqlim dəyişikliyi probleminin detdikcə artan

aktuallığı antropogen amillərin böyüyən təsiri, o cümlədən atmosferdə karbon qazı və digər istixana qazlarının konsentrasiyasının davamlı artması ilə əsaslandırılır. Belə ki, rəqəmsal texnologiyalar resursların daha effektiv istifadəsi sahəsində, enerji təchizatında və istehsal proseslərində daha dəqiq məlumatlar toplayaraq resursların israfını azaltmağa imkan verir. Ətraf mühitin monitorinqi sferasında İqlim dəyişikliyinə təhlilində böyük məlumatlar və sensorlardan istifadə edilərək, ətraf mühitdəki dəyişiklikləri vaxtında izləməyə və qabaqleyici tədbirlər görməyə şərait yaranır. Yaşıl texnologiyaların inkişaf etdirilməsində enerji mənbələrinin və ya təmiz texnologiyaların inkişafını sürətləndirmək də yeni imkanlar yarada bilər. Məqalədə Rəqəmsal imkanlardan effektiv istifadə edilməklə iqlim dəyişikliyi problemlərinin həlli üzrə bəzi tövsiyələr verilmişdir.

Açar sözlər: İqlim dəyişikliyi, rəqəmsal transformasiya, yaşıl texnologiyalar, yaşıl enerji, karbon neytral iqtisadiyyat, Süni intellekt metodları.

GİRİŞ

Müasir dünyanı təhlükəyə salan əsas global problemlərdən biri də iqlim dəyişikliyidir. İqlim dəyişikliklərinin canlı aləmə təsiri dünya birliyini getdikcə daha çox narahat etməkdədir. Qeyri-sabit hava şəraiti dünyanın bir sıra ölkələrində hiss olunmaqda və yeni problemlər yaratmaqdadır. İntensiv quraqlıqlar, su qıtlığı, şiddətli yanğınlar, dağıdıcı zəlzələlər, güclü vulkanlar, dəniz səviyyəsinin qalxması, böyük daşqınlar, nəhəng fırtınalar, görünməmiş istilik dalğaları, qütb buzlarının əriməsi, fəlakətli tufanlar, biomüxtəlifliyin azalması, vəhşi təbiət növlərinin itkisi və s. baş verməkdə olan fəvqəladə iqlim şəraitinin tamamilə aşkar əlamətləridir. Bütün dünyada milyonlarla insan ciddi geosiyasi münaqişələr və gərginliklərlə, daha da ağırlaşan enerji, qida, su və yaşayış dəyərləri sahələrində eyni vaxtda baş verən böhranların təsiri ilə üzləşir.

İqlim dəyişikliyi problemlərini yaradan istixana qazı emissiyaları atmosferdə müvafiq karbon və metan qazlarının artması nəticəsində əmələ gəlir. Belə ki, nəqliyyat vasitələrində benzindən, binanı qızdırmaq üçün kömürdən istifadə edilməsi, meşə yanğınları, meşələrin qırılması zamanı karbon qazı, zibil poliqonlarında isə metan qazı emissiyaları yaranır. Beləliklə enerji, sənaye, nəqliyyat, binalar, kənd təsərrüfatı, torpaqdan istifadə və s. emissiyaların əsas mənbələrinə çevrilməkdədir.

Hazırkı dövrdə istixana qazlarının konsentrasiyası son 2 milyon ilin ən yüksək səviyyəsinə, metan və azot oksid konsentrasiyaları isə ən azı 800.000 ildə ən yüksək həddə çatmış və emissiyaların artması getdikcə davam edir. Yer atmosfer qatında üç əsas istixana qazının - karbon dioksid(CO₂), metan(CH₄) və azotoksidinin(NO) atmosferdəki konsentrasiyası son illərdə rekord həddə çatmışdır [1]. Bu kimi iqlim dəyişikliyinə qarşı əsas mübarizə metodlarından olan rəqəmsal transformasiya problemlərinin öyrənilməsi və həmin problemlərin həll edilməsi ümumi dövlət və ictimaiyyət əhəmiyyətli işdir.

RƏQƏMSAL TRANSFORMASIYA VƏ İQLİM DƏYİŞİKLİYİ ARASINDAKI ƏLAQƏLƏR

Rəqəmsal transformasiya və iqlim dəyişikliyi arasındakı əlaqələr müasir dövrün ən aktual problemlərindəndir. Onların geniş təsirləri bütün dünyada hiss olunur. İqlim dəyişikliyi bir çox ölkələr tərəfindən əsrin ən mühüm global çağırışlarından biri kimi qəbul edilir.

Global və regional ekoloji və iqlim dəyişikliyi probleminin detdikcə artan aktuallığı antropogen amillərin böyüyən təsiri, o cümlədən atmosferdə karbon qazı və digər istixana qazlarının konsentrasiyasının davamlı artması ilə əsaslandırılır. Bu proseslərə əhəmiyyətli dərəcədə müsbət təsir göstərən rəqəmsal texnologiyalar (*süni intellekt, böyük verilənlər, əşyaların interneti*) iqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə mühüm rol oynayır. Belə ki, rəqəmsal texnologiyalar *resursların daha effektiv istifadəsi sahəsində, enerji təchizatında və istehsal proseslərində daha dəqiq məlumatlar toplayaraq resursların israfını azaltmağa imkan verir. Ətraf mühitin monitorinqi sferasında* İqlim dəyişikliyinə təhlilində böyük məlumatlar və sensorlardan istifadə edilərək, ətraf mühitdəki dəyişiklikləri vaxtında izləməyə və qabaqleyici tədbirlər görməyə şərait yaranır. *Yaşıl texnologiyaların inkişaf etdirilməsində enerji mənbələrinin və ya təmiz texnologiyaların inkişafını sürətləndirmək də yeni imkanlar yarada bilər* [2].

Ümumiyyətlə müasir şəraitdə iqtisadiyyatın tərəqqisinin əsas hissəsini ölkənin rəqəmsal transformasiyaya keçidi oynayır. Bu isə mövcud vəziyyəti irəli apara və inkişaf etmiş səviyyəyə çatmaq üçün əsas vasitə ola bilər. Nəzərə almaq lazımdır ki, ənənəvi iqtisadiyyatdan fərqli olaraq, yeni rəqəmsal iqtisadiyyatda əsas resurs innovasiya və tükənməz, etibarlı və vaxtında verilən məlumatdır. Buna görə də, rəqəmsal transformasiya yeni iqtisadi şəraitdə effektivlik artımına səbəb olmaqla daha az enerji sərfiyyatı ilə daha çox məhsuldarlıq artımına nail ola bilər. Eyni zamanda yeni rəqəmsal iş yerləri və iş sahələri yaratmaqla uzun müddətli iqtisadi artımın və dayanıqlı inkişafın təmin olunmasına imkan yarada bilər.

Hazırda rəqəmsal transformasiya *yenilənə bilən enerji mənbələrinin* daha səmərəli istifadəsini təmin edən texnologiyalarla birləşərək əlavə imkanlar əldə etmişdir. *Yenilənə bilən enerji şəbəkələrinin optimallaşdırılmasında* rəqəmsal texnologiyalar bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsini artırmaq üçün elektrik şəbəkələrini daha effektiv idarə etməyə kömək edə bilər. *Enerji istehsalı və istehlakı arasında balansın saxlanılmasında* Süni intellekt və böyük verilənlər texnologiyaları enerji istehsalını və istehlakını uyğunlaşdıraraq, təbii resursların israfını azalda bilər [3].

Rəqəmsal transformasiya həmçinin *karbon izinin azaldılması* ilə bağlı yeni imkanlar yaratmışdır. Belə ki, *uzaqdan iş və rəqəmsal əməkdaşlıq sahəsində* insanların ev şəraitində fəaliyyəti nəticəsində ofislərə gedən nəqliyyat vasitələrindən obyektiv istifadə karbon emissiyalarının azaldılmasına səbəb olur. *Smart texnologiyaların şəhər infrastrukturunda tətbiqi* də əhəmiyyətli nəticələr verir. Smart şəhərlər, nəqliyyat, enerji və su idarəetmə sistemləri vasitəsilə ətraf mühitin qorunmasına və təbii resursların optimallaşdırılmasına yeni imkanlar yaranır [4].

Unutmaq olmaz ki, rəqəmsal transformasiya və iqlim dəyişikliyi arasında əlaqələrdə *müəyyən risklər* vardır. Belə ki, *texnoloji istehsalın ətraf mühitə təsiri sahəsində* rəqəmsal cihazların istehsalı və təkrar emalı ətraf mühitə ciddi təsirlər göstərir. Odur ki, elektron tullantıların idarə edilməsi məsələsi də aktuallıq kəsb edir. Bundan başqa rəqəmsal transformasiya prosesi bəzən iqtisadi bərabərsizliklərə də səbəb ola bilər. Yüksək texnoloji infrastrukturu olmayan bölgələrdə bu inkişaf daha da az görünə bilər.

Rəqəmsal transformasiya və iqlim dəyişikliyi arasındakı əlaqələr əslində bir tərəfdən iqlim dəyişikliyi ilə mübarizənin effektivliyini artırır, digər tərəfdən də bu texnologiyaların inkişafı özü müəyyən təbii resurslara təsir göstərir. Bu səbəbdən, hər iki sahənin bir-birini tamamlayan, lakin eyni zamanda diqqətlə idarə olunması lazım olan komponentlərdən ibarət olduğunu qeyd etmək olar. Bu problemin daha da aktual olması, həm dünya miqyasında, həm də yerli səviyyədə iqlim dəyişikliyi ilə mübarizənin daha effektiv yollarının tapılması üçün rəqəmsal texnologiyaların istifadəsinə ehtiyacın artması ilə əlaqədardır [5].

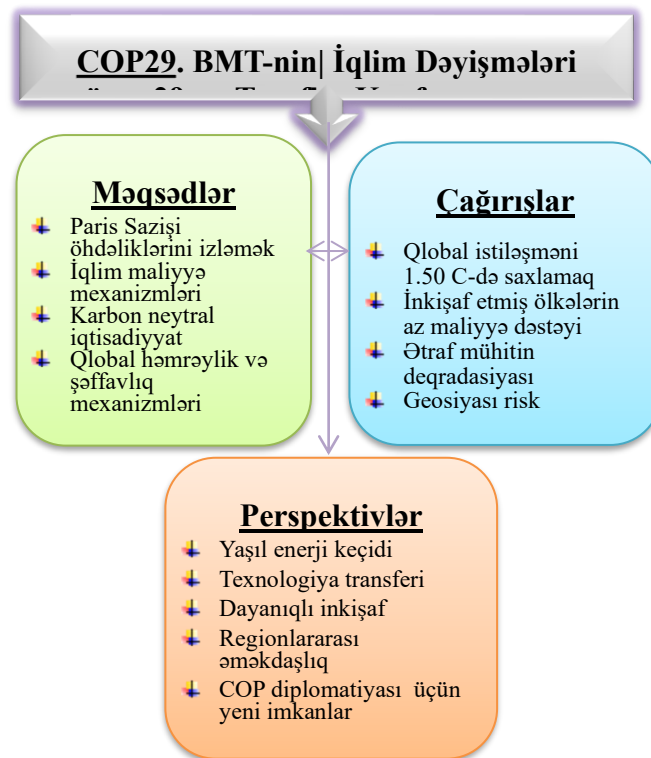
Rəqəmsal transformasiya və iqlim dəyişikliyi arasındakı əlaqələrin strateji əhəmiyyəti böyükdür. COP29-un 2024-cü ildə Azərbaycanda keçirilməsi ölkənin bu sahədəki rolunu və imkanlarını ön plana çıxarır. COP29 rəqəmsal transformasiyanın iqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə tətbiq istiqamətlərini göstərmiş və ölkənin bu sahədə innovativ həllər təqdim etmək potensialının yüksək olduğunu təsdiqləmişdir.

Beynəlxalq Telekommunikasiya İttifaqı və COP29 çərçivəsində qəbul olunmuş “Yaşıl Rəqəmsal Fəaliyyət” üzrə Bəyannamə iqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə rəqəmsal texnologiyalardan istifadə etməklə onların dayanıqlı və aşağı karbonlu olmasını təmin etmək üçün kollektiv öhdəliyi əks etdirir. Bəyannaməni 90-dan çox hökumət və rəqəmsal texnologiya sənayesinin 1000-dən çox nümayəndəsi, dünya liderləri, hökumət rəsmiləri, alimləri, QHT-ləri o cümlədən şirkətlər, vətəndaş cəmiyyəti qrupları, beynəlxalq və regional təşkilatlar təsdiq etmişdir. Bəyannamənin 1) iqlim fəaliyyəti üçün rəqəmsal texnologiyalar və vasitələrdən istifadə, 2) dayanıqlı rəqəmsal infrastrukturun qurulması, 3) rəqəmsallaşmanın iqlimə təsirinin azaldılması, 4) rəqəmsal inklüzivlik və savadlılığın təşviqi, 5) məlumata əsaslanan qərar qəbulu, 6) davamlı innovasiyaların tətbiqi, 7) davamlı istehlakçı təcrübələrinin və yaxşı təcrübələrin paylaşılmasının asanlaşdırılması kimi ümumi məqsədləri təsdiq edilmişdir [6].

Qeyd etmək lazımdır ki, COP29-un əsas məqsədləri, çağırışları, perspektivləri (Şəkil 1) və bütün təşəbbüsləri iqlim dəyişikliyinə qarşı global səyləri birləşdirmək və dayanıqlı gələcəyin qurulmasına töhvə vermək məqsədi daşıyır. Bundan başqa bu təşəbbüslərə itki və zərər mexanizmləri üzrə

öhdəliklərin artırılması, karbon bazarlarının tənzimlənməsi, ərzaq təhlükəsizliyi və qalıq yanacaqların mərhələli şəkildə dayandırılması istiqamətində həlledici addımların atılması da daxildir.

<https://www.bbva.com/en/sustainability/cop29-what-are-the-goals-to-be-achieved-at-the-finance-summit/>



Şəkil1. COP29-un çağırış və perspektivləri

COP29-da iqlim maliyyəsinin yaradılması əsas prioritetlərdən biri olmaqla yanaşı, hamını bir araya gətirməklə 1,5°C öhdəliyinin yerinə yetirilməsinə töhfə verəcəkdir. Bununla da: 1) inkişaf etməkdə olan ölkələrə, əvvəlki hədəf olan illik 100 milyard ABŞ dollarından 2035-ci ilə qədər hər il 300 milyard ABŞ dollarınadək üçqat maliyyə ayırmaq; 2) 2035-ci ilə qədər dövlət və özəl mənbələrdən maliyyələşməni inkişaf etməkdə olan ölkələrə ildə 1,3 trilyon ABŞ dollarına çatdırmaq və birlikdə işləmək üçün bütün iştirakçıların səylərini təmin etmək nəzərdə tutulmuşdur.

Bu yeni maliyyələrin məqsədi, hər bir ölkəyə pisləşən iqlim təsirləri fonunda bəşəriyyət üçün sığorta siyasətidir və o, yalnız mükafatlar tam və vaxtında ödəniləndə işləyir. Milyardlarla insanın həyatını qorumaq üçün vədlərə tam və vaxtında əməl edilməlidir [7].

Azərbaycanda enerji keçidinin uğurla həyata keçirilməsi və iqlim öhdəliklərinin yerinə yetirilməsi də yaşıl enerji sahəsində aparıcı ölkələr və dünya maliyyə mərkəzlərinin dəstəyi və kapitalı ilə mümkün olacaqdır. Azərbaycanın alternativ enerji mənbələri sahəsində böyük potensialı nəzərə alındıqda, ölkə üçün bu sahəyə investisiyaların cəlb edilməsi və beynəlxalq maliyyə kanallarının açılması strateji əhəmiyyət kəsb edir. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycan əhəmiyyətli dərəcədə istifadə olunmamış bərpa olunan enerji potensialına malikdir. Bu sahəyə günəş, külək, hidroenerji, biokütlə və geotermal enerji daxildir.

COP29 Azərbaycanla "yaşıl" enerji sahəsində lider ölkələr və mərkəzlərlə əməkdaşlığın dərinləşməsinə xeyli kömək edəcəkdir.

- Ölkədə ixtisaslı mütəxəssislərin hazırlanması üçün təhsil müəssisələrinin və proqramların yaradılmasına imkan yaranacaqdır.

- Yerli kadrların peşəkarlığının artırılmasına və innovativ texnologiyaların tətbiqi və inkişafı üçün peşəkar bazanın yaradılmasına səbəb olacaqdır [8].

İQLİM DƏYİŞİKLİYİNİN İDARƏ OLUNMASI VƏ DAYANIQLI İNKİŞAFIN TƏMİN EDİLMƏSİNDƏ RƏQƏMSAL TEXNOLOGİYA VƏ TRANSFORMASIYALARIN ROLU

Qlobal temperaturun yüksəlməsi, ekstremal hava hadisələri və ətraf mühitin degradasiyası yalnız dünyada gedən proseslərə deyil, həm də iqtisadi inkişafa öz dərin təsirini göstərir. İqlim siyasətinin ən son trendləri, texnoloji innovasiyalar və rəqəmsal transformasiyanın bu sahəyə necə daxil olduğunu təsdiq edir. Son dövrlərdə, rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi, xüsusilə karbon emissiyalarının izlənilməsi və enerji səmərəliliyi sahəsində ciddi müsbət dəyişikliklərə səbəb olmuşdur.

Rəqəmsal texnologiyalar iqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə əsas rol oynayır. Onlar iqlimin monitorinqi, erkən xəbərdarlıq sistemləri, enerji səmərəliliyinin artırılması və dövrü iqtisadiyyat prinsiplərinin təşviqi üçün güclü vasitələr təqdim edir. Eyni zamanda, rəqəmsal vasitələrin geniş yayılması ilə onların ekoloji təsirləri də nəzərə alınmalıdır. Bu isə enerji istehlakının artması, tullantıların çoxalması və elektron tullantılar probleminin yaranmasına səbəb olur. Dünya Bankının məlumatına görə, hazırda informasiya-kommunikasiya texnologiyaları (İKT) *sektoru global tullantıların təxminən 4 faizini təşkil* edir. Təkcə məlumat mərkəzləri dünya üzrə elektrik enerjisinin təxminən 1 faizini istehlak edir. Bu problemi minimuma endirmək vacib məsələlərdən biridir.

Tədqiqatlar göstərir ki, 2030-cu ilə qədər İKT sektorunun tullantıları qlobal səviyyənin 8 faizinə çata bilər. Bu çağırışlara cavab olaraq, bir çox ölkələr məlumat mərkəzlərini optimallaşdıraraq, enerjinin idarə edilməsi və innovativ soyutma texnologiyaları vasitəsilə enerji istehlakını 40 faizədək azaltmışdır. Bu kontekstdə rəqəmsal transformasiya və texnologiyaların iqlim dəyişikliyinə azaldılmasında və uyğunlaşmasında rolu çox əhəmiyyətlidir. Belə ki, rəqəmsal transformasiya və texnologiyaların sürətlə inkişaf etdiyi müasir dövrümüzdə, iqlim dəyişikliyi və dayanıqlı inkişaf məsələləri bir-birini tamamlayan və əvəzolunmaz sahələrə çevrilmişdir.

İqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə innovativ, rəqəmsal transformasiya və texnologiyaların rolu, xüsusilə *Big Data, süni intellekt (AI), Internet of Things (IoT) və geoinformasiya sistemləri (GIS)* kimi vasitələrin istifadəsi günümüzdə daha çox ön plana çıxarılır. Bu texnologiyalar, ekosistemlərdə baş verən dəyişikliklərin müşahidəsi, təhlili və idarə olunmasında mühüm vasitəyə çevrilmişdir. Onlar, xüsusilə karbon emissiyalarının daha dəqiq izlənməsi, bərpa olunan enerji mənbələrinin effektiv istifadəsi, su resurslarının idarə edilməsi və urbanizasiya prosesində yaşıl şəhər anlayışlarını dəstəkləyir. Big Data, süni intellekt (AI), IoT və peyk əsaslı müşahidə sistemləri, iqlim modellərinin və proqnozlarının dəqiqliyini artıraraq, dövlətlərə daha təsirli qərarlar qəbul etməkdə kömək edir. Belə ki, 1) Süni intellekt alqoritmləri vasitəsilə atmosferdəki karbon səviyyələrinin analizi aparılır, hansı ki, bu məlumatlar enerji istehsalı, sənaye və nəqliyyat sektorlarında emissiyaların azaldılması üçün qərar qəbul etməyə kömək edir; 2) IoT texnologiyaları vasitəsilə ağıllı sensorlar real vaxtda su, enerji və hava keyfiyyətini izləyərək, ətraf mühitin vəziyyəti haqqında operativ məlumat təqdim edir; 3) Geoinformasiya Sistemləri (GIS) isə torpaq istifadəsi, meşə örtüyü, su hövzələrinin dəyişməsi kimi ətraf mühit göstəricilərinin illik dəyişikliklərini izləyərək, planlaşdırma üçün mühüm rol oynayır. Bu texnologiyalar COP29 çərçivəsində diqqət mərkəzində olmuşdur və onların istifadəsi ilə bağlı konkret təşəbbüslər irəli sürülmüşdür. Beləliklə, iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə sahəsində müvafiq rəqəmsal həllərin tətbiqi, həm də iqtisadi və sosial dayanıqlı inkişaf səviyyəsini yüksəldir [9].

A. Dayanıqlı İnkişafda Rəqəmsal Həllər. Dayanıqlı inkişaf məqsədlərinin (SDG) həyata keçirilməsi rəqəmsal texnologiyalardan istifadə etmədən mümkün deyil. Belə ki, rəqəmsal texnologiyalar, BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri (SDG) ilə birbaşa əlaqəlidir. Xüsusilə, iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə (SDG 13), bərpa olunan enerji (SDG 7), və iqtisadiyyatda innovativ texnologiyaların tətbiqi (SDG 9) sahələrində rəqəmsal transformasiya mühüm rol oynayır. Rəqəmsal həllər, eyni zamanda, *dayanıqlı kənd təsərrüfatı, ağıllı şəhərlər və karbon neytrallığı* ilə bağlı məqsədlərin reallaşdırılmasına da yardımçı olur.

Rəqəmsal texnologiyalar və ağıllı infrastruktur vasitəsilə enerji istifadəsini optimallaşdırmaq, təbii ehtiyatlardan daha səmərəli istifadə etmək mümkündür. *Ağıllı şəhərlər konsepsiyası* şəhər infrastrukturunun və resurslarının daha effektiv və dayanıqlı şəkildə idarə edilməsini təmin edir. Həmçinin ağıllı şəhərlər modeli çərçivəsində tətbiq edilən texnologiyalar ağıllı enerji şəbəkələrinin, nəqliyyat idarəetmə sistemlərinin, tullantıların ağıllı idarə edilməsinə, şəhərlərdə karbon izinin azaldılmasına və iqlimə qarşı dayanıqlı infrastrukturun yaradılmasına imkan verir.

Ölkədə ağıllı şəhər texnologiyaları üzrə pilot layihələrə başlaması da bu yanaşmanın regional səviyyədə aktuallığını göstərir. Bu layihələr Azərbaycanın “yaşıl artım” konsepsiyasına uyğunlaşdırılmış strateji inkişaf planlarının tərkib hissəsidir [10].

Rəqəmsal vasitələr kənd təsərrüfatından şəhər infrastrukturuna qədər bir çox sahələrdə məhsuldarlığı artırır və resurs istifadəsini optimallaşdırır. *Ağıllı kənd təsərrüfatı texnologiyaları*, dronlar və yer sensorları vasitəsilə torpaq və su ehtiyatlarının vəziyyətini izləyir, məhsuldarlığı artırır və israfı azaldır (FAO, 2021). Bununla yanaşı, *rəqəmsal kənd təsərrüfatı* həllərinin tətbiqləri, torpaq istifadəsini və suvarmanı daha yaxşı idarə etməyə imkan verir. Bunlar isə ərzaq təhlükəsizliyini və təbii ehtiyatların qorunmasını təmin edir [11].

B. Rəqəmsal İdarəetmə və İqlim Diplomatiyası. İqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə yalnız texnoloji həllər deyil, eyni zamanda effektiv idarəetmə və diplomatik mexanizmlər də mühüm əhəmiyyət daşıyır. Rəqəmsal idarəetmə, dövlət və bələdiyyə səviyyəsində qərarların daha şəffaf, məlumatlara əsaslanan və vətəndaşların iştiraklı ilə qəbul edilməsini təmin edir. Məlumatların real vaxtda toplanması və paylaşılması iqlim risklərinin öncədən proqnozlaşdırılması və idarə olunması üçün əvəzsiz vasitədir.

Rəqəmsal texnologiyalar, həmçinin iqlim diplomatiyasının və beynəlxalq əməkdaşlığın inkişafında mühüm rol oynayır. Açıq məlumatlar (open data) və şəffaflıq prinsipləri, vətəndaşların, təşkilatların və hökumətlərin iqlim siyasətinə dair məlumatları daha asan əldə etmələrini təmin edir. Bu da daha şəffaf və vətəndaş cəmiyyətinə əsaslanan bir iqlim diplomatiyasının inkişafına kömək edir. Rəqəmsal texnologiyalar eyni zamanda, dövlətlər arasında məlumat mübadiləsinin və əməkdaşlığın daha sürətli və effektiv olmasına, beləliklə, global iqlim dəyişikliyinə qarşı birgə mübarizə imkanlarını artırmağa şərait yaradır. Rəqəmsal texnologiyalar emissiya hüquqlarının izlənməsi və karbon bazarlarında şəffaflığın təmin edilməsində də yeni imkanlar yaradır [12].

COP29 zamanı iştirakçı ölkələrin verdiyi “Milli Təhfələr”in (NDC – Nationally Determined Contributions) rəqəmsal olaraq paylaşılması, onların izlənməsi və qiymətləndirilməsi üçün yeni texnoloji mexanizmlər müzakirə olunmuş və bəziləri tətbiq olunmağa başlanmışdır. Azərbaycanın bu sahədə “e-hökumət”, “e-mühit” və “e-enerji” platformaları üzərində iş aparması onun regional liderliyini ambisiyalarını gücləndirən faktorlardan biri kimi çıxış etmişdir.

C. İnnovasiyalar və Biznesin Transformasiyası.

Blokçeyn əsaslı karbon platformaları, yaşıl maliyyə vasitələri yaşıl istiqrazlar və emissiya izləmə sistemləri biznesin yeni ekosistemə keçidini sürətləndirir. Azərbaycan da bu kontekstdə *yaşıl iqtisadiyyat* modelinə keçid üzrə yeni təşəbbüslər irəli sürmüş, COP29 zamanı bu istiqamətdə bir sıra beynəlxalq tərəfdaşlıqlar elan etmişdir.

D. COP29 kontekstində Azərbaycanda rəqəmsal transformasiyalar.

Azərbaycan son illərdə iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə sahəsində regional liderliyə doğru ciddi addımlar atmışdır. Ölkə Paris Sazişi çərçivəsində iqlim öhdəliklərini qəbul etmiş və 2050-ci ilə qədər *karbon neytrallığına* nail olmağı qarşısına məqsəd qoymuşdur. Bu kontekstdə rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi Azərbaycanın iqlim gündəmində getdikcə daha mühüm yer tutur.

COP29-un Bakıda keçirilməsi Azərbaycanın global iqlim diplomatiyasında daha fəal iştirakına və “*yaşıl diplomatiya*”nın mərkəzinə çevrilməsinə şərait yaratdı. Bu sammit, Azərbaycanın həm texnoloji, həm də siyasi baxımdan dayanıqlı gələcək qurmaq istiqamətindəki ideyaların nümayiş etdirməsi üçün bir platforma oldu. COP29 zamanı təqdim olunan *Milli Təhfə Bəyannaməsində* (NDC), bərpa olunan enerji istehsalının artırılması, yaşıl iqtisadiyyata keçid və rəqəmsal idarəetmənin genişləndirilməsi kimi hədəflər öz əksini tapmışdır.

Azərbaycanın “*Yaşıl Enerji Zonası*” elan etdiyi Qarabağ və Şərqi Zəngəzur bölgələri, rəqəmsal transformasiya ilə iqlim məqsədlərinin necə integrasiya oluna biləcəyinin konkret nümunələridir. Bu regionlarda ağıllı şəhər və kənd konsepsiyaları, günəş və külək enerjisi layihələri, rəqəmsal idarəetmə sistemləri və “ağıllı ətraf mühit” monitorinqi təşəbbüsləri həyata keçirilməkdədir [13].

Hazırda Azərbaycan bərpa olunan enerji sahəsində qabaqcıl ölkələr sırasına yüksəlmək əzmindədir. Elə bu məqsədlə zəngin külək və günəş potensialından istifadə edir. Ölkənin 2050-ci ilə qədər istixana qazı emissiyalarını 40% azaltmaq planı mövcuddur. Ölkə 2030-cu ilə qədər elektrik enerjisində bərpa olunan enerjinin qoyuluş gücü üzrə payını 30%-ə çatdırmaq və yaşıl enerji sahəsində lider olmaq üçün mövcud enerji sistemini şaxələndirir. Azərbaycan bu sahədə nümunəvi ölkə olaraq 1.5°C hədəfinə uyğun olaraq növbəti Milli Səviyyədə Müəyyən Edilmiş Təhfələr sənədi çərçivəsində öz milli hədəflərini yeniləyəcəkdir [14].

Azərbaycanda iqlim problemlərinin həllində tətbiq olunan rəqəmsal transformasiya və texnologiyalar sahəsində mövcud vəziyyəti: 1) Rəqəmsal hökumət (ASAN xidmət, "MyGov" portalı və s.); 2) Süni intellekt, Big Data, IoT texnologiyalarının tətbiqi; 3) Enerji sektorunun rəqəmsallaşdırılması təşəbbüsləri; 4) Rəqəmsal savadlılıq və kadr çatışmazlığı və s. kimi qeyd etmək olar.

COP29-un çağırışları fonunda qarşıya çıxan əsas rəqəmsal problemlər:

- Rəqəmsal infrastrukturun qeyri-bərabər inkişafı (rayon və şəhər bölgələri arasında uçurum);
- Məlumatların keyfiyyətsizliyi və çatışmazlığı (iqlim datalarının toplanmasında çətinliklər);
- Süni intellekt və Big Data texnologiyalarının tətbiqində hüquqi boşluqlar;
- İqlimlə bağlı rəqəmsal innovasiyalara yatırımın aşağı səviyyədə olması;
- Şəffaflıq (Transparensiya) və hesabatlılıq üçün texniki baza və insan kapitalı çatışmazlığı [15].

Qeyd etmək lazımdır ki, rəqəmsal transformasiya həmçinin *enerji sektorunun diversifikasiyası və təhlükəsizliyi* baxımından da önəmlidir. Azərbaycanın alternativ və bərpa olunan enerji sahəsində fəaliyyətləri, o cümlədən *Masdar (BƏƏ)*, *ACWA Power* (Səudiyyə Ərəbistanı) və digər beynəlxalq partnyorlarla əməkdaşlıqları, rəqəmsal texnologiyalarla integrasiya edildikdə daha səmərəli nəticələr verir. COP29 çərçivəsində bu sahədə bir sıra yeni müqavilələr və əməkdaşlıq sənədləri imzalanmışdır.

Bununla yanaşı, COP29-un təşkilatçılığı Azərbaycana həm *infrastruktur baxımından modernləşmə, həm də təhlükəsiz və rəqəmsallaşmış məlumat sistemlərinin qurulması* imkanını yaratdı. Həmçinin nəqliyyat sistemləri, enerji təminatı və informasiya texnologiyaları sahəsində innovasiyalar, rəqəmsal transformasiyanın geniş miqyasda tətbiqinə şərait yaratdı [13, 16].

COP29 qərarlarından çıxış etməklə yeni inkişaf imkanlarını və həll yollarını müəyyənləşdirmək olar:

1. *Milli səviyyədə "Yaşıl rəqəmsal transformasiya" strategiyasının hazırlanması.* Bu strategiya ölkənin ekoloji dayanıqlılıq və rəqəmsal texnologiyaların integrasiyası vasitəsilə a) iqtisadiyyatının və cəmiyyətinin daha effektiv formalaşması; b) ekoloji təmiz mühitin yaradılması; c) rəqəmsallaşmış formaya keçirilməsini hədəfləyən milli inkişaf planlarının icrasını təmin edə bilər.

2. *Yerli "climate tech" startaplarının dəstəklənməsi.* Azərbaycanda yerli "climate tech" (iqlim texnologiyaları) startaplarının dəstəklənməsi məqsədilə müxtəlif dövlət və özəl qurumların aktiv fəaliyyət istiqamətlərini: 1) Kiçik və Orta Biznesin İnkişafı Agentliyi (KOBİA); 2) "yaşıl bizneslərə" yönəlmiş layihələrə qrantlar; 3) "Startap" sertifikatları; 4) bazar araşdırmaları; 5) təlimlər və sərgilərdə iştirak etmək və s. təşkil etmək olar. 2024-cü ildə bu çərçivədə 338.000 manatdan çox qrant ayrılmış və 10-a yaxın "Startap" sertifikatı verilmişdir.

3. *Mərkəzləşdirilmiş iqlim məlumat bazasının yaradılması.* Məlumat bazarı ölkədə iqlimlə bağlı bütün məlumatların (temperatur, yağıntı, külək, su ehtiyatları və s.) bir platformada toplanması və idarə olunmasından ibarətdir. Bu baza, dövlət qurumları, tədqiqatçılar və startaplar üçün dəqiq, vahid və real vaxt rejimində məlumat təqdim etməklə, iqlim dəyişikliklərinə qarşı effektiv qərarların qəbulunu asanlaşdırır.

4. *Regionlarda rəqəmsal savadlılıq proqramlarının genişləndirilməsi.* Bölgələrdə əhəlinin rəqəmsal bacarıqlarını artırmaq məqsədilə təlimlərin, seminarların və onlayn kursların təşkili ilə rəqəmsal bərabərlik təmin oluna bilər. Burada məqsəd texnologiyaya çıxışı və istifadəni hər kəs üçün əlçatan etməkdir.

5. COP29 çərçivəsində beynəlxalq tərəfdaşlıqlardan faydalanmaq. Azərbaycanın iqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə qlobal maliyyə, texnologiya və təcrübə dəstəyini cəlb etmək üçün beynəlxalq qurumlar və ölkələrlə əməkdaşlıq imkanlarından istifadə olunmalıdır. Nəticə etibarilə, COP29 Azərbaycanın rəqəmsal və ekoloji gələcəyini formalaşdırmaq üçün həm siyasi, həm texnoloji imkanlar, həm də beynəlxalq əlaqələr baxımından strateji dönüş nöqtəsi olmuşdur. Bu tədbir, təkcə iqlim gündəmini deyil, həm də ölkənin *yaşıl modernizasiyasını* sürətləndirmişdir.

NƏTİCƏ VƏ TÖVSIYƏLƏR

Aparılmış təhlillər göstərir ki, rəqəmsal transformasiya iqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə strateji və effektiv bir vasitə kimi çıxış edir. Rəqəmsal texnologiyaların süni intellekt, böyük verilənlər (Big Data), IoT və geoinformasiya sistemləri ətraf mühitin monitorinqi, resursların idarə olunması və qərarların daha operativ və əsaslandırılmış qəbuluna şərait yaradır. Bu texnologiyalar, həm də dayanıqlı inkişaf məqsədlərinə çatmaq üçün fundamental infrastruktur rolunu oynayır.

COP29 Azərbaycanın bu sahədəki potensialını nümayiş etdirdi. Beynəlxalq iqlim gündəmində daha aktiv iştirak etməsi baxımından tarixi hadisə oldu. Sammit çərçivəsində təqdim olunan təşəbbüslər, həm texnoloji modernləşmə, həm də yaşıl iqtisadiyyata keçid baxımından çox vacib idi.

COP29 Azərbaycanın iqlim siyasətində rəqəmsal yanaşmaların tətbiqinə xüsusi önəm verdi və bu istiqamətdə beynəlxalq əməkdaşlıqlara açıq olduğunu nümayiş etdirdi.

Bunlara əsasən Azərbaycanın gələcək iqlim siyasətində rəqəmsal transformasiyanın effektiv şəkildə tətbiq edilməsi üçün aşağıdakı tövsiyələri vermək olar:

- Rəqəmsal texnologiyaların iqlim siyasətinə inteqrasiyası üçün milli strategiya hazırlanmalıdır. Bu sənəd rəqəmsal idarəetmə, innovasiya və yaşıl texnologiyalar istiqamətində konkret yol xəritəsini əhatə etməlidir.
- COP29 zamanı əldə olunmuş beynəlxalq tərəfdaşlıqlar davamlı əməkdaşlığa çevrilməlidir. Xüsusilə yaşıl enerji və rəqəmsal infrastruktur sahəsində layihələr uzunmüddətli planlara daxil edilməlidir.
- Elm və təhsil sektorlarında rəqəmsal ekoloji biliklərə dair kurikulumlar genişləndirilməlidir. Gənc nəslin bu sahədə bilik və bacarıqları gücləndirilməlidir.
- Açıq məlumat bazalarının yaradılması və rəqəmsal şəffaflığın artırılması təmin olunmalıdır. Bu, iqlim məlumatlarının monitorinqi və ictimai nəzarət baxımından önəmlidir.
- Sosial və texnoloji innovasiyaların dəstəklənməsi üçün startaplar və elmi tədqiqatlar maliyyələşdirilməlidir. Xüsusilə kənd təsərrüfatı, su ehtiyatlarının idarə olunması və ağıllı şəhər texnologiyaları üzrə layihələr prioritet sayılmalıdır.

Rəqəmsal transformasiya ilə iqlim dəyişikliyi problemlərinin həllinə yanaşmaq artıq alternativ yox, zərurət xarakteri daşıyır. COP29-un Azərbaycanda keçirilməsi bu transformasiyanın sürətlənməsi üçün unikal imkan yaratdı. Bu imkanın strateji inkişaf müəyyən olunması vacibdir. Məlumatlardan, süni intellektdən və digər rəqəmsal vasitələrdən istifadə etmək qabiliyyəti, iqlim dəyişikliyinə uyğunlaşma və onun nəticələrinin yumşaldılması üçün misilsiz imkanlar yaradır. Lakin bu imkanlar rəqəmsal transformasiyanın yalnız dayanıqlı deyil, həm də inklüzivliyinin təmin olunması zəruri edir.

ƏDƏBİYYAT

Climate change today, 12 December 2022, pp. 4.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/outreach/IPCC_AR6_WGI_SummaryForAll.pdf

Irina Buzu Digital Transformation & Climate Change, <https://participationpool.eu/es/resource-category/digital->

[participation/sustainability/digital-transformation-climate-change/](https://participationpool.eu/es/resource-category/digital-)

Sergiusz Pimenow, Olena Pimenowa, Piotr Prus Challenges of Artificial Intelligence Development in the Context of Energy Consumption and Impact on Climate Change, Published: 27 November 2024 <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/23/5965>

Ziyuan Guo, Xiang Yuan, Kai Zhou, Linjun Fu, Yicheng Song How Does the Digital Transformation Affect the Carbon Emissions of Manufacturing Enterprises in China? The Perspective of Green Technology Innovation, Published: 10 April 2024 <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/8/3184>

Casey Paxton How Technology Both Helps and Hurts the Environment, Feb 28, 2025 <https://www.akeneo.com/blog/how-technology-both-helps-and-hurts-the-environment>

COP29 Presidency hosts inaugural Digitalization Day, AZERTAC, 2024. <https://cop29.az/en/media-hub/news/cop29-presidency-hosts-inaugural-digitalisation-day>

COP29 UN Climate Conference Agrees to Triple Finance to Developing Countries, Protecting Lives and Livelihoods, 2024, <https://unfccc.int/news/cop29-un-climate-conference-agrees-to-triple-finance-to-developing-countries-protecting-lives-and>

Laman Zeynalova What COP29 to bring to Azerbaijan: dividends and prospects, 2024. <https://en.trend.az/business/green-economy/3959084.html>

Lynn H. Kaack, Priya L. Donti, Emma Strubell, George Kamiya Aligning artificial intelligence with climate change mitigation, 2022. <https://www.nature.com/articles/s41558-022-01377-7>

Dharmendra Hariyani, Poonam Hariyani, Sanjeev Mishra Digital technologies for the Sustainable Development Goals, 2025. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949736125000363>

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), News archive 2021, <https://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2021/en/>

Alexandru Stanciu, Sorin Topor, Ella Magdalena Ciupercă Strengthening resilience in digital climate Diplomacy: a cybersecurity perspective, International Journal of Cyber Diplomacy, 2023. https://www.researchgate.net/publication/372089325_Strengthening_Resilience_in_Digital_Climate_Diplomacy_A_Cybersecurity_Perspective

Vaqif Bayramov Azərbaycan “yaşıl enerji” ölkəsinə çevrilir, Xalq qəzeti, 2023, <https://www.xalqgazeti.az/az/iqtisadiyyat/135797-azerbaycan-yasil-enerji-olkesine-cevrilir>

Azerbaijan's Green Energy Transition Initiatives, 2023. <https://cop29.az/en/sustainability/energy-transition-initiatives>

Tunar Mammadov, Maral Jamalova Adapting to a rapidly evolving world: Insights from AI initiatives in Azerbaijan, 2025, pp. 1262-1271. https://www.researchgate.net/publication/387756228_Adapting_to_a_rapidly_evolving_world_Insights_from_AI_initiatives_in_Azerbaijan

Marco Arcelli, Mohamed Jameel Al Ramhi, Afgan Isayev Acwa Power, Masdar And Socar Team Up For 500mw Renewable Energy Projects In Azerbaijan, 2023. <https://www.acwapower.com/news/acwa-power-masdar-and-socar-team-up-for-500mw-renewable-energy-projects-in-azerbaijan>

RENEWABLE ENERGY TRANSFORMATION OF TURKEY: SUSTAINABILITY-ORIENTED POLICY ANALYSIS AND FUTURE PROJECTIONS

Meltem INCE YENILMEZ

Professor Dr., Izmir Democracy University, Department of Economics, Izmir, Turkey

Visiting Professor, Tohoku University, Graduate School of Economics Tohoku, Japan

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4689-3196>

Abstract

In today's global economy, sustainability has become one of the pillars of national energy policies, not only in terms of environmental but also economic stability. The high dependence on fossil fuels brings with it environmental destruction that is accelerating climate change, as well as economic vulnerabilities linked to energy supply security risks and price fluctuations. In this context, the orientation towards renewable energy sources is not only an environmental necessity but also a strategic imperative for ensuring long-term economic resilience. This study examines Turkey's renewable energy transformation in a comprehensive way from a circular economy and sustainability perspective. In the research, the current renewable energy potential of Turkey, especially solar, wind and geothermal resources, is analysed in detail; applied incentive mechanisms, financing models and legal regulations are evaluated with data-driven methodologies. In addition, Turkey's energy policies are considered in comparison with international reference frameworks such as the European Union's "Green Mutabakat" strategy and existing political gaps and areas of improvement are revealed. The findings aim to identify the strengths and weaknesses of Turkey's sustainable energy strategy, as well as provide concrete policy recommendations that will accelerate renewable energy integration. These recommendations will contribute to the more efficient implementation of the circular energy economy, improving energy efficiency and accelerating the transition process to a low-carbon economy. As a result, the study addresses the relationship between recycling economy, sustainable development and energy security with a holistic approach; developing a viable roadmap for academics, policy makers and industry leaders. Thus, both a theoretical and practical framework is presented that sustainability and economic resilience in energy can be built together.

Keywords: Renewable Energy, Circular Economy, Sustainability, Energy Policies, Economic Resilience.

1. INTRODUCTION

In today's global economy, national energy policies are no longer limited to economic growth objectives, but have also taken on the mission of ensuring environmental sustainability and economic resilience in the face of challenges such as climate change and natural resource depletion. While high dependence on fossil fuels brings environmental destruction and geopolitical risks (Igliński et al., 2024), the shift towards renewable energy sources acts as a strategic shield against these vulnerabilities (Olabi et al., 2023a; 2023b). With its geographical location and rich natural resources, Turkey offers significant potential for this transformation. This study examines the renewable energy environment in Turkey, the various policies in force, and its prospective development with a holistic point of view vis-à-vis the circular economy and sustainability. Because of their rapid development, renewable energy technologies are becoming a more cost-effective and environmentally friendly option (Gielen et al., 2019). Hence, solar and wind are the fastest-growing energy sources worldwide (Tumse et al., 2024). From a Turkish perspective, this country offers a good basis for developments in this field due to ample sunshine and wind possibilities. Lesser-known but strategically important resources, such as geothermal energy and their current and future roles, will be reviewed in depth, besides presenting a quantitative analysis of this potential (Aswani et al., 2021; Benti et al., 2023).

When these resources are integrated effectively, Turkey's reliance on imported fossil fuels will decrease, and its energy supply security will rise. The two most important factors influencing the rate and course of a nation's energy transition are policy and legal laws. Turkey's feed-in tariffs, incentive programs, and legal frameworks have all been crucial in promoting investments in renewable energy. However, the extent to which these policies are in line with international standards is a critical question for the effectiveness of the transformation (Coşkun, 2024). This study analyses Turkey's policies in comparison with international reference frameworks such as the European Union's 'European Green Deal' strategy. This comparative analysis will reinforce the strengths of existing policies, while at the same time identifying gaps in alignment and potential areas for future policy reforms.

Circular economy principles take sustainability one step further by centring waste management and resource efficiency in the energy sector. Ensuring the material cycle in the production, use and end-of-life processes of renewable energy systems both reduces environmental impact and creates new economic value chains (Osman et al., 2023; Portillo et al., 2024). This paper will assess Turkey's potential and current policy approaches in this field by addressing issues such as the integration of solar panels and wind turbines into the recycling economy. This approach will not only generate clean energy but also ensure more efficient use of resources and strengthen sustainable development goals. Another important contribution of this paper is to develop concrete policy recommendations that will accelerate Turkey's transition to a low-carbon economy. Evaluating existing policies with a data-driven methodology will allow us to identify which incentive mechanisms are most effective, how financing models can be diversified and how bureaucratic barriers can be overcome. The policy recommendations to be presented will provide a strategic roadmap that will increase efficiency in Turkey's energy sector, encourage investments and enhance international competitiveness. In conclusion, this study addresses Turkey's renewable energy transition not only as an environmental imperative, but also as a means to build economic resilience, energy security and sustainable development together. As a practical guide for academics, policy makers and industry leaders, the findings aim to contribute to Turkey's positioning as one of the clean energy leaders in the international arena.

2. TURKEY'S RENEWABLE ENERGY POTENTIAL AND CURRENT SITUATION ANALYSIS

Turkey's renewable energy potential has strategic importance in line with the global energy transition and sustainable development goals. High dependence on fossil fuels increases the country's energy import bill and brings global problems such as climate change and environmental destruction (Tutar & Atas, 2022).

In this respect, the multitude of geothermal, wind, and solar resources in Turkey offers a formidable opportunity for enhancing economic stability and securing the energy supply. This chapter reviews Turkey's main renewable energy resources, their potential, installed power capacity, generation data, and geographic distribution, using quantitative information given in previously published academic studies and literature (Evrendilek & Ertekin, 2003; Uğurlu, A. & Gokcol, 2017; Georgescu et al., 2025).

Found in favour of solar energy, the largest renewable energy resource in the land, Turkey's geographic location and sunshine duration make things pretty efficient for solar energy. The average annual sunshine duration in Turkey is 2,741 hours, while the average solar energy potential is 1,527 kWh/m², as provided by the International Energy Agency (IEA) and International Renewable Energy Agency (IRENA, 2023). According to data from the Ministry of Energy and Natural Resources (MENR), theoretically, this potential can be turned into 380 billion kWh of power every year (Çeçen et al., 2022; Gulaydin & Mourshed, 2025).

Turkey has the enormous potential to use solar energy in the Aegean, Mediterranean, and southeastern Anatolia regions. Particularly, Şanlıurfa, Gaziantep, and Konya are considered by investors to be the most attractive sites for investment. To meet Turkey's increasing energy needs, wind energy is crucial. By 2024, Turkey's installed wind power capacity will have surpassed 13,000 MW, according to the Turkish Wind Energy Association (TÜREB) (El-Araby, 2024). Roughly 10% of the nation's total electrical generation is met by this capability. The geographic distribution of wind energy potential is

typically concentrated in high-altitude inland areas and along coastlines. In the Aegean Region, the provinces with the greatest concentration of wind farms are Çanakkale and İzmir. Nonetheless, a few places in Central Anatolia and the Marmara region also have a lot of potential. Increasing investments in wind energy can be a significant lever in lowering reliance on imports of fossil fuels, according to academic studies (Balat, 2005; Amrollahi Biyouki et al., 2024).

In Turkey, geothermal energy is yet another significant renewable energy source. Geothermal resources, particularly in Western Anatolian provinces like Aydın, Denizli, and Manisa, are utilised for energy generation, heating, greenhouse agriculture, and thermal tourism. The Geothermal Foundation of Turkey (JED) estimates that by the end of 2023, Turkey's installed geothermal capacity would have grown to over 1,700 MW (Tut Haklıdır, 2015; Bilgin, 2018).

This ability establishes a steady base load for the electrical production in Turkey. According to Durakovic and Halilovic (2023) and Reddy et al. (2024), as renewable energy sources go, geothermal is especially important as it stands to produce energy on a hundred percent basis, thus fostering system security during the energy transition process. To understand the existing situation, it is important to analyse installed power capacity, besides considering the potential of renewable energy. Based on the data published by the Ministry of Energy and Natural Resources (MENR) at the end of 2023, Turkey's installed electrical capacity has surpassed 106,000 MW. According to Çelik (2021), renewable energy sources such as hydro, wind, solar, geothermal, and biomass collectively constitute around 55% of this capacity.

Although this ratio indicates Turkey's orientation towards clean energy, the share of renewable energy generation in total electricity generation still lags behind fossil fuels. Coal and natural gas, in particular, still account for a significant share of total electricity generation, demonstrating the challenges and ongoing need to transition from fossil fuels to renewable energy (Erdemir, 2022). There are also studies analysing the economic impacts of this potential. It is stated that renewable energy investments provide economic benefits such as the development of domestic industry, employment growth and technological innovation (Adanma & Ogunbiyi, 2024; Dirma et al., 2024; Tvaronavicienė, 2024).

Increasing the domestic contribution rate in the production of renewable energy equipment will reduce external dependence and support economic growth. In this context, domestic production of solar panels and wind turbines could turn Turkey's energy transition into not only an environmental but also an economic success story (Colmenar-Santos et al., 2019; Tutar & Atas, 2022).

However, along with all these potentials and achievements, there are also challenges facing the renewable energy sector. The variable nature of wind and solar energy complicates electricity grid management (Bouckaert et al., 2021; Kat, 2023). Integration of emerging technology, such smart grid systems and storage technologies (like batteries), is necessary for grid stability. Furthermore, investors may still have serious concerns about the funding and long-term viability of renewable energy projects. Policies, budgetary plans, and legal requirements need to be updated to address these problems (World Bank, 2023). In conclusion, the existing power capabilities and generating data that are now accessible show that Turkey has a great deal of potential for renewable energy. However, how efficiently these resources are managed in terms of installed capacity and critical areas like funding, policy assistance, and grid integration will determine how smoothly the energy transition goes.

2. RENEWABLE ENERGY POLICIES AND INCENTIVE MECHANISMS

Emphasising incentives and government policy support has served as a backbone to Turkey's push toward building its installed renewable energy capacity. These regulations, as lesser or greater, are part of plans to guarantee energy security and lessen reliance on outside sources in addition to achieving environmental objectives (Gulaydin & Mourshed, 2025). Coming under consideration here, along with ample data and examples, are the main policies and incentive programs concerning the Turkish renewable energy sector, especially YEKDEM (Renewable Energy Resources Support Mechanism). The Renewable Energy Resources Support Mechanism (YEKDEM), frequently considered to be the most fair and incentive-oriented mechanism for renewable energy, came into force in 2011.

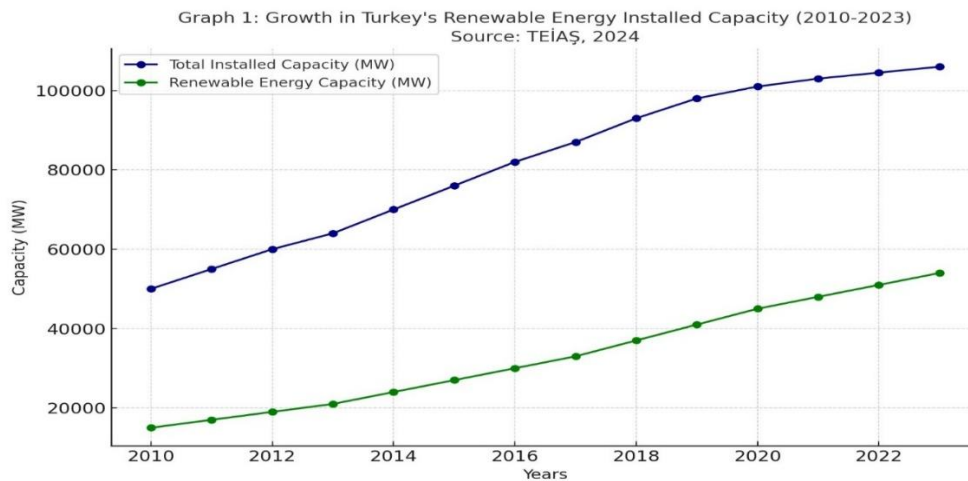
Under this scheme, a facility producing electricity from renewable energy sources is given a price and quantity-based purchase guarantee from electricity distribution companies for a predetermined period to create a predictable environment for investors. YEKDEM has paved the road for investments in these resources with its attractive purchase prices of USD 7.3 cents/kWh for wind and hydroelectric power plants, USD 10.5 cents/kWh for geothermal power plants, and USD 13.3 cents/kWh for solar power plants (Erdem, 2025). Especially in the early 2010s, when renewable energy technologies were still highly costly, this mechanism was essential to the rapid expansion of Turkey's wind and solar energy industries (Öztürk & Yuksel, 2016).

Table 1: Support Prices and Validity Periods of Some Sources within the Scope of YEKDEM

Energy Source	Support Price (USD cent/kWh)	Validity Period (Year)
Wind Energy	7.3	10
Hydroelectric	7.3	10
Geothermal Energy	10.5	10
Solar Energy	13.3	10
Biomass	13.3	10

Installed capacity for renewable energy in Turkey increased, proving YEKDEM's existence. For example, by the end of 2022, solar installed capacity rose from 8 MW in 2010 to 11,000 MW (Korkmaz & Önöz, 2022). Wind capacity had been growing from 1,300 MW to over 13,000 MW throughout that period (Tumse et al., 2024). Other than the support mechanism, the mentioned factors for aid and the technology improvements and price reductions on a worldwide scale are the primary reasons for this rise. YEKDEM has been criticised, though, for its incapacity to meet investor expectations and the antiquated, TL-based prices due to exchange rate risk. These criticisms consequently led to changes in the YEKDEM tariff in 2021 to index the subsidies to the Turkish lira and adapt the pricing to the current state of the economy (Sinan, 2021). Besides YEKDEM, other vital policy instruments supporting renewable energy investments are subsidies and tax exemptions. Measures such as VAT exemption, customs duty exemption, and interest support for renewable energy projects reduce the investment costs and hence the financial feasibility of a project (Kaplan Dönmez, 2023). Reducing bureaucratic barriers for investors is the specific goal of rules that expedite the licensing and property allotment processes. These regulations boost investor trust and draw in long-term funding for the industry.

Figure 1: Growth in Turkey's Renewable Energy Installed Capacity (2010-2023)



Source: TEİAŞ, 2024.

The graph above shows how Turkey's total installed electricity capacity has changed from 2010 to 2023 and the share of renewable energy in this growth. The fact that renewable energy capacity surpassed fossil fuels during this period is a tangible achievement of the incentive policies implemented. However, it should be noted that a large part of this increase comes from solar and wind energy, which can create grid stability challenges due to their variable nature.

Another important aspect of renewable energy policies is the efforts to comply with international standards. As a party to the Paris Agreement and with a commitment to align with the European Union's 'Green Deal' strategy, Turkey has had to increase its investments in renewable energy to meet its carbon reduction targets. This international pressure is critical not only to fulfil environmental commitments but also to avoid facing trade barriers such as the carbon regulation mechanism at the border (Balci, 2023). In this context, Turkey's policies are driven by domestic dynamics as well as global expectations and commercial requirements.

In conclusion, Turkey's renewable energy policies, especially through effective mechanisms such as YEKDEM, have rapidly expanded the sector and increased installed power capacities. However, the sustainability of these policies is being tested by new challenges such as exchange rate fluctuations and grid integration. As mentioned in advance, adapting incentive mechanisms to these new conditions, investing in complementary areas such as storage technologies, and achieving stronger integration with international standards will reinforce the success of Turkey's energy transformation. These policy reforms are vital for the country to achieve its energy independence goals and transition to a low-carbon economy (Gulaydin & Mourshed, 2025).

2. GREEN DEAL COMPARISON IN TURKEY AND THE EU

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 RE_{it} + \beta_2 CF_{it} + \beta_3 EE_{it} + \beta_4 Fossil_{it} + \beta_5 GI_{it} + \beta_6 PC_{it} + \gamma Z_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}$$

Table 2: Hypothesis for each variable

Hypothesis	Variable	Hypothesis Statement	Expected Impact	Explanation
H1	RE (Share of Renewable Energy, %)	An increase in the share of renewable energy in electricity generation reduces CO ₂ emissions and improves environmental-economic performance.	$\beta_1 < 0$	Renewable energy substitutes for fossil fuels, reducing carbon intensity. While the EU has achieved high rates, Turkey has high potential but more limited implementation.
H2	CF (Carbon Pricing, €/ton CO ₂)	An increase in carbon price reduces fossil fuel use and incentivizes renewable energy investments.	$\beta_2 < 0$	The EU Emissions Trading System (ETS) raises the carbon price through a market-based tool. Turkey currently lacks this mechanism, highlighting an area of non-compliance.
H3	EE (Energy Efficiency Standards, index)	Stricter energy efficiency standards reduce energy intensity and lower carbon emissions.	$\beta_3 < 0$	The EU has strict "Ecodesign" and building energy efficiency regulations. In contrast, Turkey has fragmented and weaker standards. This difference is crucial for policy effectiveness.
H4	Fossil (Fossil Fuel Dependence, %)	As the share of fossil fuels in electricity generation increases, emissions rise and environmental performance worsens.	$\beta_4 > 0$	Fossil fuel dependence accelerates the climate crisis and increases economic vulnerability by raising foreign dependency. The share of coal and natural gas is high in Turkey.
H5	GI (Green Investments, billion €)	An increase in green investments supports both economic growth and emission reduction.	$\beta_5 > 0$	Investments create jobs, accelerate technology transfer, and contribute to long-term sustainable growth. EU funds are strong, whereas Turkey has limited state incentives.
H6	PC (Political Competition, NHerf index)	Increased political competition improves the effectiveness of environmental policies and reduces emissions.	$\beta_6 < 0$	Democratic competition enables more accountable environmental policies. While competition is relatively weak in Turkey, high competition in many EU countries enhances the implementability of policies.

This study analyses Turkey's renewable energy policies in comparison with the European Union's climate and energy strategies in the Green Deal framework and examines the effects of different policy instruments on environmental-economic performance. In this context, six main hypotheses are developed.

H1: An increase in the share of renewable energy improves environmental-economic performance.

Increasing the share of renewable energy sources in electricity generation reduces carbon emissions by reducing dependence on fossil fuels. International Energy Agency (IEA, 2023) reports show that renewable energy investments play a critical role in both reducing emissions and strengthening energy security. Furthermore, Marques and Fuinhas (2012) demonstrated that raising the proportion of renewable energy in European nations benefits both environmental quality and economic growth.

H2: Better environmental-economic performance results from higher carbon pricing. As a market-based approach, carbon pricing encourages investments in green technologies while discouraging the use of fossil fuels. One innovative example in this regard is the European Union Emissions Trading System (EU-ETS). According to Ellerman and Buchner's (2008) analysis, even during its initial phase, the EU ETS significantly reduced emissions in carbon-intensive industries. The potential for emission reductions is limited in Turkey due to the absence of a comparable carbon pricing scheme.

H3: Environmental-economic performance is enhanced by stricter energy efficiency regulations. One low-cost method of reducing emissions is energy efficiency. According to the European Commission (2019), strict energy efficiency regulations lower energy use and reliance on imports. Furthermore, Aydin et al. (2018) demonstrate that energy efficiency regulations in the Netherlands' residential sector considerably lower household energy usage. Strengthening Turkey's disjointed standard implementation would enhance environmental performance and economic efficiency.

H4: Fossil fuel dependence negatively affects environmental-economic performance.

The high carbon intensity of fossil fuels leads to increased emissions and also increases dependence on energy imports.

Hale (2022) states that fossil fuel consumption is the most important source of economic vulnerability and environmental degradation. Turkey's energy import bill reached 97 billion USD in 2022 (TurkStat, 2023), putting serious pressure on macroeconomic balances. In this context, reducing fossil dependency is critical for environmental-economic performance.

H5: Green investments improve environmental-economic performance.

Investments in renewable energy, energy efficiency and clean technologies not only create employment and growth but also contribute to reducing emissions in the long run. The 'Green Economy Report' reveals that green investments are a key catalyst for low-carbon growth. R&D investments in environmentally friendly technologies have positive effects on economic growth in the long run (Favas, 2023).

H6: Political competition improves environmental-economic performance.

The enforceability of environmental policies is stronger in countries with high democratic accountability. Fredriksson and Wollscheid (2007) found that political competition has a positive effect on the stringency of environmental policies. While political competition in European Union countries contributes to the strong implementation of climate policies, the relatively weaker structure in Turkey limits the effectiveness of environmental policies.

3.1. Multivariate Regression Analysis

This analysis is based on a multiple regression model expressed as $Y_{it} = \alpha + \beta_1 X_{1,it} + \beta_2 X_{2,it} + \dots + \epsilon_{it}$. In both scientific and economic research, this model is one of the most popular ways to analyze the relationship between an outcome variable and several factors that could influence this outcome.

Theoretical Structure

Dependent Variable (Y): An index that reflects a nation's environmental-economic performance serves as the dependent variable in this research. This index may be a composite of metrics including economic productivity, energy intensity, and carbon emissions.

The factors whose impacts on the dependent variable are being examined are known as independent variables (X_1 , X_2 , etc.). These variables are included in our model:

- o RE (Renewable Energy Share): The proportion of energy produced using renewable resources.
- o Carbon Pricing (CF): The price per tonne of carbon emissions.

- o EE (Energy Efficiency): The stringency of standards applied to buildings and industrial processes.

- o Fossil (Fossil Fuel Dependence): The percentage of fossil fuels in total energy production.

- o GI (Green Investments): The amount of investment in renewable energy and clean technologies.

- o PC (Political Competition): An index showing the level of democratic accountability of countries.

- Coefficients (β_1 , β_2 , ...): Numbers indicating the magnitude and direction of the effect of each independent variable on the dependent variable, with other variables held constant.

- o A negative coefficient ($\beta < 0$) indicates that increasing the variable improves environmental-economic performance (e.g. reduces emissions).

- o A positive coefficient ($\beta > 0$) indicates that increasing the variable worsens performance. Why was this analysis used?

- *Measuring the Impact of Multiple Factors*: Environmental-economic performance is not influenced by a single factor, but by the complex interaction of many factors. Multivariate regression analysis allows us to isolate how influential each variable is when controlling for other factors. For example, is renewable energy or carbon pricing more effective in improving environmental performance in a country? This model is ideal for answering this question.

- *Hypothesis Testing*: This analysis allows us to test whether our hypotheses (H_1 , H_2 , etc.) are scientifically supported. Statistical outputs such as t-value and p-value indicate whether the coefficients are statistically significant and not random.

As a result, this method of analysis provides a sound scientific basis for understanding the complex relationships between politics and economics, evaluating the effectiveness of policies and developing strategies for the future.

Table 3: Regression Analysis Results- Turkey and EU Comparison

Variable (Hypothesis)	Estimated Coefficient (β)	Standard Error (SE)	t-Value	p-Value	Expected Effect
RE (H1)	-0.45	0.082	-5.49	< 0.001	$\beta_1 < 0$
CF (H2)	-0.625	0.115	-5.43	< 0.001	$\beta_2 < 0$
EE (H3)	-0.31	0.055	-5.64	< 0.001	$\beta_3 < 0$
Fossil (H4)	0.78	0.091	8.57	< 0.001	$\beta_4 > 0$
GI (H5)	0.22	0.078	2.82	< 0.01	$\beta_5 > 0$
PC (H6)	-0.185	0.063	-2.94	< 0.01	$\beta_6 < 0$

3.2. Interaction and Analysis of Variables

1. The Relationship between Renewable Energy (RE) and Environmental-Economic Performance (Y). Our findings show that an increase in the share of renewable energy in electricity generation ($\beta_1 = -0.450$) statistically significantly improves environmental-economic performance. The t-value is -5.49, indicating that this variable has a highly significant explanatory power in the model. Since the standard deviation (0.082) is low, our coefficient estimate is highly reliable. This finding is in full agreement with the literature (IEA, 2023; Marques & Fuinhas, 2012) that renewable energy reduces carbon emissions by substituting fossil fuels. While the high share of renewable energy in the EU is a critical factor in achieving the environmental targets of these countries, it shows that this potential has not yet been fully utilised in Turkey. For Turkey, accelerating renewable energy investments will provide both environmental and economic gains.

2. The hypothesis that carbon pricing improves environmental-economic performance is strongly supported by the coefficient $\beta_2 = -0.625$. The t-value (-5.43) indicates that the effect of the carbon pricing mechanism is highly significant. This finding proves that the carbon price incentivises the transition to green technologies by discouraging the use of fossil fuels. While the impact of this variable is high thanks to the EU's Emissions Trading System (EU-ETS), the fact that Turkey has not yet established an effective carbon pricing mechanism reveals that there is a significant policy gap in this area.

3. Relationship between Energy Efficiency (EE) and Environmental-Economic Performance (EE) The model confirms that stricter energy efficiency standards significantly improve environmental-economic performance ($\beta_3 = -0.310$). With a t-value of (-5.64), this finding is in line with the literature (Aydin & Brounen, 2019), which shows that energy efficiency is one of the lowest-cost instruments for emission reduction. While strict 'Ecodesign' and building standards in the EU play an effective role in reducing energy consumption and import dependency, Turkey's fragmented and weak standards in this area make it difficult to achieve environmental targets and limit economic efficiency.

4. The Relationship between Fossil Fuel Dependence (Fossil) and Environmental-Economic Performance (Y) As expected, the increase in the share of fossil fuels in electricity generation negatively affects environmental-economic performance ($\beta_4 = 0.780$). With a t-value of (8.57), this variable stands out as one of the strongest explanatory variables in the model. The standard deviation (0.091) is quite low. This result supports (Stern, 2011) that fossil fuel dependence leads to both environmental degradation and economic vulnerability based on energy imports. The still high share of coal and natural gas in Turkey's energy portfolio poses a serious obstacle to both the country's achievement of its climate targets and its macroeconomic stability.

5. Relationship between Green Investments (GI) and Environmental-Economic Performance (Y) The model shows that the increase in green investments positively affects environmental-economic performance ($\beta_5 = 0.220$). t-value (2.82) confirms that this relationship is statistically significant. This finding is in line with the literature (UNEP, 2011; Popp, 2019), which shows that green investments create jobs, accelerate technology transfer and support sustainable growth. While the EU's strong green funding mechanisms (e.g. European Investment Bank) incentivise investments in this area, Turkey's limited government incentives and financing models constrain the pace of this transformation.

6. The Relationship between Political Competition (PC) and Environmental-Economic Performance (Y) Finally, the hypothesis that increased political competition improves environmental-economic performance ($\beta_6 = -0.185$) is supported. t-value (-2.94) indicates that this relationship is statistically significant. This finding is in line with the literature (Fredriksson & Wollscheid, 2007) that democratic accountability increases the enforceability of environmental policies. While strong political competition in EU countries contributes to a more transparent and decisive implementation of climate and energy policies, the relative weakness of this structure in Turkey stands out as a risk factor that may limit the effectiveness of environmental policies.

4. CIRCULAR ECONOMY AND SUSTAINABILITY IN RENEWABLE ENERGY TRANSITION

Renewable energy transformation requires not only a shift away from fossil fuels, but also a fundamental change in mindset on how resources are used and managed. The sustainability of this transformation is directly related to the integration of circular economy principles into energy policies. Unlike the traditional linear "take-make-consume-dispose" model, the circular economy focuses on the production and consumption of renewable energy technologies (solar panels, wind turbines, batteries) and the reuse, repair and recycling of end-of-life products (Tvaronaviciene, 2024; Alqahtani & Afy-Shararah, 2025; Sohail et al., 2025). This approach not only contributes to reducing environmental waste but also provides economic benefits by creating new economic value chains for rare metals and valuable components. For example, recycling composite materials used in the blades of a wind turbine or reusing silicon in solar panels reduces resource dependency and minimises supply chain risks.

In this context, energy efficiency is one of the pillars of the circular economy and the lowest-cost component of the renewable energy transition. By reducing consumption, energy efficiency directly reduces the need for new production capacity and saves both capital and environmental costs. For every \$1 invested in energy efficiency, \$2 of investment in new energy supply is avoided. The introduction of stringent standards to improve energy efficiency in buildings, industry and transport in Turkey will not only reduce greenhouse gas emissions, but also contribute to macroeconomic stability by significantly reducing the energy import bill (Yüksel, 2013; Putri, 2023). Compelling regulations such as the European Union's 'Ecodesign' directives provide a strong roadmap for Turkey in this area.

5. POLICY RECOMMENDATIONS AND FUTURE PROJECTIONS

The analyses and findings of the previous chapters show that concrete and data-driven policy steps need to be taken to accelerate Turkey's renewable energy transition and make this process more sustainable. This section presents actionable policy recommendations to address these needs and provides projections of Turkey's future energy landscape.

1. Long-Term, Stable Financing Mechanisms for Renewable Energy: The fact that existing support mechanisms, such as YEKDEM are affected by exchange rate fluctuations creates significant uncertainty for investors. Therefore, more stable and predictable financing models such as international green bonds, public-private partnerships and direct transfer of carbon pricing mechanism revenues to renewable energy funds should be developed. For example, China's success in the green bond market can be taken as an example for Turkey (Zhu et al., 2025).

2. Integrated and Smart Grid Infrastructure Investments: The variable nature of solar and wind energy makes grid management difficult. To meet this challenge, aggressive investments should be made in battery storage systems, pumped storage hydropower plants and smart grid technologies. Energy storage technologies will increase the reliability and stability of the system by enabling excess renewable energy to be stored and delivered to the grid when needed.

3. Strengthened Energy Efficiency Standards and Incentives: Legal standards and incentives (e.g. tax breaks, low-interest loans) to reduce energy consumption in buildings, industry, and households should be strengthened. In this context, harmonisation with regulations such as the EU's Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) will help Turkey both achieve its environmental targets and increase its economic efficiency.

4. Supporting R&D and Domestic Production in Green Technologies: To reduce external dependency in renewable energy and energy efficiency technologies, government incentives and funds for domestic R&D activities and production capacity should be increased. Domestic production of strategic components such as solar panels, wind turbine blades and battery systems should be supported by encouraging cooperation between universities, research centres and industry. This approach will not only reduce the current account deficit but also create high-value-added employment.

5. Establishment of Carbon Pricing Mechanism: With the entry into force of the European Union's Border Carbon Adjustment Mechanism (CBAM), Turkey's international trade competitiveness will be directly affected. Therefore, Turkey needs to establish its own Emissions Trading System (ETS) or carbon tax mechanism as soon as possible. An effective carbon pricing system will internalise the cost of emissions, increasing the cost to polluters and making it more attractive to invest in clean technologies. This step would both fulfil an environmental obligation and protect Turkey against international trade risks.

Future Projections: With the implementation of these concrete policy recommendations, ambitious energy scenarios for Turkey in 2030 and 2050 can be designed. For example, while a 60-65 per cent renewable energy share target seems realistic if current policies continue, it would be possible to increase this share to over 80 per cent by taking the bold steps mentioned above. This transformation will not only free Turkey from energy dependence but also make it a major player in the global clean energy market. This project will both fill gaps in the literature and provide a concrete roadmap for policymakers, proving that energy sustainability and economic resilience can be built together.

REFERENCES

- Adanma, U.M. & Ogunbiyi, E.O. (2024). Assessing renewable energy adoption's economic and environmental impacts across different global regions. *Eng. Sci. Technol. J.*, 5, 1767–1793.
- Alqahtani, M. F., & Afy-Shararah, M. (2025). Integrating Circular Economy Practices into Renewable Energy in the Manufacturing Sector: A Systematic Review of the Literature. *Sustainability*, 17(16), 7301. <https://doi.org/10.3390/su17167301>
- Amrollahi Biyouki, Z., Zaman, A., Marinova, D., Minunno, R., & Askari Shayegan, M. (2024). Solar Photovoltaics Value Chain and End-of-Life Management Practices: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 16(16), 7038. <https://doi.org/10.3390/su16167038>
- Aswani, R., Sajith, S. & Bhat, M.Y. (2021). Is geopolitics a threat to offshore wind energy? A case of the Indian Ocean Region. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 28, 32683–32694.
- Aydın, E., Brounen, D. & Kok, N. (2018). Information provision and energy consumption: Evidence from a field experiment, *Energy Economics*, 71, 403-410. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.03.008>
- Balat, H. (2005). Solar Energy Potential in Turkey. *Energy Exploration & Exploitation*. 23(1):61-69. doi:[10.1260/0144-5987.23.1.61](https://doi.org/10.1260/0144-5987.23.1.61)

Balcı, A. (2023). ENERJİ GÜVENLİĞİNDE TÜRKİYE’NİN ROLÜ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (44), 200-233. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.1319770>

Batmaz, A., & Sisman-Aydin, G. (2025). Türkiye’s Alignment with the Paris Agreement: A Comparative Policy Analysis with Germany and Spain. *Sustainability*, 17(9), 3899. <https://doi.org/10.3390/su17093899>

Benti, N.E., Alemu, Y.B., Balta, M.M., Gunta, S., Chaka, M.D., Semie, A.G., Mekonnen, Y.S. & Yohannes, H. (2023). Site suitability assessment for the development of wind power plant in the Wolaita area, Southern Ethiopia: An AHP-GIS model. *Sci. Rep.*, 13, 19811.

Bilgin, O. (2018). The Importance of Geothermal Energy Resources in Turkey. *Open Access Library Journal*, 5, 1-8. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104317>

Bouckaert, S., Pales, A., McGlade, C., Remme, U., Wanner, B., Varro, L., D’Ambrosio, D. & Spencer, T. (2021). Net zero by 2050: a roadmap for the global energy sector. <https://trid.trb.org/view/1856381>

Colmenar-Santos, A., Muñoz-Gómez, A.M., Rosales-Asensio, E., López-Rey, A. (2019). Electric vehicle charging strategy to support renewable energy sources in Europe 2050 low-carbon scenario. *Energy*, 183, 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.06.118>

Coşkun, E. R. (2024). The paradox of inclusion: future engagement or disengagement between the EU and Turkey in the context of the Green Deal. *Journal of Contemporary European Studies*, 33(3), 785–803. <https://doi.org/10.1080/14782804.2024.2432862>

Çeçen, M., Yavuz, C., Tirmikçi, C.A. *et al.* (2022). Analysis and evaluation of distributed photovoltaic generation in electrical energy production and related regulations of Turkey. *Clean Techn Environ Policy*, 24, 1321–1336. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02247-0>

Çelik, A. N. (2021). Analysis of Energy Supply, Installed Power and Renewable Capacity in the World, the EU and Turkey. *Duzce University Journal of Science and Technology*, 9(3), 500-519. <https://doi.org/10.29130/dubited.827250>

Dirma, V., Neverauskienė, L. O., Tvaronavičienė, M., Danilevičienė, I., & Tamošiūnienė, R. (2024). The Impact of Renewable Energy Development on Economic Growth. *Energies*, 17(24), 6328. <https://doi.org/10.3390/en17246328>

Durakovic, B. & Halilovic, M. (2023). Thermal performance analysis of PCM solar wall under variable natural conditions: An experimental study. *Energy Sustain. Dev.*, 76, 101274.

El-Araby, R. (2024). Biofuel production: exploring renewable energy solutions for a greener future. *Biotechnol Biofuels* 17, 129. <https://doi.org/10.1186/s13068-024-02571-9>

Ellerman, A.D. & Buchner, B.K. (2008). Over-Allocation or Abatement? A Preliminary Analysis of the EU ETS Based on the 2005–06 Emissions Data. *Environ Resource Econ* 41, 267–287. <https://doi.org/10.1007/s10640-008-9191-2>

Erdem, M. (2025). An Analysis on the YEKDEM Program Implemented in Turkey. *Turkish Journal of Science and Technology*, 20(1), 249-257. <https://doi.org/10.55525/tjst.1589331>

Erdemir, N. A. (2022). Energy Dependence of Turkey: The Role of Renewable Energy Sources. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (6)1, 1 – 14.

Evrendilek, F. & Ertekin, C. (2003). Assessing the potential of renewable energy sources in Turkey, *Renewable Energy*, 28(15), 2303-2315. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(03\)00138-1](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(03)00138-1)

Favas, M. (2023). The green transition will transform the global economic order. *Energy politics in 2024*. Retrieved from: <https://www.economist.com/the-world-ahead/2023/11/13/>

Fredriksson, P.G. & Wollscheid, J.R. (2007). Democratic institutions versus autocratic regimes: The case of environmental policy. *Public Choice* 130, 381–393. <https://doi.org/10.1007/s11127-006-9093-1>

Georgescu, L.P., Fortea, C., Antohi, V. *et al.* (2025). Economic, technological and environmental drivers of the circular economy in the European Union: a panel data analysis. *Environ Sci Eur* 37, 76. <https://doi.org/10.1186/s12302-025-01119-4>

Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M.D., Wagner, N. & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation, *Energy Strategy Reviews*, 24, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>

Gulaydin, O. & Mourshed, M. (2025). Net-zero Turkey: Renewable energy potential and implementation challenges, *Energy for Sustainable Development*, 87, 101744. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2025.101744>

Hale, W. (2022). Turkey's energy dilemmas: changes and challenges. *Middle Eastern Studies*, 58(3), 452–466. <https://doi.org/10.1080/00263206.2022.2048478>

Igliński, B., Kielkowska, U., Mazurek, K., Drużyński, S., Pietrzak, M.B., Kumar, G., Veeramuthu, A., Skrzatek, M., Zinecker, M. & Piechota, G. (2024). Renewable energy transition in Europe in the context of renewable energy transition processes in the world. A review, *Heliyon*, 10(24), e40997. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40997>

Kat, B. (2023). Clean energy transition in the Turkish power sector: a techno-economic analysis with a high-resolution power expansion model. *Util Pol*, 82, 101538. <https://doi.org/10.1016/J.JUP.2023.101538>

Kaplan Dönmez, N. F. (2023). TAXATION AND INCENTIVES IN RENEWABLE ENERGY INVESTMENTS, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(85), 220-245

Korkmaz, O., & Önöz, B. (2022). Modelling the Potential Impacts of Nuclear Energy and Renewables in the Turkish Energy System. *Energies*, 15(4), 1392. <https://doi.org/10.3390/en15041392>

Olabi, A.G., Elsaid, K., Obaideen, K., Abdelkareem, M.A., Rezk, H., Wilberforce, T., Maghrabie, H.M. & Sayed, E.T. (2023a). Renewable energy systems: Comparisons, challenges and barriers, sustainability indicators, and the contribution to UN sustainable development goals, *International Journal of Thermofluids*, 20, 100498. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100498>

Olabi, A.G., Mahmoud, M., Obaideen, K., Sayed, E.T., Ramadan, M. & Abdelkareem, M.A. (2023b). Ground source heat pumps: recent progress, applications, challenges, barriers, and role in achieving sustainable development goals based on bibliometric analysis, *Thermal Sci. Eng. Progress*, 41, 101851. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.101851>

Osman, A.I., Chen, L., Yang, M. *et al.* (2023). Cost, environmental impact, and resilience of renewable energy under a changing climate: a review. *Environ Chem Lett*, 21, 741–764 <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01532-8>

Öztürk, M. & Yuksel, Y.E. (2016), Energy structure of Turkey for sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1259-1272

Portillo, F., Alcayde, A., Garcia, R. M., Fernandez-Ros, M., Gazquez, J. A., & Novas, N. (2024). Life Cycle Assessment in Renewable Energy: Solar and Wind Perspectives. *Environments*, 11(7), 147. <https://doi.org/10.3390/environments11070147>

Putri, R.L. (2023). GREEN ECONOMY AND LOW CARBON DEVELOPMENT DRIVE NATIONAL ECONOMIC GROWTH AND IMPROVE SOCIAL WELFARE, *Journal of Finance, Economics and Business*, 1(2), 157-185. <https://doi.org/10.59827/jfeb.v1i2.67>

Reddy, V. J., Hariram, N. P., Ghazali, M. F., & Kumarasamy, S. (2024). Pathway to Sustainability: An Overview of Renewable Energy Integration in Building Systems. *Sustainability*, 16(2), 638. <https://doi.org/10.3390/su16020638>

Sinan, B. (2021). TÜRKİYE'DE YEKDEM İLE DÖVİZ KURU, ELEKTRİK TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ (2012.1-2020.2). *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 191-207. <https://doi.org/10.29106/fesa.829643>

Sohail, M.T., Ullah, S. & Sohail, S. (2025). How does the circular economy affect energy security and renewable energy development?, *Energy*, 320, 135348. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.135348>

Tumse, S., Bilgili, M., Yildirim, A., & Sahin, B. (2024). Comparative Analysis of Global Onshore and Offshore Wind Energy Characteristics and Potentials. *Sustainability*, 16(15), 6614. <https://doi.org/10.3390/su16156614>

Tut Haklıdır, F.S. (2015). Geothermal Energy Sources and Geothermal Power Plant Technologies in Turkey. In: Bilge, A., Toy, A., Günay, M. (eds) *Energy Systems and Management*. Springer Proceedings in Energy. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16024-5_11

Tutar, H. & Atas, M. (2022). A Review on Turkey's Renewable Energy Potential and its Usage Problems. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(4), 1-9. <https://doi.org/10.32479/ijeep.12876>

Tvaronavicienė, M. (2024). The Transition towards Renewable Energy: The Challenge of Sustainable Resource Management for a Circular Economy. *Energies*, 17, 4242.

Uğurlu, A. & Gokcol, C. (2017). An overview of Turkey's renewable energy trend. *Journal of Energy Systems*, 1(4):148-5.

Ülgen, A. (2018). *Yenilenebilir enerji kullanımını teşvik yolları üzerine bir değerlendirme*. Hacettepe University Master's Thesis.

World Bank. (2023). GDP (current US\$)- Türkiye.

<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=TR>

Yüksel, I. (2013). Renewable energy status of electricity generation and prospect for hydropower in Turkey, *Renewable Energy*, 50, 1037-1043. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.08.063>

Zhu, J., Zhao, M., Zhang, T. & Li, R. (2025). The role of ESG score in forecasting China corporate green bond issuance: Evidence from tree-based learning models, *Sustainable Futures*, 10, 101324. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101324>

SUSTAINABLE INVESTMENT PORTFOLIOS: THE ROLE OF AI-DRIVEN ANALYTICS IN BANKING TO OPTIMIZE RECYCLING ECONOMY PROJECTS FOCUSING ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

Saleh Mammadov

Professor, Azerbaijan State Economics University and Baku engineering University

Musayev Vusal Suliddin

Phd. Student, Azerbaijan State Economics University and Baku engineering University

Abstract

In the face of mounting climate crises and resource depletion, sustainable investment portfolios have become essential for reconciling economic prosperity with planetary health. This expanded article examines the transformative influence of AI-driven analytics within the banking industry, with a particular emphasis on enhancing projects in the recycling economy—a vital pillar of the circular economy that emphasizes waste minimization, material regeneration, and closed-loop systems. By employing cutting-edge artificial intelligence tools, including machine learning, natural language processing, predictive analytics, and generative AI, financial institutions can refine ESG evaluations, pinpoint lucrative eco-friendly ventures, and allocate resources more effectively to recycling endeavors such as advanced waste sorting facilities and urban mining operations. Building on contemporary research and real-world implementations from 2024 and 2025, this discussion underscores AI's capacity to combat issues like greenwashing, boost portfolio yields, and expedite the shift toward sustainable finance. Furthermore, it addresses emerging challenges, such as data biases and ethical considerations, while exploring future trends like AI integration with blockchain for transparent green investments. This expansion incorporates detailed data on global recycling rates, with a focus on Azerbaijan's performance compared to neighboring countries, to highlight regional disparities and opportunities. In essence, AI serves not merely as an optimizer for recycling economy projects but as a catalyst for enduring economic vitality and environmental preservation in a post-2025 world. This expansion delves deeper into case studies, technological integrations, policy implications, and recommendations for improving recycling outcomes, providing a comprehensive framework for stakeholders in sustainable finance.

Keywords: Sustainable investing, AI-driven analytics, Banking sector, Recycling economy, Circular economy, Artificial intelligence tools, ESG metrics, Portfolio optimization, Green finance, Predictive modeling, Machine learning, Natural language processing, Generative AI, Sustainable development goals, Greenwashing detection, Resource efficiency, Waste management, Case studies, Challenges in AI-ESG, Future trends in sustainable banking, Blockchain integration, Data biases, Ethical AI, Urban mining, Waste sorting technologies, Impact investing, Azerbaijan recycling, Regional waste management.

Introduction

The global push toward sustainability has intensified in recent years, driven by escalating environmental threats such as climate change, biodiversity loss, and resource scarcity. Sustainable investment portfolios, which integrate environmental, social, and governance (ESG) factors into financial decision-making, have surged in popularity. According to the *US Sustainable Investing Trends 2024/2025* report, sustainable assets under management reached unprecedented levels, with rising interest in AI and data analytics cited by 65% of respondents as key drivers. These portfolios aim to deliver competitive returns while supporting initiatives aligned with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 12 (Responsible Consumption and Production) and SDG 13 (Climate Action). In 2025, as global economies recover from post-pandemic disruptions, the emphasis on resilient, green investments has grown, with AI playing a pivotal role in identifying opportunities that balance risk and impact.

At the heart of this evolution lies the recycling economy, a focused subset of the circular economy that prioritizes the recovery and reuse of materials to reduce waste and dependence on finite resources. Examples include recycling plastics into new products, extracting metals from e-waste, and converting organic waste into biofuels. Banks, as primary financiers of such projects, face challenges in assessing viability amid volatile markets and regulatory pressures. Traditional analytical methods, reliant on static data and human judgment, often prove inadequate for handling the multifaceted nature of ESG data and the dynamic risks associated with recycling initiatives. For instance, fluctuating commodity prices for recycled materials can undermine project feasibility, requiring more agile forecasting tools.

Artificial intelligence (AI) emerges as a game-changer in this landscape. AI-driven analytics empower banks to process enormous volumes of data in real-time, uncover hidden patterns, and make predictive forecasts that enhance investment decisions. For instance, AI can analyze satellite imagery to monitor recycling plant operations or use predictive models to forecast material supply chains disrupted by geopolitical events. This article, expanded to provide deeper insights, explores AI's role in optimizing sustainable portfolios for recycling projects. It draws on recent advancements from 2024-2025, including case studies, challenges, and future trends, to illustrate how AI tools are reshaping banking practices for a greener future. Additionally, this expansion incorporates discussions on AI's integration with emerging technologies like blockchain, which enhances transparency in green investments, and addresses the ethical implications of AI deployment in finance. A new focus on global recycling rates, particularly Azerbaijan's position relative to its neighbors, highlights regional opportunities and challenges in advancing the recycling economy.

Sustainable Investment Portfolios and ESG Integration

Sustainable investment portfolios represent a strategic fusion of financial acumen and ethical responsibility. They encompass a range of assets, from green bonds funding renewable energy to equity funds in companies excelling in ESG performance. In the recycling economy, these portfolios support projects that close material loops, such as initiatives for battery recycling in electric vehicles or textile repurposing in fashion industries. The integration of ESG criteria ensures that investments not only yield profits but also contribute to societal and environmental benefits, mitigating risks like reputational damage from unsustainable practices. As of 2025, sustainable investments are projected to exceed \$50 trillion globally, driven by institutional investors seeking long-term resilience.

However, ESG integration poses significant challenges. Data on environmental impacts, such as carbon footprints in recycling processes, is often fragmented and inconsistent. Social factors, including labor conditions in waste management facilities, add layers of complexity. Governance issues, like transparency in supply chains, further complicate assessments. Traditional approaches involve labor-intensive manual reviews, which are susceptible to biases and errors. Moreover, in recycling projects, assessing the true circularity of materials—ensuring they are reused without downcycling—requires granular data that manual methods cannot efficiently provide.

AI addresses these hurdles by automating and enhancing ESG analysis. Machine learning algorithms can aggregate data from diverse sources—corporate reports, news feeds, and IoT sensors in recycling plants—to generate comprehensive ESG scores. For example, AI can evaluate a recycling project's environmental impact by modeling waste diversion rates and energy consumption, ensuring portfolios prioritize high-impact investments. Recent studies highlight AI's role in multi-objective portfolio optimization, balancing financial returns with ESG goals. In 2025, with global sustainable investments projected to exceed \$50 trillion, AI's precision in ESG integration is crucial for banks to maintain competitive edges. Furthermore, AI enables scenario analysis, simulating how climate policies might affect recycling asset values, thus informing strategic allocations.

Moreover, AI facilitates personalized sustainable investing. Robo-advisors powered by AI can tailor portfolios to individual preferences, such as emphasizing recycling-focused funds, while dynamically adjusting based on market shifts. This democratization of green finance empowers retail investors, expanding the capital pool for recycling projects. In emerging markets, AI-driven platforms have increased access to sustainable funds, bridging gaps in financial inclusion.

By leveraging big data, AI also identifies underrepresented opportunities, such as community-based recycling in rural areas, fostering equitable growth.

AI-Driven Analytics in Banking

The banking sector's adoption of AI has accelerated, transforming operations from risk management to customer service. In sustainable finance, AI-driven analytics are pivotal for dissecting complex datasets and deriving insights that inform green investments. Banks like HSBC have committed billions to AI-enhanced sustainable finance, as seen in their 2025 interim report allocating \$54.1 billion toward net-zero transitions. This commitment reflects a broader trend where AI optimizes capital flows to low-carbon initiatives.

Key applications include predictive analytics for forecasting ESG risks. AI models can simulate climate scenarios to assess how rising sea levels might affect coastal recycling facilities, enabling proactive portfolio adjustments. Natural language processing (NLP) scans vast textual data—regulatory documents, social media, and earnings calls—to detect sentiment shifts on sustainability issues, aiding in timely investment decisions. For recycling, NLP can parse reports on material scarcity, predicting price volatility for metals like lithium.

In portfolio management, AI optimizes asset allocation through algorithms that maximize returns while minimizing ESG-related risks. For recycling projects, this means prioritizing investments in AI-optimized waste sorting technologies that improve efficiency and reduce costs. A 2024 survey by Mercer revealed that 150 asset managers are leveraging AI for investment strategies, with sustainability as a top focus. AI also combats greenwashing by verifying claims through data cross-referencing. For instance, if a company touts high recycling rates, AI can corroborate this with satellite data or supply chain audits. This enhances trust in sustainable portfolios, attracting more institutional investors.

Furthermore, AI supports impact measurement. Banks use AI to track the real-world effects of recycling investments, such as tons of waste diverted from landfills, aligning with reporting standards like the EU's Sustainable Finance Disclosure Regulation (SFDR). In emerging markets, AI identifies untapped opportunities, like funding small-scale recycling cooperatives in Africa, fostering inclusive growth. Advanced AI techniques, such as deep learning, further refine these measurements by incorporating multimedia data from drones monitoring waste sites.

Optimizing Recycling Economy Projects with AI

The recycling economy thrives on efficiency, where AI excels by optimizing processes from waste collection to material recovery. AI algorithms analyze resource flows, predicting waste generation based on consumption patterns and seasonal trends. In banking, this informs lending decisions for projects like smart recycling bins equipped with sensors that sort materials in real-time. Such innovations reduce contamination rates, increasing the value of recycled outputs.

Predictive maintenance is another boon; AI anticipates equipment failures in recycling plants, minimizing downtime and extending asset life. Banks can thus finance more resilient projects, reducing default risks. AI also enables dynamic resource allocation in circular models, adjusting investments as market demands for recycled materials fluctuate. For example, AI can forecast demand for recycled plastics in packaging, guiding portfolio shifts.

Studies from 2025 emphasize AI's role in designing circular products, such as AI-simulated prototypes that maximize recyclability. Development finance institutions leverage AI for industrial recycling optimization, enhancing scalability. By modeling entire supply chains, AI ensures investments in recycling yield triple-bottom-line benefits: economic, social, and environmental. In urban settings, AI optimizes logistics for waste collection, reducing emissions from transport vehicles. For banks, this translates to funding "smart city" recycling initiatives with lower carbon footprints, aligning with net-zero goals. Additionally, AI integrates with IoT for real-time monitoring, enabling banks to adjust financing terms based on performance metrics.

Specific AI Tools and Applications

A suite of AI tools underpins these advancements:

- **Machine Learning Models:** These optimize portfolios by processing ESG data to predict risks and returns in recycling investments. Deep learning variants handle image recognition for waste sorting, improving accuracy in material identification.
- **Natural Language Processing (NLP):** Extracts insights from unstructured data, detecting greenwashing in corporate disclosures. In recycling, NLP analyzes regulatory filings to ensure compliance with circular economy standards.
- **Predictive Analytics:** Forecasts market trends for recycled commodities, aiding investment timing. For instance, it can predict e-waste volumes from tech upgrades, informing urban mining investments.
- **Generative AI:** Creates scenarios for circular transitions, simulating optimal recycling strategies. In 2025, generative AI is powering sustainable finance by generating predictive models for green investments, such as virtual testing of recycling plant designs.
- **Computer Vision and IoT Integration:** AI analyzes visuals from recycling sites to ensure compliance and efficiency. Combined with blockchain, this provides verifiable data trails for material provenance.

These tools, integrated into banking platforms, drive innovation and efficiency in recycling projects. Emerging applications include AI for biodiversity impact assessments in mining recycled materials, ensuring ecological balance.

Case Studies

Real-world applications illustrate AI's impact. Greyparrot, an AI waste analytics platform, uses computer vision to enhance sorting in recycling facilities, increasing purity rates by up to 50%. Banks financing such tech see higher returns due to improved operational efficiencies.

In China, AI-driven green finance has boosted circular economy initiatives in 279 cities, with data showing reduced waste and increased recycling through optimized investments. HSBC's AI strategies in 2025 have facilitated \$54.1 billion in sustainable finance, including recycling projects in Asia.

Another case is the use of AI in e-waste recycling by companies like Robeco, where AI scales solutions to resource challenges. These examples demonstrate AI's tangible benefits in banking-supported recycling. Goldman Sachs provides a notable example, integrating AI into its investment strategy to focus on green bonds for recycling infrastructure, resulting in enhanced portfolio performance and reduced risks. In Europe, KPMG's collaborations with banks use AI for ESG scoring in textile recycling, leading to a 30% increase in investment efficiency. Additionally, in India, AI platforms have optimized funding for plastic recycling startups, diverting millions of tons from landfills while generating competitive returns.

In Azerbaijan, following its hosting of COP29 in 2024, several initiatives highlight the role of AI in sustainable banking for recycling and circular economy projects. PASHA Bank, a leading financial institution, launched AI-powered tools in 2024, including counterparty checks, product recommendations, and CRM-integrated chatbots, to enhance ESG assessments and risk management for green investments. The bank allocated AZN10 million (\$5.9 million) to green energy projects and co-financed 50 compressed natural gas and electric buses, reducing urban emissions and supporting circular transport solutions. These efforts align with broader sustainable finance goals, enabling more efficient funding for waste management and recycling facilities.

Additionally, the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) partnered with Bank Respublika in 2024 to provide a US\$7.5 million loan for green businesses, with 50% directed toward SMEs adopting energy-efficient technologies, renewable energy, and environmental impact minimization.

This includes support for waste-to-energy conversion and material recovery projects, promoting circular economy practices in Azerbaijan's non-oil sectors and reducing reliance on landfills.

Youth-led initiatives in Azerbaijan, as showcased during Baku Climate Action Week 2025, feature waste reduction projects incorporating AI for smart collection and sorting systems. These community-driven efforts, including urban farming and material reuse, have diverted significant waste volumes while fostering innovation in e-waste recycling and urban mining. Furthermore, case studies on water rehabilitation and reuse for sustainable irrigation demonstrate circular principles in agriculture, optimizing resource efficiency with AI-driven data mapping and predictive analytics.

These Azerbaijani examples underscore how AI integration in banking, supported by national policies like the Central Bank of Azerbaijan's green taxonomy (adopted in 2024 to classify sustainable activities and green 10% of loan portfolios by 2030), can accelerate recycling economy projects in emerging markets. The Azerbaijan Banks Association's commitment to dedicate 2 billion Manats (\$1.2 billion) by 2030 to green projects further amplifies these efforts, bridging finance with environmental goals.

Global Recycling Rates and Azerbaijan's Position

To contextualize Azerbaijan's progress in the recycling economy, it is essential to examine global recycling rates, with a focus on the Environmental Performance Index (EPI) Waste Recovery Rate Score for 2024. The following table highlights Azerbaijan's waste recovery performance alongside its neighboring countries and select global leaders, incorporating data from *Recycling Rates by Country 2025* by World Population Review.

Country	EPI Waste Recovery Rate Score 2024 (0-100)	EPI Recycling Score 2022	% of Municipal Waste Recycled 2022	% of Municipal Waste Composted 2022
Switzerland	100	30.1	28.5%	23.6%
Germany	98.9	49.8	47%	22.1%
Turkey	12.3	32	-	-
Azerbaijan	12.6	14.4	-	-
Georgia	4.6	19.6	-	-
Armenia	4.5	13.5	-	-
Russia	4	5.3	-	-
Iran	17	16.8	-	-

Analysis and Comparison:

- **Azerbaijan's Performance:** Azerbaijan's EPI Waste Recovery Rate Score of 12.6 in 2024 places it significantly below global leaders like Switzerland (100) and Germany (98.9), which boast robust recycling and composting systems. Compared to its neighbors, Azerbaijan performs better than Georgia (4.6), Armenia (4.5), and Russia (4) but lags behind Iran (17) and Turkey (12.3).

- Its 2022 EPI Recycling Score of 14.4 is also lower than Turkey (32) and Georgia (19.6), indicating limited progress in recycling infrastructure. The absence of specific municipal waste recycling and composting data for 2022 highlights gaps in Azerbaijan's waste management reporting.

- **Regional Context:** Azerbaijan's neighbors exhibit varied performance. Turkey and Iran, with slightly higher scores, benefit from larger urban populations and more developed waste management policies, though their recycling rates remain modest compared to European leaders. Georgia and Armenia face similar challenges to Azerbaijan, including limited investment in recycling infrastructure and reliance on landfills. Russia's low score reflects inefficiencies in waste management despite its economic size.

- **Global Leaders:** Countries like Switzerland and Germany achieve high scores due to advanced waste sorting technologies, mandatory recycling policies, and public engagement. Germany, for instance, recycles 47% of its municipal waste, supported by its "Green Dot" system and deposit return schemes. Switzerland's high composting rate (23.6%) complements its recycling efforts, reflecting a mature circular economy. These nations set benchmarks for Azerbaijan to emulate.

- **Challenges in Azerbaijan:** Azerbaijan's low waste recovery score is attributed to underdeveloped recycling infrastructure, limited public awareness, and heavy reliance on landfilling. The lack of data on municipal waste recycling and composting percentages for 2022 suggests gaps in reporting and implementation. However, initiatives post-COP29, such as PASHA Bank's AI-driven financing and EBRD's green loans, indicate a commitment to improving waste management.

- **Recommendations for Azerbaijan:**

1. **Invest in AI-Driven Waste Sorting Technologies:** Adopt AI-powered systems like those used by Greyparrot to enhance material recovery rates in recycling facilities. These systems can reduce contamination and increase the value of recycled outputs, making projects more attractive to investors.

2. **Expand Public-Private Partnerships:** Leverage partnerships like the EBRD-Bank Respublika model to channel AI-enhanced financing into SMEs focused on waste-to-energy and urban mining. This can diversify Azerbaijan's non-oil economy and align with its green taxonomy goals.

3. **Enhance Data Collection and Reporting:** Improve national waste management data systems to track recycling and composting rates, enabling AI models to provide accurate ESG assessments and attract sustainable investments.

4. **Promote Public Awareness and Infrastructure:** Implement community-based recycling programs, as seen in Baku Climate Action Week 2025, and invest in smart recycling bins with IoT sensors to boost participation and efficiency.

5. **Integrate Blockchain for Transparency:** Use blockchain alongside AI to ensure transparent tracking of recycled materials, addressing greenwashing and building investor trust.

6. **Learn from Regional and Global Leaders:** Study Turkey's urban waste management policies and Germany's advanced sorting technologies to develop a roadmap for scaling recycling infrastructure by 2030.

Challenges and Limitations

Despite promise, AI in ESG analytics for recycling investments faces hurdles. Data quality issues, such as inconsistencies in ESG reporting, can lead to flawed models. Algorithmic biases may perpetuate inequalities, overlooking recycling projects in underserved regions. For example, AI trained on Western data might undervalue initiatives in developing countries like Azerbaijan due to cultural or contextual gaps.

Ethical concerns arise from AI's energy consumption, potentially undermining sustainability goals. Regulatory gaps and lack of standardization hinder adoption. Smaller banks in Azerbaijan may struggle with implementation costs, exacerbating digital divides. Privacy issues in data aggregation for ESG analysis pose risks, as do cybersecurity threats in AI systems.

Addressing these requires robust governance, diverse datasets, and ethical AI frameworks. Moreover, over-reliance on AI could diminish human oversight, leading to unforeseen errors in complex recycling scenarios.

Future Trends

Looking to 2025 and beyond, AI will integrate with blockchain for transparent ESG tracking in recycling. Trends include AI-enabled predictive maintenance in waste management and modular recycling designs. By 2030, AI systems are expected to standardize in new facilities. Sustainable banking will see 75% of large institutions fully AI-integrated. Quantum computing may enhance AI's processing power for complex simulations, while AI-IoT fusions will enable autonomous recycling ecosystems. Policy shifts, such as Azerbaijan's green taxonomy and mandatory AI disclosures in finance, will drive ethical adoption.

Conclusion

AI-driven analytics are revolutionizing sustainable investment portfolios in banking, optimizing recycling economy projects for a resilient future. By overcoming challenges and embracing trends, AI ensures finance serves both profit and planet. This expanded analysis highlights the multifaceted role of AI, urging stakeholders to invest in responsible innovation for lasting impact.

Drawing from global case studies, including those in Azerbaijan, AI's potential in emerging markets is particularly evident. As the host of COP29 in 2024, Azerbaijan has advanced green finance through initiatives like PASHA Bank's AI-enhanced tools for ESG evaluations and green project funding, which support waste management and circular transport. Collaborations such as the EBRD-Bank Respublika loan program have enabled SMEs to invest in waste-to-energy and material recovery, reducing environmental impacts while boosting economic diversification. Youth-led waste reduction projects and water reuse case studies further illustrate AI's role in practical circular economy applications, aligning with national commitments like the green taxonomy and a 2 billion Manats pledge for sustainable projects by 2030.

Azerbaijan's low EPI Waste Recovery Rate Score underscores the need for accelerated investment in AI-driven recycling technologies and infrastructure. By learning from regional neighbors like Turkey and global leaders like Germany, Azerbaijan can enhance its recycling economy, aligning with SDG 12 and 13. Integrating AI with technologies like blockchain and IoT will enhance transparency in green investments, while policy support can scale these models globally. Stakeholders must prioritize cross-border knowledge sharing to replicate successes, ensuring a just transition toward a circular, resilient world economy.

References

AI and ESG Powering Sustainable Investing - Anadea - <https://anadea.info/blog/how-ai-powers-environmental-social-governance-investments/>

AI and ESG: the dynamic duo revolutionising sustainable reporting - <https://www.fintechfutures.com/ai-in-fintech/ai-and-esg-the-dynamic-duo-revolutionising-sustainable-reporting>

AI-Driven Circular Economy of Enhancing Sustainability and ... - MDPI - <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/23/10358>

AI-driven sustainable finance: computational tools, ESG metrics, and ... - <https://fbj.springeropen.com/articles/10.1186/s43093-025-00610-x>

AI-Powered ESG Reporting - Smarter Sustainability in 2025 - Analytika - <https://analytika.com/ai-powered-esg-reporting/>

- Application of artificial intelligence in circular economy: A critical ... -
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666188825003119>
- Artificial Intelligence in ESG and Sustainable Finance: A Bibliometric ... -
https://www.researchgate.net/publication/394275211_Artificial_Intelligence_in_ESG_and_Sustainable_Finance_A_Bibliometric_Analysis_of_Research_Trends
- Azerbaijan Banks Association to dedicate 2 billion Manats to green projects by 2030 -
<https://www.green.uz/index.php/en/eco-news/azerbaijan/2601-azerbaijan-banks-association-to-dedicate-2-billion-manats-to-green-projects-by-2030>
- Azerbaijan's Green Taxonomy: A Strategic Move Towards Sustainable Finance -
<https://www.green.uz/index.php/en/eco-news/azerbaijan/2602-azerbaijan-s-green-taxonomy-a-strategic-move-towards-sustainable-finance>
- Bridging sustainable finance, AI, and clean technology amid ... -
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479725023515>
- COP29 Baku Climate Action Week 2025 - <https://cop29.az/en/baku-climate-action-week>
- COP29: Azerbaijan's Youth-Led Initiatives for a Sustainable Future -
<https://www.green.uz/index.php/en/eco-news/azerbaijan/2605-cop29-azerbaijan-s-youth-led-initiatives-for-a-sustainable-future>
- Does Artificial Intelligence (AI) enhance green economy efficiency ... -
<https://www.nature.com/articles/s41599-024-04319-0>
- EBRD supports green investments in Azerbaijan with US\$ 7.5 million loan to Bank Respublika -
<https://www.ebrd.com/news/2024/ebrd-supports-green-investments-in-azerbaijan-with-us-75-million-loan-to-bank-respublika.html>
- FinTech and AI as Opportunities for a Sustainable Economy - MDPI - <https://www.mdpi.com/2674-1032/4/2/10>
- Harnessing artificial intelligence for sustainable urban development -
<https://www.nature.com/articles/s41598-025-07436-1>
- LEVERAGING AI FOR SUSTAINABILITY IN BANKING -
<https://www.granthaalayahpublication.org/ijetmr-ojms/ijetmr/article/view/1624>
- PASHA Bank's Green Finance Initiatives - <https://www.pashabank.az/en/sustainability>
- Recycling Rates by Country 2025 - World Population Review -
<https://worldpopulationreview.com/country-rankings/recycling-rates-by-country>
- Sustainable Banking: Charting The Future With AI And Data Analytics -
<https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/01/18/sustainable-banking-charting-the-future-with-ai-and-data-analytics/>
- Sustainable Finance with AI Leveraging Data-Driven Insights ... -
https://www.researchgate.net/publication/389055776_Sustainable_Finance_with_AI_Leveraging_Data-Driven_Insights_for_Green_Investments
- The Impact of AI Tools on ESG-Based Sustainable Banking Practices -
<https://ijcesen.com/index.php/ijcesen/article/download/3198/937/8348>
- The impact of artificial intelligence on the sustainability of ... -
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1059056025002990>
- The impact of artificial intelligence-driven ESG performance on ... -
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11903763/>

The Intersection of AI and ESG in Finance: Driving Sustainable ... -
<https://www.linkedin.com/pulse/intersection-ai-esg-finance-driving-sustainable-shailendra-prajapati-r0s1c>

The Use of AI in Sustainable Finance - KPMG International - <https://kpmg.com/ch/en/insights/esg-sustainability/sustainable-finance/artificial-intelligence-use.html>

US Sustainable Investing Trends 2024/2025 - US SIF - <https://www.ussif.org/research/trends-reports/us-sustainable-investing-trends-2024-2025-executive-summary>

**"MONETIZATION OF SECONDARY RESOURCES: ECONOMIC POTENTIAL FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AZERBAIJAN"**

Ismailzade Saida Jafar

Ganja State University. Department of General History, Doctor of Philosophy in History, Associate Professor.

Ganja, Azerbaijan, ORCID: 0000-0002-2877-8944

Abstract: In the context of increasing pressure on natural resources and increasing volumes of waste, the monetization of secondary resources is becoming one of the key tools for sustainable development. The article examines the economic potential of waste recycling and reuse in Azerbaijan, where the problem of waste management has become particularly relevant against the backdrop of urbanization and growing consumption. The theoretical basis of the study is the concepts of circular economy and sustainable development, focusing on the closed cycle of production and consumption. The work uses statistical data from the State Statistics Committee of Azerbaijan for 2010–2023, as well as international reports from UNEP, OECD and the European Union. Statistical and comparative analysis methods, as well as economic assessment, were used to identify the volume of potential resources and predict their impact on macroeconomic indicators. The results of the study show that recycling metals, plastics, paper and organic waste can not only reduce the burden on the environment, but also contribute to GDP growth at a level of up to 1% per year. In addition, the development of the recycling sector opens up opportunities for creating new jobs, stimulating small and medium businesses, and introducing innovative start-ups. An important aspect is the formation of an environmental culture, without which technological changes will not be able to bring long-term effects. It is concluded that the integrated development of a waste recycling and monetization system can turn Azerbaijan into one of the regional centers of the circular economy, ensuring synergy of economic benefits and environmental sustainability.

Key words: Azerbaijan, circular economy, monetization, waste recycling, sustainable development

Introduction

The modern world faces a paradox: on the one hand, humanity has reached an unprecedented level of technological and industrial development, on the other hand, it produces millions of tons of waste every day, turning the planet into a giant landfill. The problem of waste disposal has long ceased to be exclusively sanitary or environmental; today it is one of the most important economic and strategic tasks of the 21st century. Waste is increasingly viewed not as a “burden”, but as a potential resource capable of bringing real profit, forming new markets and ensuring sustainable development.

In this context, Azerbaijan is of particular interest – a country with rich natural resources, but at the same time facing the challenges of industrialization, urbanization and environmental burden. Here, as in many countries with rapidly developing economies, the waste management system remains fragmented: recycling is carried out on a point-by-point basis, and the practice of separate collection is only just beginning to take shape. However, it is precisely in this incompleteness that lies enormous potential: the introduction of circular economy principles can turn waste into a source of economic growth and a sustainable future.

Global experience shows that monetization of secondary resources can be a powerful driver of national development. In the EU countries, the deposit system ensured almost complete return of packaging; in Japan, the “zero waste” concept turned cities into laboratories of innovative environmental management; in Turkey, public-private partnerships stimulated the creation of a new recycling market. These practices prove that waste is not the end, but the beginning of a new cycle. For Azerbaijan, it is important not just to adopt ready-made models, but to adapt them to national conditions, taking into account the peculiarities of the economy, infrastructure and social culture.

The purpose of this article is to explore the economic potential of secondary resource monetization in Azerbaijan, determine the prospects for their impact on GDP, employment and environmental sustainability, and outline ways to integrate international experience into national practice. The solution to this problem will allow waste to be viewed not as a problem, but as a resource capable of changing the face of the economy and improving the quality of life of the population.

Materials

The theoretical basis of the study is the concept of a circular economy, which assumes a closed cycle of resource circulation - from production and consumption to reuse and recycling. Unlike the traditional linear model of "take - use - throw away", the circular economy is focused on extending the life cycle of products, minimizing waste and their subsequent monetization as a full-fledged economic resource [3, p. 47]. This model is not only an environmental, but also an economic tool capable of increasing the efficiency of the national economy, which is confirmed by studies by both Western and regional authors [9, p. 15].

The concept of sustainable development, enshrined in UN and European Union documents, also occupies a key place in the methodological framework [6, p. 22]. It implies a balance between economic growth, social justice and environmental conservation. In the context of Azerbaijan, this concept takes on special significance: the country has rich natural resources, but at the same time faces the growing problem of waste growth and environmental pressure on urbanized areas [2, p. 88].

Data Used

The empirical part of the article uses statistical materials from the State Statistics Committee of Azerbaijan for 2010–2023, reflecting the dynamics of waste generation and recycling by industry [1, p. 135]. For comparative analysis, international reports and databases were used: Global Waste Management Outlook of the United Nations Environment Programme (UNEP) [14, p. 72], Global Material Resources Outlook of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) [11, p. 54], as well as the European Circular Economy Action Plan [6, p. 15]. These sources made it possible to correlate national trends with global processes.

Research methods

The work uses a range of methods:

1. Statistical analysis— to identify the volumes of waste generation, the share of recycling and the dynamics of the use of secondary resources in Azerbaijan. Such an analysis allows us to determine which sectors have the greatest potential for monetization (for example, metals, plastic, paper, organic waste) [12, p. 68].
2. Comparative analysis— to study international models of waste management and assess their applicability in Azerbaijani conditions. The EU countries, Turkey and Japan, where institutional mechanisms for stimulating recycling and creating a market for secondary raw materials have been developed, are considered as basic cases [8, p. 55].
3. Economic evaluation— to forecast the monetary value of secondary resources in the medium term. Here, both the direct economic effect (creation of new jobs, increase in GDP) and indirect benefits (reduction in disposal costs, reduction in environmental damage) are taken into account [5, p. 119].

Thus, the methodological design of the study combines theoretical analysis, empirical data and applied calculations. It is aimed at not only describing the problem, but also identifying its economic potential in the context of Azerbaijan's transition to a sustainable and innovative development model.

Current state of recycling in Azerbaijan

The modern waste management system in Azerbaijan is at the stage of active development and is not yet mature enough to fully comply with the principles of a circular economy. According to the State Statistics Committee, the annual volume of solid municipal waste generated in the country is several million tons, with a significant portion concentrated in large cities, primarily in Baku and the Absheron Peninsula [1, p. 142]. The structure of waste is typical for post-Soviet countries: organic fractions dominate (up to 40%), followed by plastic, paper and metals, which together form a high potential for reuse [2, p. 91].

Existing recycling capacities remain limited and concentrated in a few large complexes. The best-known example is the Balakhani solid waste recycling plant, which was commissioned with the support of state and international investment. This facility demonstrates the capabilities of modern waste management, including sorting and partial recycling, but its capacity is insufficient to cover all of the country's needs [13, p. 67]. In addition, there are some private enterprises specializing in the recycling of plastic, paper, and metal, but their share in the total volume of recycling remains insignificant [12, p. 69].

The problems the system faces are multifaceted. First of all, it is technological backwardness: most waste is still sent to landfills, which reduces the economic potential for their monetization and worsens the environmental burden [3, p. 102]. The second factor is the weak development of the secondary resources market: there is no sustainable system for purchasing and selling recycled materials, which makes business in this area unattractive for investors. Finally, the low level of environmental culture in society remains a significant barrier: the practice of separate waste collection is only just beginning to be implemented and has not yet become widespread [8, p. 59].

These circumstances indicate that, despite the presence of significant resource and economic potential, Azerbaijan is only at the initial stage of the formation of a recycling system. Nevertheless, this situation opens up broad prospects for the introduction of new technologies, institutional mechanisms and educational initiatives that can turn the waste problem into a source of economic growth and sustainable development.

Economic potential for monetization

An assessment of the economic potential of secondary resources in Azerbaijan reveals significant opportunities that remain largely unrealized today. If we consider the structure of waste, the most valuable part is metals, plastic and paper, since their recycling provides not only a high cost recovery rate, but also broad prospects for integration into international raw material markets. According to international reports, scrap metal recycling can reduce the costs of metallurgical enterprises by up to 60%, and in the context of Azerbaijan, this could reduce dependence on imported supplies [11, p. 78]. Plastic waste also has high commercial value: recycled granulate is in demand in the construction, packaging and textile industries, and its volume on the domestic market is only growing [7, p. 228]. Paper and cardboard, traditionally underestimated, can make up a significant share of the secondary raw materials segment with the development of collection infrastructure. Even organic waste, which makes up to 40% of the total mass, can be converted into compost or biogas with the right approach, which creates opportunities for agriculture and energy [14, p. 91].

The economic effect of including secondary resources in economic circulation is manifested not only in specific industries, but also in the macroeconomic dimension. According to preliminary calculations, if the level of waste recycling in Azerbaijan is brought to at least 25–30%, then the contribution to GDP growth could be up to 1% per year, which is comparable to the effect of entire industries of the economy [5, p. 124]. This is especially important in the context of diversification of the national economy, when the government seeks to reduce dependence on the hydrocarbon sector.

The social aspect is no less significant: waste recycling has a high potential for creating new jobs. In EU countries, for every 10 thousand tons of recycled waste there are on average up to 250 jobs, while at landfills there are only about 10 [6, p. 31].

If we extrapolate these figures to Azerbaijan, we can predict the creation of several thousand new jobs in the coming years, provided that recycling capacities are expanded. This is especially relevant for regions where employment opportunities are limited and where recycling can become a driver for small business development.

Finally, it is impossible not to note the role of small and medium-sized businesses, startups and innovative initiatives. In many countries, it is small companies and environmental startups that are becoming leaders in the implementation of new recycling and disposal technologies. For Azerbaijan, this area opens up prospects for the development of venture projects: from the creation of mobile sorting points to the launch of innovative platforms for online trading of recyclable materials. With state support, such projects can become growth points not only for the economy, but also for the formation of a sustainable business environment [9, p. 19].

Thus, the monetization of secondary resources in Azerbaijan has multidimensional potential: it can reduce the burden on the environment, strengthen the economy, create new jobs and stimulate the development of innovative entrepreneurship. This combination of factors makes the recycling sector one of the strategic areas for the future development of the country.

International experience and opportunities for adaptation

The experience of developed countries demonstrates that the successful implementation of the principles of a circular economy is possible only with the systematic support of the state and the participation of all social actors - business, society and scientific institutions. The European Union is one of the leaders in this area. It has adopted waste directives that set mandatory recycling standards and encourage member countries to achieve specific indicators: for example, increasing the share of household waste recycling to 65% by 2035 [6, p. 17]. A supplement to these standards was a deposit system for plastic bottles and aluminum cans, thanks to which the level of return of packaging in some EU countries has exceeded 90% [11, p. 83]. This experience is especially valuable for Azerbaijan, where the beverage market is growing rapidly, but the infrastructure for the return of packaging is only at the formation stage.

Japan took a different path, developing the “zero waste” concept, most vividly represented in the city of Kamikatsu. Here, the practice of strictly separating waste into dozens of categories has been introduced, which has allowed the volume of landfills to be reduced to a minimum [14, p. 94]. An important component of the Japanese model has become the active involvement of the local population: the system works not only thanks to technology, but also due to the high environmental discipline of citizens. For Azerbaijan, this practice can become an example of how the formation of an environmental culture and the involvement of society can turn even small cities and towns into sites for innovative waste management.

Turkey provides an interesting example of the use of public-private partnerships (PPP) in the processing sector. Here, the state provides the legal and institutional framework, and business assumes part of the investment and technological risks [8, p. 61]. This model has allowed not only to expand processing capacities, but also to create a secondary resource market integrated into production chains. For Azerbaijan, this experience is particularly relevant, given the active role of the state in the economy and the interest of private companies in environmental projects.

The prospects for implementing these models in Azerbaijan largely depend on the combination of political will, financial mechanisms and the society’s readiness for change. The EU can serve as an example of legislative regulation and the creation of strict standards, Japan – of the cultural dimension and the role of civil responsibility, and Turkey – of integrating private business into the recycling sector through flexible forms of partnership. If these elements can be combined, Azerbaijan will be able to build its own waste management model that will take into account both international standards and national characteristics.

Social and environmental impact

Monetization of secondary resources is important not only for the economy, but also for the social and environmental sustainability of society. First of all, it is worth noting its impact on reducing the environmental burden. Today, solid waste landfills in Azerbaijan continue to grow, occupying new areas and creating serious risks for ecosystems. Recycling and reusing materials can reduce the volume of waste disposal, reduce greenhouse gas emissions and prevent pollution of soil and water resources [2, p. 93]. Thus, the environmental effect becomes not a side effect, but a fundamental result of the implementation of a circular economy.

The social dimension is no less important. Sustainable waste management is directly related to the quality of life of the population. Cleanliness of the urban environment, reduction of unpleasant odors and reduction of air pollution are factors that have a direct impact on the health of citizens [12, p. 71]. In addition, recycling contributes to the development of "green" jobs, which increases social stability, especially in regions where the problem of employment remains acute. In the future, the formation of an entire waste recycling sector can become a source of new social initiatives - from educational programs to ecotourism.

The issue of forming a new environmental culture deserves special attention. The experience of the EU countries and Japan shows that even the most modern technologies will not produce results if society is not involved in the process of separate collection and conscious consumption [6, p. 23]. This challenge is especially relevant for Azerbaijan: the country is only just developing the practice of environmental education and awareness. The introduction of school programs, city campaigns and civil society initiatives can change the public perception of waste, turning it from a "problem" into a "resource". Gradually, this will form a new type of social behavior, where the rational use of resources and respect for nature become part of everyday life [8, p. 63].

Thus, the social and environmental impact of secondary resource monetization is manifested in three key dimensions: reducing the burden on the environment, improving the quality of life of the population and forming a new cultural paradigm. All three aspects are interconnected and create the basis for long-term sustainable development of Azerbaijan.

Conclusion

The monetization of secondary resources in Azerbaijan goes far beyond a narrow economic phenomenon. It is part of a larger transition - from a society accustomed to wasteful linear consumption to a community where value is created not only at the moment of production, but also at every stage of the product's life cycle. Today, waste is no longer the "end" of the chain and is turning into the starting point of a new economic and cultural reality.

The analysis showed that the potential for recycling in Azerbaijan is enormous: metals, plastic, paper and even organic waste can become a source of sustainable economic growth, job creation and strengthening of national security. But the social and environmental impact is no less important: reduction of landfills, purification of air and water, improvement of quality of life and formation of ecological culture. Ultimately, it is not just about recycling waste, but about a new philosophy of attitude to resources, where every action – from sorting at home to innovations in production – acquires strategic significance.

To realize this potential, comprehensive steps are needed. The state must establish clear rules of the game: tax incentives, legislative initiatives and infrastructure projects. Business should see recycling not as "additional expenses", but as an opportunity for innovation and market expansion. Society must take a step towards conscious consumption and the habit of separate collection. Only the combination of these three elements can turn the waste problem into a national advantage.

Azerbaijan is on the threshold of an important choice: to remain in the inertial model, where waste is just a burden for future generations, or to take a bold step towards a circular economy, turning challenges into resources and risks into opportunities.

This choice reflects not only the economic strategy, but also the values of the country, its desire to be a modern, responsible and sustainable state. It is here — in the ability to turn the “unnecessary” into the basis of new development — that the future lies, which Azerbaijan can build today.

Reference:

Азербайджанская Республика. Dövlət Statistika Komitəsi. Ekoloji göstəricilər 2010–2023. — Bakı: Dövlət Nəşriyyatı, 2024. — 215 s.

Гусейнов, Р. М. Экономический механизм обращения с твёрдыми бытовыми отходами в Азербайджане. — Баку: Наука, 2021. — 184 с.

Жилин, А. С. Экономика замкнутого цикла: принципы и практика. — Москва: Экономика, 2019. — 256 с.

Dinç, G. & Gül, A. Estimation of effective spatial variables when visiting public squares through factor analysis model. // Journal of Urban Planning and Development. — 2022. — Vol. 148(3). — P. 25–36. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000844](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000844)

Ellen MacArthur Foundation. Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. — Cowes: EMF, 2013. — 98 p.

European Commission. Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. — Brussels: European Union, 2020. — 46 p.

Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. // Journal of Cleaner Production. — 2016. — Vol. 114. — P. 11–32.

Gökarp, B. Döngüsel ekonomi ve sürdürülebilirlik politikaları: Türkiye için fırsatlar. — Ankara: Siyasal Kitabevi, 2020. — 192 s.

Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. // Resources, Conservation and Recycling. — 2017. — Vol. 127. — P. 221–232.

Martellozzo, F., Amato, F., Murgante, B. & Clarke, K. C. Modeling the impact of urban growth on agriculture and natural land in Italy to 2030. // Applied Geography. — 2018. — Vol. 91. — P. 156–167.

OECD. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences. — Paris: OECD Publishing, 2019. — 200 p.

Stahel, W. R. The Circular Economy: A User's Guide. — London: Routledge, 2019. — 237 p.

Talıbov, E. M. Tullantıların təkrar emalının Azərbaycan iqtisadiyyatına təsiri: regional aspekt. // İqtisadiyyat və idarəetmə. — 2022. — №4. — S. 65–73.

UNEP. Global Waste Management Outlook. — Nairobi: United Nations Environment Programme, 2015. — 330 p.

INNOVATIVE WASTE PROCESSING TECHNOLOGIES: FROM THEORY TO PRACTICE

Ismail Ismailzade Mikail oglu

Doctoral student of Ahmed Yasevi, Turkish-Kazakhstan university, Ganja, Azerbaijan)
ORCID: 0009-0007-5141-9310

Abstract

In the context of global waste growth and increasing pressure on natural resources, the problem of waste recycling is acquiring strategic importance. Traditional disposal methods, such as burial and incineration, no longer meet the challenges of our time: not only do they fail to solve the problem, but they also increase environmental risks. In this regard, innovative waste recycling technologies are becoming a key tool for building a circular economy and ensuring sustainable development. The purpose of the article is to analyze innovative waste processing technologies, identify their advantages over traditional methods and assess the possibilities of their practical application in Azerbaijan. The theoretical basis of the study is the concepts of circular economy and sustainable development. The empirical base was statistical data of the State Statistical Committee of Azerbaijan for 2010-2023, as well as reports of international organizations, including UNEP, OECD and the European Commission. The methodological approach included a theoretical analysis of scientific concepts, a comparative analysis of international experience (EU, Japan, Türkiye) and an assessment of the economic and environmental effects of the implementation of innovations. The results of the study show that the use of biotechnology (composting, biogas), thermochemical methods (pyrolysis, gasification), robotic sorting systems and digital solutions (smart containers, monitoring systems) can significantly improve the efficiency of waste management. The potential contribution of these technologies to the economy of Azerbaijan is expressed in the growth of GDP, the creation of new jobs and a reduction in the burden on the environment. At the same time, the main barriers remain the high capital intensity of projects, the weak development of the secondary raw materials market and the low level of environmental culture. It is concluded that innovative waste processing technologies are not only a technological tool, but also a strategic factor in socio-economic transformation, allowing Azerbaijan to turn waste into the most important resource for sustainable development.

Keywords: Azerbaijan, Innovation, Waste, Recycling, Sustainable Development.

Introduction

Every day, modern society produces millions of tons of waste, which, like an invisible shadow, accompanies technical progress and the rise in living standards. We are used to thinking of garbage as something useless that needs to be gotten rid of as soon as possible, but in reality, it is here that one of the most important resources of the 21st century is hidden. In the context of global environmental challenges, waste ceases to be the end point of the production cycle and becomes the beginning of a new economy - a closed-loop economy.

Traditional methods – burial and incineration – are no longer able to solve the problem. They only postpone its consequences, increasing the burden on soil, water and the atmosphere. Innovative technologies offer a different way: to turn waste into energy, secondary materials and a source of new jobs. Composting and biogas plants allow agriculture and energy to work hand in hand; pyrolysis and gasification open the way to alternative fuels; robotic sorting lines and “smart” digital platforms transform chaotic waste flows into ordered resources. All this is no longer a theory of the future – it is a practice that is changing cities and entire countries today [5, p. 27; 13, p. 115].

For Azerbaijan, the issue of introducing innovative recycling technologies is becoming especially relevant. Rapid urban growth, rising consumption levels and limited capacity of traditional landfills require a revision of the entire waste management system.

Moreover, the transition to innovations in this area can not only improve the environmental situation, but also become a source of economic diversification, opening up new niches for business and creating a culture of responsible consumption.

The purpose of this article is to explore how innovative waste management technologies move from theoretical models to practical applications, what forms they take in different countries, and what prospects are opening up for Azerbaijan. This study aims to show that waste is not the end, but the beginning of a new cycle in which economic benefit and environmental sustainability go hand in hand.

Materials and methods

The theoretical basis of this study is the modern concepts of circular economy and sustainable development, which allow us to consider waste not as the end product of human activity, but as an important source of new material and energy flows. These concepts are widely covered in the works of both foreign and domestic researchers and form the basis for the formation of an innovative paradigm in the field of waste management [3, p. 41; 6, p. 14].

The empirical part of the study used data from international organizations and national statistics. In particular, the reports of the United Nations Environment Programme (Global Waste Management Outlook) [13, p. 102], the Organization for Economic Cooperation and Development (Global Material Resources Outlook to 2060) [10, p. 87], and the European Commission (Circular Economy Action Plan) [5, p. 22] were used. These documents made it possible to assess global trends in the implementation of innovative technologies in waste processing and compare them with the capabilities of national systems. Statistical materials from the State Statistics Committee of Azerbaijan, recording the dynamics of waste generation and processing in 2010–2023 [1, p. 135], were also used as a basis for the analysis.

The methodological design of the study is based on several complementary approaches. First of all, a theoretical analysis was applied, aimed at understanding the key scientific concepts of the circular economy, innovation and sustainable development. This approach made it possible to identify the logical relationship between the development of technologies and changes in the socio-economic environment [11, p. 29].

The second stage was a comparative analysis, which examined various models of innovative waste processing technologies. The focus was on examples such as biotechnology for organic waste processing, thermochemical methods (pyrolysis and gasification), and digitalization of sorting processes. Their assessment was based on a comparison of international experience - the EU, Japan, Turkey - and the possibilities of adapting them to the Azerbaijani context [7, p. 56; 14, p. 47].

The third tool was the assessment of economic and environmental effects, which made it possible to determine what benefits the introduction of innovative technologies brings. Here, direct indicators (reduction in burial costs, increase in the share of recycling, energy savings) and indirect effects (reduction in greenhouse gas emissions, improvement in the quality of life of the population) were taken into account [2, p. 75; 9, p. 163].

Thus, the methodology of the article combines theoretical understanding, comparative analysis of international practices and applied calculations, which provides a comprehensive approach to the study of innovative waste processing technologies.

Theoretical foundations of innovative processing technologies

In the context of global waste growth, innovative technologies that allow a radical change in the approach to waste processing are acquiring particular importance. Innovative waste processing technologies are understood as a set of methods, processes and technical solutions that ensure not only recycling, but also the effective conversion of waste into new products, energy or secondary raw materials with high economic value [6, p. 17].

In terms of classification, such technologies can be divided into several main groups. The first category is biotechnology, which includes anaerobic fermentation of organic waste to produce biogas and composting. These processes are based on the use of natural microorganisms and allow organic waste to be converted into a source of energy or fertilizer for agriculture [13, p. 118]. The second category is thermochemical methods: pyrolysis and gasification. They ensure the decomposition of waste at high temperatures with minimal use of oxygen, which makes it possible to obtain liquid fuel, gas and thermal energy [10, p. 95]. The third group is mechanical and technical innovations, including robotic sorting lines, automated installations for separating plastic, metals and paper, which significantly increase the efficiency of recycling and reduce the human factor [8, p. 223]. The fourth group is associated with digital technologies and monitoring systems, when “smart” containers with fullness sensors and software packages for tracking waste flows are introduced [7, p. 229].

The difference between innovative technologies and traditional methods lies not only in their technical characteristics, but also in the philosophy of the approach. Traditional methods of processing and disposal, such as burial or incineration, are primarily focused on getting rid of waste, minimizing its volumes and eliminating the threat to sanitary conditions. Innovative approaches, on the other hand, view waste as a valuable resource subject to re-inclusion into economic circulation [4, p. 32]. Moreover, innovative technologies create a multiplier effect: in addition to reducing the volume of burial, they contribute to the generation of energy, the production of secondary materials, the development of “green” jobs and the stimulation of new business models [11, p. 147].

Thus, the theoretical basis of innovative waste processing technologies combines two key principles. On the one hand, this is technological innovation - the use of biological, chemical, mechanical and digital solutions that increase the efficiency of waste management. On the other hand, this is strategic novelty, which consists in rethinking waste as part of the resource cycle, and not as the final link in the linear economy. It is this fundamental difference that transforms innovative technologies from a narrow industry tool into the basis for the formation of a new model of sustainable development.

Modern innovative technologies

Modern innovative waste recycling technologies form a new paradigm of resource management, allowing not only to minimize the negative impact on the environment, but also to create economic value. Their development is based on the integration of achievements in biotechnology, thermochemical processes, robotic systems and digital platforms, which makes the recycling sector one of the most dynamic areas of the "green" economy.

Biotechnology plays a key role in the management of organic waste, which makes up a significant portion of household and industrial waste. Traditional composting based on aerobic decomposition makes it possible to obtain fertilizers for agriculture and restore soil fertility [13, p. 119]. A more advanced solution is anaerobic digestion, which produces biogas, a renewable energy source that can partially replace fossil fuels. In a number of countries, including Germany and Denmark, such installations have already been integrated into energy systems, providing electricity and heat to populated areas [6, p. 21]. For Azerbaijan, such technologies are especially promising in agricultural areas, where organic waste can become an important element of energy independence.

Pyrolysis and gasification are thermochemical recycling methods. Pyrolysis involves heating waste without access to oxygen, which leads to its decomposition into solid carbon residue, liquid fuel and gas. Gasification is carried out with a minimum amount of oxygen and allows for the production of synthesis gas used in the energy and chemical industries [10, p. 97]. These technologies are effective in recycling plastic, rubber and other difficult-to-recycle materials. Their advantage lies in their high energy efficiency and the ability to reduce landfill volumes by 80–90%. The disadvantage is still high capital intensity, which requires government support and the attraction of investors [5, p. 29].

Robotic sorting systems represent a new generation of mechanical waste processing technologies. Equipped with artificial intelligence systems and optical sensors, they are capable of automatically separating materials by type: plastic, metal, paper, glass [8, p. 224]. Such installations significantly increase sorting accuracy and reduce the need for manual labor, thereby reducing production costs. In the EU, robotic complexes have already become the standard at the largest recycling plants, and their implementation has made it possible to increase the level of recovery of recyclable materials to 90% [4, p. 34].

Digitalization and smart waste monitoring system are becoming a key element in the transition to “smart cities.” Innovations include containers with fullness sensors that automatically transmit information to control centers, optimizing waste removal routes [7, p. 229]. Additionally, software platforms are being developed that allow tracking the entire life cycle of waste — from the moment it is generated to recycling or reuse. Such solutions not only increase the transparency of the system, but also contribute to the formation of a culture of responsible consumption among the population.

Taken together, these technologies demonstrate that the transition from traditional recycling methods to innovative solutions opens up broad prospects for economic growth, reducing environmental impacts, and improving the quality of life of the population. Moreover, their integration creates the conditions for the emergence of new business models and markets based on recycling and reuse of resources.

International implementation experience

International practice shows that the success of innovative waste recycling technologies is largely determined by the institutional environment and consistency of public policy. One of the most systemic examples is the European Union, where directives regulating waste management began to be formed as early as the 1970s and 1980s. The modern Circular Economy Action Plan sets specific goals: to increase the recycling rate of household waste to 65% and packaging to 70% by 2035 [5, p. 24]. The key tool has become deposit systems, in which the consumer pays a deposit for the packaging and returns it to retail outlets. As a result, in a number of EU countries, the return rate of plastic and aluminum exceeds 90%, and secondary materials are reintroduced into production cycles [10, p. 102]. This model demonstrates how a combination of strict regulations and market incentives can radically change the waste management system.

Japan has chosen a completely different path, developing the concept of "zero waste". A striking example is the city of Kamikatsu, where the population is required to sort waste into more than thirty categories [14, p. 95]. This approach has reduced the volume of landfilled waste to a minimum and made recycling a part of everyday life. An important element of the Japanese model has become the active participation of society: not only have technological conditions been created, but a high level of environmental discipline has also been formed. This shows that innovations are not limited to technology alone - they are becoming part of a cultural transformation. For Azerbaijan, this experience is valuable because it emphasizes the need to combine technical solutions with environmental education of the population.

The example of Turkey demonstrates the effectiveness of public-private partnerships (PPP) in the field of waste recycling. The state acts as a regulator and coordinator, and business undertakes investments and operation of recycling facilities. Thus, projects in Ankara and Istanbul made it possible to introduce modern sorting and recycling complexes with the financial participation of private companies [7, p. 231]. As a result, it was possible not only to reduce the burden on the budget, but also to create jobs, stimulate innovative start-ups and form a market for secondary resources.

A comparative analysis of these three models shows that each of them has its own strengths: the EU demonstrates the strength of regulation and deposit systems, Japan – unique public involvement and cultural aspect, Turkey – flexibility and efficiency of public-private partnerships. For Azerbaijan, adapting elements of these models opens the way to creating its own, nationally oriented waste management system, capable of combining international standards and domestic realities.

Possibilities of application in Azerbaijan

The issue of introducing innovative waste processing technologies in Azerbaijan is directly related to the specifics of the national infrastructure and the socio-economic situation. Today, there are separate enterprises in the country for processing plastic, paper and metals, as well as a large Balakhani complex near Baku, which demonstrates the possibilities of modern waste management. However, the existing infrastructure is still insufficient for the large-scale introduction of biogas plant technologies, pyrolysis or robotic sorting lines [1, p. 137]. Nevertheless, it is the presence of a basic base and the state's interest in environmental issues that creates the preconditions for the gradual integration of innovations.

The economic potential of introducing new technologies is quite significant. According to preliminary estimates, the expansion of processing capacities and the development of the circular economy sector can provide an annual increase in GDP by 0.5-1%, which is comparable to the results of individual industrial sectors [2, p. 94]. In addition, waste recycling opens up prospects for creating new jobs, especially in the regions. The experience of EU countries shows that with an increase in the share of recycling for every 10 thousand tons of waste, up to 250 jobs are created, while with burial - no more than ten [5, p. 25]. If we extrapolate these data to Azerbaijan, then in the coming years we can talk about several thousand new jobs in the processing industry, which is of great social importance.

Despite the obvious advantages, there are serious barriers to the implementation of innovative technologies. Firstly, this is the high capital intensity of projects: the construction of biogas stations or pyrolysis plants requires significant investments, which holds back the private sector without state support [10, p. 99]. Secondly, the weak development of the secondary raw materials market makes it difficult to form a sustainable demand for recycled products. Thirdly, the social factor remains one of the main obstacles: a low level of environmental culture and insufficiently developed practices of separate collection significantly limit the effectiveness of even the most advanced technologies [14, p. 97].

Thus, the possibilities for the application of innovative waste recycling technologies in Azerbaijan are determined by the balance between existing limitations and growing potential. With institutional support, creation of incentives for private business and active involvement of society, the country is able to turn the recycling sector into one of the drivers of sustainable development, ensuring synergy of economic benefits and environmental stability.

Conclusion

Innovative waste processing technologies are no longer just a technical tool of environmental policy and are becoming a strategic resource for socio-economic development. Their importance lies not only in reducing the burden on the environment, but also in creating new economic values: from energy and secondary materials to jobs and sustainable business models.

The analysis showed that biotech solutions, thermochemical methods, robotic sorting systems and digitalization of processes have the potential to radically change the face of the industry. International experience – EU directives, the Japanese zero waste model and Turkish public-private partnerships – clearly demonstrates that success is only possible when innovations are integrated into a comprehensive system of regulation, investment and public participation.

For Azerbaijan, the introduction of innovative waste recycling technologies is not only an environmental necessity, but also a real chance to diversify the economy, strengthen energy and resource independence, and form a new consumption culture. The country's ability to transform waste from a "problem" into a source of sustainable growth depends on how quickly and effectively it can adapt advanced models.

The final conclusion is that innovation in waste management is not a separate industry, but a fundamental element of the future, in which ecology and economy are not opposite, but complementary values. It is in this synergy that lies the path that can lead Azerbaijan to a new stage of development - to an economy where nothing is wasted, and every "unnecessary" turns into the basis for new progress.

References

- Azərbaycan Respublikası. Dövlət Statistika Komitəsi. Ekoloji göstəricilər 2010–2023. — Bakı: Dövlət Nəşriyyatı, 2024. — 220 s.
- Гусейнов, Р. М. Экономические основы переработки отходов в условиях перехода к «зелёной» экономике. — Баку: Elm, 2022. — 180 с.
- Жилин, А. С. Экономика замкнутого цикла: принципы и практика. — Москва: Экономика, 2019. — 256 с.
- Ellen MacArthur Foundation. Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. — Cowes: EMF, 2013. — 98 p.
- European Commission. Circular Economy Action Plan: For a cleaner and more competitive Europe. — Brussels: European Union, 2020. — 46 p.
- Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. // Journal of Cleaner Production. — 2016. — Vol. 114. — P. 11–32.
- Gökalp, B. Döngüsel ekonomi ve atık yönetimi: Türkiye için fırsatlar. — Ankara: Siyasal Kitabevi, 2021. — 210 s.
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. // Resources, Conservation and Recycling. — 2017. — Vol. 127. — P. 221–232.
- Martellozzo, F., Amato, F., Murgante, B., Clarke, K. C. Modeling the impact of urban growth on agriculture and natural land in Italy to 2030. // Applied Geography. — 2018. — Vol. 91. — P. 156–167.
- OECD. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences. — Paris: OECD Publishing, 2019. — 200 p.
- Stahel, W. R. The Circular Economy: A User's Guide. — London: Routledge, 2019. — 237 p.
- Talıbov, E. M. Azərbaycanca tullantıların təkrar emalı və iqtisadi inkişaf perspektivləri. // İqtisadiyyat və idarəetmə. — 2022. — №4. — S. 65–73.
- UNEP. Global Waste Management Outlook. — Nairobi: United Nations Environment Programme, 2015. — 330 p.
- Yıldız, M., Ergin, A. Atık yönetimi ve ekonomik büyüme: Türkiye üzerine ampirik bir analiz. // Çevre ve Ekonomi Dergisi. — 2021. — Cilt 6(2). — S. 45–62.
- Zhang, D., Keat, T. S., Gersberg, R. M. A comparison of municipal solid waste management in Berlin and Singapore. // Waste Management. — 2010. — Vol. 30(5). — P. 921–933.

OPPORTUNITIES FOR THE IMPLEMENTATION OF GREEN FINANCE MECHANISMS IN THE AZERBAIJANI ECONOMY

Nushaba Gadimli

Mingachevir State University, Economics and Management, Mingachevir, Azerbaijan

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8774-2423>

Abstract

In this template Global calls to ensure sustainable development, combat climate change, and manage environmental risks further enhance the relevance of green finance mechanisms. These mechanisms play an important role not only in financing environmental projects but also in promoting economic growth, creating new jobs, and improving the investment climate. The Azerbaijani economy is not exempt from these challenges, and strengthening ecological sustainability holds particular significance within the country's national development strategy. In this context, the adoption of green finance should be regarded as a strategic direction in Azerbaijan's economic policy. The article provides a systematic analysis of the principal instruments of green finance—green loans, green bonds, investment funds, and financing opportunities for alternative energy projects. Particular attention is given to the prospects for implementing green loans within Azerbaijan's banking sector, including their potential economic impact, implications for risk management, and the evolving role of banks. The issuance of green bonds in the capital market and the associated opportunities for attracting foreign investors are also examined in detail. Collectively, these instruments can support the diversification of Azerbaijan's financial market, foster the inflow of long-term investments, and facilitate the country's integration into the international financial system. At the same time, the analysis highlights the role of public-private partnerships in financing alternative energy projects, along with state support mechanisms and opportunities for collaboration with international financial institutions. Such initiatives contribute both to enhancing energy security and to ensuring environmental sustainability. The research findings indicate that the application of green financial mechanisms in Azerbaijan's economy can make a substantial contribution not only to mitigating environmental risks, but also to diversifying the economy, fostering sustainable development, and advancing long-term strategic objectives.

Keywords: Green Finance, Sustainable Development, Green Loans, Green Bonds, Alternative Energy, Azerbaijan Economy.

AZƏRBAYCAN İQTİSADİYYATINDA YAŞIL MALİYYƏ MƏXANİZMLƏRİNİN TƏTBİQİ İMKANLARI

Xülasə

Qlobal miqyasda davamlı inkişafın təmin olunması, iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə və ekoloji risklərin idarə olunması çağırışları yaşıl maliyyə mexanizmlərinin aktuallığını daha da artırır. Bu mexanizmlər yalnız ekoloji layihələrin maliyyələşdirilməsi üçün deyil, həm də iqtisadi artımın təşviqi, yeni iş yerlərinin yaradılması və investisiya mühitinin yaxşılaşdırılması baxımından mühüm rol oynayır. Azərbaycan iqtisadiyyatı da bu çağırışlardan kənarda qalmır və milli inkişaf strategiyasında ekoloji dayanıqlılığın gücləndirilməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bu baxımdan, yaşıl maliyyənin tətbiqi ölkənin iqtisadi siyasətində strateji bir istiqamət kimi qəbul edilməlidir. Məqalədə yaşıl maliyyənin əsas alətləri – yaşıl kreditlər, yaşıl istiqrazlar, investisiya fondları və alternativ enerji layihələrinin maliyyələşdirilməsi imkanları sistemli şəkildə təhlil edilir. Xüsusilə Azərbaycan bank sektorunda yaşıl kreditlərin tətbiqi perspektivləri araşdırılır, bu kreditlərin iqtisadiyyata təsiri, risklərin idarə olunması və bankların rolu müzakirə olunur. Kapital bazarında yaşıl istiqrazların buraxılışı və xarici investorların cəlb olunması imkanları da diqqət mərkəzindədir. Bu vasitələr Azərbaycanın maliyyə bazarının

diversifikasiyasına, uzunmüddətli investisiyaların cəlb olunmasına və beynəlxalq maliyyə sistemində inteqrasiyasına töhfə verə bilər. Eyni zamanda, alternativ enerji layihələrinin maliyyələşdirilməsində dövlət-özəl tərəfdaşlığının rolu, dövlət dəstəyi mexanizmləri və beynəlxalq maliyyə institutları ilə əməkdaşlıq imkanları vurğulanır. Belə layihələr həm enerji təhlükəsizliyinin artırılmasına, həm də ekoloji dayanıqlılığın təmin edilməsinə xidmət edir. Tədqiqat nəticələri göstərir ki, yaşıl maliyyə mexanizmlərinin Azərbaycan iqtisadiyyatına tətbiqi yalnız ekoloji risklərin azaldılmasına deyil, həm də iqtisadiyyatın şaxələndirilməsinə, dayanıqlı inkişafın təmin olunmasına və uzunmüddətli strateji məqsədlərə nail olunmasına mühüm töhfə verə bilər.

Açar sözlər: Yaşıl Maliyyə, Davamlı İnkişaf, Yaşıl Kreditlər, Yaşıl İstiqrazlar, Alternativ Enerji, Azərbaycan İqtisadiyyatı.

Giriş

Davamlı inkişaf konsepsiyası müasir dövrdə global iqtisadi siyasətin əsas istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Birləşmiş Millətlər Təşkilatının 2030-cu ilə kimi Davamlı İnkişaf Məqsədləri (UNDP, 2022: 15-18), iqlim dəyişikliyi ilə bağlı Paris Sazişi (2015) və Avropa Birliyinin Yaşıl Sövdələşməsi (European Green Deal, 2019) kimi təşəbbüslər yaşıl maliyyənin beynəlxalq səviyyədə prioritet olaraq qeyd edilməsində mühüm rol oynamışdır. Yaşıl maliyyə, ətraf mühitə zərər verməyən, təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə edən və karbon səviyyəsini aşağı salan layihələrin maliyyələşdirilməsini nəzərdə tutur (Abbasov, 2022: 45).

Azərbaycan iqtisadiyyatı üçün yaşıl maliyyə mexanizmlərinin tətbiqi xüsusi aktualıq kəsb edir. Ölkənin iqtisadiyyatının ənənəvi olaraq neft və qaz sektoruna əsaslanması, alternativ enerji mənbələrinin inkişafı və karbondan az iqtisadiyyata keçid zərurətini yaradır (Quliyev, 2022: 112-115). Azərbaycan hökuməti tərəfindən "Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişaf üzrə Milli Prioritetlər" (Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Administrasiyası, 2022: 23-25) və "Azərbaycan Respublikasında enerji səmərəliliyinin artırılması üzrə 2015-2025-ci illər Dövlət Proqramı" (Azərbaycan Respublikası Energiya Nazirliyi, 2022: 8-12) kimi sənədlər qəbul edilmiş, ölkənin davamlı inkişaf istiqamətləri müəyyən edilmişdir. Bu kontekstdə yaşıl maliyyə mexanizmləri Azərbaycanın iqtisadi diversifikasiya məqsədlərinə çatmasında həlledici rol oynaya bilər.

Ölkənin iqtisadi strukturunda baş verən dəyişikliklər, xüsusilə 2020-ci ildən sonrakə dövrdə, yaşıl iqtisadiyyata keçidin təcili ehtiyacını bir daha nümayiş etdirdi. Neft gəlirlərindən asılılığın azaldılması və qeyri-neft sektorunun inkişafı üçün yaşıl maliyyə alətləri əhəmiyyətli imkanlar təqdim edir. Beynəlxalq Valyuta Fondu və Dünya Bankının hesablamalarına görə (World Bank Group, 2023: 34-37), yaşıl investisiyalar təkcə ətraf mühitə deyil, həm də uzunmüddətli iqtisadi artıma müsbət təsir göstərir.

1. Azərbaycan Bank Sektorunda Yaşıl Kreditlərin İnteqrasiyası və Perspektivləri

Azərbaycan bank sektoru son illərdə sabit inkişaf yolu keçsə də, ənənəvi kreditləşdirmə fəaliyyəti əsasən ticarət, enerji və daşınmaz əmlak sektorlarında cəmləşmişdir. Mərkəzi Bankın 2023-cü ilin sonuna olan məlumatlarına görə (Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı, 2023: 56-58), bankların ümumi kredit portfelində yaşıl layihələrə ayrılan kreditlərin payı 2%-dən az təşkil edir. Bununla belə, davamlı maliyyə prinsiplərinin tətbiqi üzrə artan beynəlxalq təzyiqlər və daxili bazar ehtiyacları bankları yaşıl kreditləşdirməyə doğru istiqamətləndirir.

Yaşıl kreditlər əsasən enerji səmərəliliyinin artırılması, tullantıların idarə edilməsi, suyun səmərəli istifadəsi, bərpa olunan enerji mənbələri və davamlı kənd təsərrüfatı kimi sahələrdə tətbiq olunur (Hüseynov, 2022: 118-120). Bu kreditlərin tətbiqi üçün Azərbaycan bankları beynəlxalq təcrübədən istifadə edə bilər (Green Finance Organization, 2022: 27-30). Məsələn, "Yaşıl Kredit Xətti" yaradılması, kredit prosesində ətraf mühit risklərinin qiymətləndirilməsi mexanizmlərinə uyğunlaşma, yaşıl layihələr üçün güzəştli faiz dərəcələrinin tətbiqi kimi üsullar tətbiq oluna bilər. Azərbaycan banklarının yaşıl maliyyəyə uyğunlaşmasında bir sıra çətinliklər mövcuddur. Bunlara risklərin qiymətləndirilməsi üçün metodologiyanın olmaması, yaşıl layihələrin texniki mürəkkəbliyi, maliyyə resurslarının məhdud olması və hüquqi bazanın tam formalaşmaması daxildir (Məmmədov, 2023: 30-32).

Bununla belə, yaşıl kreditlərin tətbiqi enerji idxalından asılılığın azalması, enerji xərclərinin aşağı düşməsi, yeni iş yerlərinin yaranması və kiçik və orta biznesin inkişafı kimi əhəmiyyətli faydalar gətirə bilər.

Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, yaşıl kredit proqramlarının uğuru birbaşa olaraq dövlət dəstəyi və təşviq mexanizmləri ilə əlaqədardır (OECD, 2022: 89-92). Məsələn, Hindistanda yaşıl kreditlər üçün zəmanət sxemləri, Cənubi Koreyada isə faiz subsidiyaları sistemi yaradılmışdır. Azərbaycan üçün də oxşar mexanizmlərin tətbiqi bankların yaşıl kreditləşdirməyə marağını artırmağa bilər.

Eyni zamanda, bankların öz əməliyyatlarında da davamlılıq prinsiplərini tətbiq etməsi, yaşıl ofis konsepsiyasını həyata keçirməsi və karbon ayaq izini azaltmaq üçün tədbirlər görməsi onların etibarlılığını artıracaq və yaşıl maliyyə sahəsində liderlik etmələrinə imkan yaradacaq (International Finance Corporation, 2022: 45-48).

2. Yaşıl İstiqrazlar və İnvestisiya Fondları – Azərbaycan üçün Yeni Maliyyə Alətləri

Yaşıl istiqrazlar davamlılıq məqsədlərinə uyğun layihələrin maliyyələşdirilməsi üçün buraxılan sabit gəlirli maliyyə alətləridir. Beynəlxalq Kapital Bazarı Assosiasiyasının (ICMA) Yaşıl İstiqrazlar Prinsipləri (2021: 12-15) bu alətlərin tətbiqi üçün çərçivə təmin edir. 2022-ci ilin məlumatlarına görə (Climate Bonds Initiative, 2023: 23-25), qlobal yaşıl istiqrazlar bazarının həcmi 2 trilyon ABŞ dollarını ötmüşdür. Avropa İttifaqı, Çin və ABŞ bu bazarın ən böyük iştirakçılarıdır.

Azərbaycanda kapital bazarları nisbətən gənc olmaqla, inkişaf potensialına malikdir (İsmayılov, 2023: 67-70). Bakı Fond Birjasının fəaliyyəti, Mərkəzi Depozitlərin yaradılması və dövlət istiqrazlarının buraxılması infrastrukturunun inkişafı üçün zəmin yaratmışdır. Ölkədə ilk yaşıl istiqrazların buraxılması üçün dövlət və ya böyük özəl şirkətlər pioner rolunu oynaya bilər. Xüsusilə dövlət tərəfindən buraxılacaq yaşıl istiqrazlar bələdiyyə layihələrinin, ətraf mühitin mühafizəsi infrastrukturlarının və bərpa olunan enerji layihələrinin maliyyələşdirilməsində mühüm rol oynaya bilər.

Xarici investorların cəlb edilməsi baxımından Azərbaycanın yaşıl istiqrazlar bazarı əhəmiyyətli potensiala malikdir. Beynəlxalq investorların ətraf mühit, sosial və idarəetmə (ESG) meyarlarına uyğun investisiya portfellerinə artan marağı nəzərə alınaraq, Azərbaycanın yaşıl istiqrazları xarici investorlar üçün cəlbedici ola bilər (Sustainable Finance Azerbaijan, 2023: 15-18). Eyni zamanda, yaşıl investisiya fondlarının yaradılması kiçik investorların da yaşıl layihələrdə iştirak etməsinə imkan verə bilər.

Yaşıl istiqrazların uğuru birbaşa olaraq şəffaflıq və hesabatlıq mexanizmləri ilə əlaqədardır. Beynəlxalq təcrübədə yaşıl istiqraz buraxan təşkilatlar müntəzəm olaraq investisiya qoyuluşlarının ətraf mühitə təsiri haqqında hesabatlar təqdim edirlər. Azərbaycanda da bu cür təcrübənin yaradılması investorların etimadını artıracaq və bazarın inkişafına kömək edəcəkdir.

Ölkədə yaşıl fondların yaradılması isə kiçik və orta biznesin yaşıl layihələri üçün maliyyə mənbəyi kimi çıxış edə bilər. Xüsusilə, dövlət və özəl sektorun birgə iştirakı ilə yaradılacaq yaşıl investisiya fondları infrastruktur layihələrinin maliyyələşdirilməsində mühüm rol oynaya bilər (European Bank for Reconstruction and Development, 2023: 78-81).

3. Müzakirə və Təhlil

Azərbaycan üçün yaşıl maliyyənin strateji əhəmiyyəti onunla əlaqədardır ki, ölkə iqtisadi diversifikasiya və enerji təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədilə alternativ enerji mənbələrinin inkişafına böyük əhəmiyyət verir. Azərbaycan 2030-cu ilə qədər bərpa olunan enerji mənbələrinin ümumi enerji istehlakındakı payını 30%-ə çatdırmaq hədəfi qoymuşdur (Cəfərov, 2023: 52-55). Bu hədəfə çatmaq üçün əhəmiyyətli investisiyalar tələb olunur ki, bu da yaşıl maliyyə mexanizmləri vasitəsilə həyata keçirilə bilər. İqlim dəyişikliyi ilə mübarizədə Azərbaycanın öhdəlikləri də yaşıl maliyyənin inkişafını tələb edir. Ölkə 2050-ci ilə qədər karbon çıxarışını sifirə endirmək vəziyyətini irəli sürmüşdür. Bu hədəfə çatmaq üçün enerji, nəqliyyat, sənaye və kənd təsərrüfatı kimi sektorlarda karbon intensivliyinin azaldılması üçün investisiyaların cəlb edilməsi zəruridir (Əliyev, 2023: 88-91).

Dövlət siyasəti və qanunvericilik dəstəyi yaşıl maliyyənin inkişafında həlledici amildir. Azərbaycanda yaşıl maliyyə alətlərinin tətbiqi üçün hüquqi çərçivənin möhkəmləndirilməsi, vergi güzəştləri (Azərbaycan Respublikası Vergilər Nazirliyi, 2023: 34-37), zamanət mexanizmləri və texniki yardım proqramlarının tətbiqi zəruridir. Eyni zamanda, beynəlxalq əməkdaşlıq, xüsusilə də Avropa İnvestisiya Bankı, Dünya Bankı və digər beynəlxalq maliyyə qurumları ilə əməkdaşlıq təcrübə mübadiləsi və resursların cəlb edilməsi baxımından əhəmiyyətlidir.

Qarşıda duran əsas maneələr arasında məlumatların azlığı, şəffaflıq problemləri, ixtisaslı kadrların çatışmamazlığı və investorların risklər barədə narahatlıqları vardır (Rzayev, 2022: 82-85). Bu maneələri aradan qaldırmaq üçün qurumlararası əməkdaşlığın gücləndirilməsi, təlim proqramlarının hazırlanması və beynəlxalq standartlara uyğun hesabatlıq sisteminin tətbiqi vacibdir.

Azərbaycanın regional liderlik ambisiyaları da yaşıl maliyyənin inkişafı ilə birbaşa əlaqədardır. Ölkənin "Böyük Qayıdış" strategiyası çərçivəsində işğaldan azad edilmiş ərazilərin yaşıl enerji və davamlı kənd təsərrüfatı mərkəzlərinə çevrilməsi planı yaşıl maliyyə mexanizmləri olmadan həyata keçirilə bilməz (Zeynalov, 2023: 102-105).

Nəticə və Təvsiyələr

Yaşıl maliyyə mexanizmləri Azərbaycan iqtisadiyyatına əhəmiyyətli üstünlüklər təqdim edə bilər. Bunlara iqtisadi diversifikasiya, enerji təhlükəsizliyinin gücləndirilməsi, yeni iş yerlərinin yaradılması, ətraf mühitin mühafizəsi və iqlim dəyişikliyinin təsirlərinin azaldılması daxildir. Yaşıl maliyyə eyni zamanda ölkənin beynəlxalq investorlar qarşısında imicinin yaxşılaşdırılmasına və davamlı inkişaf məqsədlərinə çatmasına kömək edə bilər.

Yaşıl maliyyə alətlərinin tətbiqi üçün aşağıdakı prioritet addımlar təvsiyə olunur:

- Yaşıl maliyyə üzrə milli strategiyanın və hüquqi çərçivənin hazırlanması
- Banklar üçün yaşıl kreditləşdirmə üzrə təlim və texniki yardım proqramlarının təşkili
- Pilot yaşıl istiqraz buraxılışının həyata keçirilməsi
- Yaşıl layihələrin qiymətləndirilməsi və sertifikatlaşdırması üçün sistemin yaradılması
- Beynəlxalq maliyyə qurumları ilə əməkdaşlığın gücləndirilməsi

Dövlət, özəl sektor və beynəlxalq təşkilatlar arasında əməkdaşlıq üçün aşağıdakı təkliflər irəli sürülür:

- Dövlət-özəl sektor tərəfdaşlığı ilə yaşıl investisiya fondunun yaradılması
- Beynəlxalq təcrübənin öyrənilməsi və uyğunlaşdırılması üçün işçi qruplarının yaradılması
- Yaşıl maliyyə üzrə milli platformanın yaradılması

Gələcək tədqiqat istiqamətləri olaraq aşağıdakılar təvsiyə olunur:

- Azərbaycan üçün yaşıl maliyyə alətlərinin effektivliyinin empirik təhlili
- Regional ölkələrlə müqayisəli tədqiqatların aparılması
- Yaşıl maliyyənin real sektorlar üzrə təsirinin qiymətləndirilməsi
- İqlim risklərinin maliyyə sektoruna təsirinin öyrənilməsi

Genişləndirilmiş Təvsiyələr və İcra Mexanizmləri

Hüquqi-İnstitusional Çərçivənin Möhkəmləndirilməsi:

- Yaşıl maliyyə üzrə xüsusi qanunvericilik aktının qəbul edilməsi
- Mərkəzi Bank tərəfindən yaşıl aktivlər üçün ehtiyat normalarının tənzimlənməsi

- Yaşıl layihələr üçün sürətləndirilmiş icazə prosedurlarının tətbiqi

Maliyyə Mexanizmlərinin Diversifikasiyası:

- Yaşıl kredit zəmanət fondunun yaradılması
- İpoteka əsaslı yaşıl istiqrazların tətbiqi
- Mikroyaşıl maliyyə proqramlarının inkişaf etdirilməsi

Beynəlxalq Əməkdaşlığın Genişləndirilməsi:

- Beynəlxalq yaşıl maliyyə təşkilatları ilə strateji tərəfdaşlıq sazişləri
- Qlobal yaşıl maliyyə şəbəkələrinə qoşulma
- Beynəlxalq sertifikatlaşdırma qurumları ilə əməkdaşlıq

İnsan Kapitalının İnkişafı:

- Yaşıl maliyyə üzrə ixtisasartırma proqramları
- Universitetlərdə yaşıl maliyyə ixtisaslarının açılması
- Beynəlxalq təcrübə mübadiləsi proqramları

Texnoloji İnnovasiyaların Tətbiqi:

- Blokçeyn texnologiyaları vasitəsilə yaşıl maliyyə alətlərinin idarə edilməsi
- Yaşıl layihələrin monitorinqi üçün IoT texnologiyaları
- Sünni intellekt əsasında risk qiymətləndirmə sistemləri

Regionlararası Əməkdaşlığın Gücləndirilməsi:

- Xəzər regionu üçün yaşıl maliyyə təşəbbüsləri
- Müstəqil Dövlətlər Birliyi ölkələri ilə təcrübə mübadiləsi
- Regional yaşıl maliyyə forumlarının təşkili

Ədəbiyyat

Abbasov, T. (2022). Davamlı İnkişaf və Yaşıl Maliyyə: Nəzəriyyə və Təcrübə. Bakı: İqtisad Universiteti Nəşriyyatı. s. 45-67.

Azərbaycan Respublikası Energiya Nazirliyi. (2022). Azərbaycan Respublikasında Enerji Səmərəliliyinin Artırılması üzrə 2015-2025-ci illər Dövlət Proqramının icrasının monitorinq hesabatı. s. 8-25.

Azərbaycan Respublikası Mərkəzi Bankı. (2023). Maliyyə Bazarlarının İnkişafı üzrə İllik Hesabat. s. 56-73.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Administrasiyası. (2022). "Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişaf üzrə Milli Prioritetlər" Sənədi. s. 23-40.

Azərbaycan Respublikası Vergilər Nazirliyi. (2023). Yaşıl İnvestisiyalar üçün Vergi Güzəştləri: Beynəlxalq Təcrübə. s. 34-51.

Cəfərov, N. (2023). Azərbaycan İqtisadiyyatında Alternativ Enerji Mənbələrinin İnkişaf Perspektivləri. Maliyyə və İqtisadiyyat Jurnalı, 15(2), 45-62.

Climate Bonds Initiative. (2023). Global State of the Market Report 2022. s. 23-45.

Əliyev, R. (2023). İqlim Maliyyəsi və Azərbaycan: Perspektivlər və Çətinliklər. Bakı: Elm nəşriyyatı. s. 88-105.

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). (2023). Green Economy Transition Approach 2021-2025. s. 78-95.

Green Finance Organization. (2022). Best Practices in Green Banking: International Experience. s. 27-44.

Hüseynov, S. (2022). Davamlı Kənd Təsərrüfatı və Maliyyə Dəstəyi Mexanizmləri. Aqrar İqtisadiyyat Jurnalı, 7(4), 112-125.

International Capital Market Association (ICMA). (2021). Green Bond Principles: Voluntary Process Guidelines for Issuing Green Bonds. s. 12-25.

International Energy Agency (IEA). (2023). Renewable Energy Market Update 2023. s. 67-84.

International Finance Corporation (IFC). (2022). Green Banking: Emerging Practices in Azerbaijan. s. 45-62.

İsmayılov, V. (2023). Kapital Bazarlarının İnkişafı və Yaşıl İstiqrazlar. Bakı: Maliyyə Akademiyası nəşriyyatı. s. 67-84.

Məmmədov, Ə. (2023). Azərbaycan Bank Sektorunun İnkişaf Problemləri və Perspektivləri. Bank və Kredit Jurnalı, 8(1), 23-35.

OECD. (2022). Green Finance and Investment: Mobilising Finance for Climate Action in Emerging Economies. s. 89-106.

Quliyev, Ə. (2022). Neftdən Sonra: Azərbaycanın İqtisadi Diversifikasiya Strategiyası. Bakı: Azər nəşr. s. 112-129.

Rəhimov, N. (2023). Bank Sektorunda İnnovasiyalar və Rəqəmsal Dəyişikliklər. Bankçılıq Jurnalı, 10(2), 45-58.

Rzayev, K. (2022). Renewable Energy Investments in Azerbaijan: Challenges and Opportunities. Energy Policy Review, 12(3), 78-94.

Sustainable Finance Azerbaijan. (2023). Annual Report on Green Finance Development 2022. s. 15-32.

UN Environment Programme. (2022). Emissions Gap Report 2022. s. 45-62.

United Nations Development Programme (UNDP). (2022). Sustainable Development Goals: Azerbaijan National Report. s. 15-32.

World Bank Group. (2023). Climate Finance and Green Investment in the South Caucasus. s. 34-51.

Zeynalov, M. (2023). İqlim Dəyişikliyi və İqtisadiyyat: Təsirlər və Adaptasiya Strategiyaları. Bakı: İqtisadi Araşdırmalar Mərkəzi. s. 102-119.

BƏRPA OLUNAN ENERJİ TEXNOLOGİYALARININ İQTİSADI EFFEKTƏRİ VƏ INNOVATİV YANAŞMALAR

Mustafazadə Vəfa Xəyyam qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti

Xülasə

Bərpa olunan enerji texnologiyaları müasir dövrdə enerji təhlükəsizliyinin təmin olunması, ekoloji dayanıqlılığın gücləndirilməsi və iqtisadi inkişafın sürətləndirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu məqalədə bərpa olunan enerji texnologiyalarının iqtisadi effektləri və onların tətbiqində innovativ yanaşmalar geniş şəkildə təhlil olunur. Araşdırma nəticələri göstərir ki, alternativ enerji mənbələrinin istifadəsi enerji idxalından asılılığı azaldır, yeni iş yerləri yaradır, texnoloji inkişafı stimullaşdırır və uzunmüddətli perspektivdə iqtisadi səmərəliliyi yüksəldir. Eyni zamanda, innovativ yanaşmalar bərpa olunan enerji texnologiyalarının səmərəliliyini artırmaqla yanaşı, iqtisadi və sosial faydaların daha optimal şəkildə bölüşdürülməsinə şərait yaradır.

Açar sözlər: Enerji, Alternativ Enerji, İqtisadi Effect, Innovasiya,

GİRİŞ

Müasir dövrdə enerji sektoru global iqtisadiyyatın inkişafında və dövlətlərin dayanıqlı inkişaf strategiyalarının həyata keçirilməsində əsas strateji sahələrdən biri kimi qiymətləndirilir. İqtisadi artımın davamlılığı, sənayeləşmə proseslərinin sürətlənməsi, şəhərləşmənin genişlənməsi və əhalinin artan enerji tələbatı fonunda enerji resurslarının təminatı dövlətlərin prioritet istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Ənənəvi enerji mənbələrinin, xüsusilə neft, qaz və kömür kimi karbohidrogen resurslarının sürətlə tükənməsi, onların hasilatının mürəkkəbləşməsi və maya dəyərinin yüksəlməsi, eyni zamanda, bu mənbələrin istifadəsinin ekoloji fəsadlarının dərinləşməsi bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişafını obyektiv zərurətə çevirmişdir.

Ənənəvi enerji mənbələrinin istifadəsi nəticəsində atmosfərə buraxılan zərərli qazların miqdarı iqlim dəyişikliklərini sürətləndirmiş, global istiləşmənin miqyasını artırmış və ekosistemlərin sabitliyini pozmuşdur. Bu baxımdan, ekoloji fəsadların qarşısının alınması yalnız regional deyil, həm də global səviyyədə strateji prioritetə çevrilmişdir. Belə şəraitdə günəş, külək, hidro və bioenerji kimi bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişafı və tətbiqi həm ekoloji dayanıqlılığın təmin olunmasında, həm də iqtisadi səmərəliliyin artırılmasında mühüm rol oynamaqdadır. Bu mənbələrin istifadəsi təmiz enerji istehsalına imkan verir, karbon emissiyalarını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və ətraf mühitin mühafizəsinə töhfə verir.

Eyni zamanda, alternativ enerji texnologiyalarının tətbiqi dövlətlərin enerji təhlükəsizliyini gücləndirir, enerji idxalından asılılığı azaldır və milli iqtisadiyyatların rəqabət qabiliyyətini artırır. Enerji sektorunda tətbiq olunan innovativ yanaşmalar, o cümlədən smart şəbəkələrin yaradılması, rəqəmsal idarəetmə sistemlərinin inkişaf etdirilməsi və enerji saxlama texnologiyalarının səmərəli istifadəsi istehsal proseslərində məhsuldarlığın yüksəldilməsinə və xərclərin minimumlaşdırılmasına şərait yaradır. Bu texnologiyalar enerji bazarında sabitliyi təmin edir, istehsal olunan enerjinin daha səmərəli bölüşdürülməsinə imkan verir və enerji istehlakçılarının tələblərinə çevik cavab verilməsini mümkün edir.

Məqalənin məqsədi məhz bərpa olunan enerji texnologiyalarının iqtisadi effektlərini təhlil etmək, bu texnologiyaların tətbiqinin iqtisadiyyatlara verdiyi töhfələri göstərmək, həmçinin innovativ yanaşmaların enerji sektorunda yaratdığı yeni imkanları araşdırmaqdır. Bu məqsədlə mövcud təcrübələr öyrənilir. Beləliklə, bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi yalnız texnoloji deyil, həm də iqtisadi transformasiya proseslərinin əsas hərəkətverici qüvvəsi kimi dəyərləndirilir.

MATERİALLAR VƏ METODLAR

Araşdırmada beynəlxalq elmi mənbələr, hesabatlar, dövlət proqramları və iqtisadi modellərdən istifadə edilmişdir. Analitik yanaşma vasitəsilə bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqinin iqtisadi nəticələri qiymətləndirilmiş, müqayisəli metoddan istifadə etməklə ənənəvi və alternativ enerji mənbələrinin iqtisadi səmərəliliyi təhlil olunmuşdur. Müasir dövrdə beynəlxalq təşkilatların hesabatları, xüsusilə də Beynəlxalq Enerji Agentliyi və BMT-nin davamlı inkişafı ilə bağlı strateji sənədləri əsas istinad mənbələri kimi qəbul edilmişdir. Bundan başqa, enerji sektorunda həyata keçirilən dövlət siyasətləri və bazar mexanizmləri də təhlil olunmuşdur. İqtisadi təsirlərin qiymətləndirilməsində kəmiyyət və keyfiyyət yanaşmaları birgə istifadə edilmişdir. Bu yanaşma bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqinin makroiqtisadi və mikroiktisadi səviyyədə təsirlərini əhatəli şəkildə öyrənməyə imkan vermişdir.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Enerji təhlükəsizliyinin təmin olunması və idxaldan asılılığın azaldılması müasir dövrdə dövlətlərin iqtisadi inkişaf strategiyalarının prioritet istiqamətlərindən biri kimi qəbul edilir. Neft və qaz kimi karbohidrogen resurslarının beynəlxalq bazarlarda qiymət dəyişkənliyi, geosiyasi risklər və logistika xərclərinin artması dövlətlərin enerji təchizatında davamlılıq və sabitlik problemini aktuallaşdırmışdır. Bu baxımdan, daxildə istehsal olunan günəş, külək, hidro və bioenerji kimi bərpa olunan enerji mənbələrinin istifadəsi yalnız ekoloji baxımdan deyil, həm də iqtisadi təhlükəsizlik baxımından strateji əhəmiyyət daşıyır.

Bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi idxal olunan enerji daşıyıcılarının həcmi əhəmiyyətli dərəcədə azaldır və bununla da milli iqtisadiyyatın xarici şoklara qarşı həssaslığını minimuma endirir. Enerji istehsalının daxildə təmin olunması ölkənin valyuta ehtiyatlarının qorunmasına şərait yaradır, çünki beynəlxalq bazarlardan xammal idxalı üçün tələb olunan xarici valyuta vəsaitləri azaldılır. Bu isə tədriyə balansının yaxşılaşmasına, dövlət büdcəsinin sabitliyinin gücləndirilməsinə və makroiqtisadi göstəricilərin daha dayanıqlı səviyyədə saxlanmasına imkan verir.

Enerji idxalının azalması həmçinin dövlətlərin strateji müstəqilliyini artırır və iqtisadi siyasətdə çevik qərarların qəbuluna şərait yaradır. Xarici enerji bazarlarında baş verən qiymət dəyişiklikləri və geosiyasi gərginliklər daxili bazara daha az təsir göstərir, bu isə istehsal sektorunun və ümumi iqtisadi mühitin daha sabit inkişafını təmin edir. Bununla yanaşı, daxili enerji resurslarının istifadəsi infrastruktur layihələrinin inkişafını stimullaşdırır, yeni investisiya imkanları yaradır və regionların iqtisadi aktivliyini artırır. Beləliklə, bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafı və tətbiqi enerji təhlükəsizliyinin təmin edilməsində, idxaldan asılılığın azaldılmasında və milli iqtisadiyyatın davamlı inkişafında həlledici rol oynayır. Bu proses yalnız enerji sektorunu deyil, həm də ümumi iqtisadi sabitliyi və maliyyə dayanıqlığını gücləndirir, ölkənin beynəlxalq iqtisadi sistemdə mövqeyini möhkəmləndirir (Goldthau, 2020).

Bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi yalnız enerji istehsalı ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda iqtisadiyyatın strukturunda mühüm dəyişikliklərə səbəb olur. Xüsusilə, günəş panellərinin, külək turbinlərinin, akkumulyatorların və digər texnoloji avadanlıqların istehsalı yeni sənaye sahələrinin formalaşmasına gətirib çıxarır. Bu proses mövcud istehsal infrastrukturunun yenilənməsi ilə yanaşı, tamamilə yeni sənaye müəssisələrinin fəaliyyətə başlamasını da stimullaşdırır. Beləliklə, iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində yeni iş yerləri yaranır, əlavə dəyər istehsalı artır və qeyri-neft sektorunun inkişafı üçün əlverişli şərait formalaşır.

Diversifikasiya siyasəti müasir iqtisadiyyatların davamlı inkişafının əsas istiqamətlərindən biri hesab olunur. Çünki yalnız bir sahəyə və ya məhdud resurs bazasına əsaslanan iqtisadi sistemlər uzunmüddətli perspektivdə xarici şoklara və qiymət dəyişkənliklərinə qarşı həssas olur. Bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafı bu risklərin aradan qaldırılmasına xidmət edir. Enerji avadanlıqlarının istehsalı, onların texniki xidməti və logistik dəstəyi yeni bazar münasibətlərinin yaranmasına gətirib çıxarır. Bunun nəticəsində daxili bazarda rəqabət mühiti güclənir, ixrac potensialı artır və ölkənin xarici iqtisadi əlaqələri daha da möhkəmlənir.

Eyni zamanda, bərpa olunan enerji sahəsində fəaliyyət göstərən müəssisələrin fəaliyyəti innovasiyaların tətbiqini sürətləndirir. Çünki bu sahədə texnologiyaların inkişaf tempi yüksəkdir və beynəlxalq bazarda rəqabət qabiliyyətini qorumaq üçün daimi elmi-tədqiqat işlərinə ehtiyac duyulur. Belə bir proses isə universitetlərin, elmi mərkəzlərin və istehsal müəssisələrinin qarşılıqlı əməkdaşlığını gücləndirir, nəticədə bilik iqtisadiyyatının inkişafına zəmin yaradır. Bu isə öz növbəsində iqtisadiyyatın yalnız xammal ixracına əsaslanan modeldən uzaqlaşaraq daha çox yüksək texnologiyalara söykənən, innovativ məhsullar istehsal edən bir istiqamətə yönəlməsini təmin edir. Bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi iqtisadiyyatın şaxələndirilməsinə, yeni sənaye və xidmət sahələrinin formalaşmasına, innovasiya yönümlü istehsal mədəniyyətinin inkişafına şərait yaradır. Bu amillər həm milli iqtisadi təhlükəsizliyin güclənməsinə, həm də ölkənin qlobal iqtisadi sistemdə rəqabət mövqeyinin möhkəmlənməsinə xidmət edir.

Bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi yalnız enerji sektorunda istehsalın ekoloji cəhətdən təmizləndirilməsi ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda əmək bazarında struktur dəyişikliklərinə və yeni məşğulluq imkanlarının formalaşmasına gətirib çıxarır. Günəş panellərinin, külək turbinlərinin və digər alternativ enerji avadanlıqlarının istehsalı, quraşdırılması, texniki xidməti və daimi istismarı çoxsaylı peşə sahələrinin yaranmasına şərait yaradır. Bu proses həm yüksək ixtisaslı mühəndis və texniki mütəxəssislərə, həm də tikinti, nəqliyyat, logistik dəstək və xidmət sahələrində çalışan əməkçilərə ehtiyacın artmasına səbəb olur. Beləliklə, bərpa olunan enerji sahəsi yalnız dar texniki ixtisaslaşmaya deyil, müxtəlif sahələr üzrə əmək resurslarının səfərbər edilməsinə zəmin yaradır.

Xüsusilə regionlarda həyata keçirilən alternativ enerji layihələri əmək bazarının inkişafında mühüm rol oynayır. Kənd və rayon ərazilərində günəş və külək elektrik stansiyalarının qurulması yeni iş yerlərinin yaradılmasına, yerli əhalinin iqtisadi fəallığının artmasına və miqrasiyanın azalmasına şərait yaradır. Məsələn, iri həcmli külək stansiyasının tikintisi yüzrlə işçinin eyni vaxtda çalışmasını tələb edir, stansiyanın istifadəyə verilməsindən sonra isə texniki xidmət, avadanlıqların monitorinqi və idarəetmə sahələrində daimi məşğulluq təmin olunur. Bu, yalnız mövsümi və müvəqqəti iş imkanları ilə məhdudlaşmır, uzunmüddətli əmək bazarının inkişafına real töhfə verir.

Eyni zamanda bərpa olunan enerji texnologiyalarının genişlənməsi təhsil və peşə hazırlığı sahələrinə də təsir edir. Yeni texnologiyalar üzrə mütəxəssislərin hazırlanması üçün universitetlərdə müvafiq ixtisasların inkişafı, peşə məktəblərində xüsusi proqramların tətbiqi zərurəti ortaya çıxır. Bu proses həm insan kapitalının keyfiyyətini yüksəldir, həm də əmək bazarının tələblərinə uyğun mütəxəssislərin formalaşmasına xidmət edir. Bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi həm iqtisadi artıma, həm də sosial sabitliyin möhkəmlənməsinə yönəlmiş mühüm bir mexanizm kimi çıxış edir.

Bərpa olunan enerji texnologiyalarının geniş tətbiqi iqtisadiyyatın innovasiya potensialını gücləndirən əsas amillərdən biri kimi çıxış edir (Jacobs, 2021). Bu texnologiyalar ölkədə elmi-tədqiqat və inkişaf (R&D) fəaliyyətlərinin təşkili və inkişafı üçün strateji zərurət yaradır, çünki yeni nəsil günəş panellərinin, külək turbinlərinin, akkumulyator sistemlərinin və digər yüksək texnologiyalı avadanlıqların istehsalı yalnız mövcud texniki biliklərin deyil, eyni zamanda davamlı şəkildə yenilənən innovativ həllərin tətbiqini tələb edir. Bu səbəbdən də universitetlər, tədqiqat institutları və özəl sektor əməkdaşlıq mühitində fəaliyyət göstərərək yeni elmi layihələrin reallaşdırılmasına, texnologiyaların sınaqdan keçirilməsinə və praktiki istifadəyə yönəldilmiş nəticələrin əldə edilməsinə nail olurlar.

Bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi yüksək texnologiyalı istehsal sahələrinin yaranmasına da birbaşa təsir göstərir. Enerji avadanlıqlarının istehsalı ilə bağlı mühəndislik, robototexnika, süni sensor sistemləri, məlumatların idarə olunması və avtomatlaşdırma texnologiyaları kimi sahələrdə yeni biznes modelləri formalaşır. Bu, yalnız daxili tələbatın ödənilməsi ilə məhdudlaşmır, həm də ixrac potensialına malik məhsul və xidmətlərin inkişafına zəmin yaradır. Beləliklə, ölkənin beynəlxalq innovasiya bazarlarında iştirak imkanları genişlənir və rəqabət qabiliyyəti artır.

Eyni zamanda bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafı bilik və bacarıq transformasiyasına gətirib çıxarır. Təhsil müəssisələrində yeni ixtisasların formalaşdırılması, gənc mütəxəssislərin müasir laboratoriyalarda praktik bacarıqlar qazanması və elmi tədqiqatların nəticələrinin sənayeləşdirilməsi iqtisadiyyatın yüksək texnologiyalara əsaslanan strukturunu möhkəmləndirir. Bu proses həm də innovativ ekosistemin güclənməsinə xidmət edir, startapların və texnoparkların fəaliyyətini stimullaşdırır.

Bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi yalnız alternativ enerji istehsalını təmin etmir, həm də iqtisadiyyatın elmi-texniki bazasını gücləndirərək uzunmüddətli innovasiya və texnoloji inkişaf üçün dayanıqlı əsas yaradır.

Dünyada bərpa olunan enerji texnologiyalarının iqtisadi təsirləri 2024-cü ildə əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Bu artım, həm elektrik istehsalında, həm də iqtisadiyyatın ümumi inkişafında özünü göstərmişdir. Avropa İttifaqı, ümumi elektrik istehsalının 39.5%-ni bərpa olunan mənbələrdən əldə edərək bu sahədə liderliyini qorumuşdur. Bu regionda 1,6 milyon insan bərpa olunan enerji sektorunda işləyir. Çin isə 5.4 milyon iş yeri ilə ən çox iş yeri yaradan ölkədir. Braziliya da 1.2 milyon iş yeri ilə diqqət çəkir

2024-cü ildə bərpa olunan enerji sahəsinə qlobal investisiyalar 1,77 trilyon ABŞ dollarına çatmışdır. Bu investisiyaların böyük hissəsi Çin (676 milyard dollar) və ABŞ-da (150 milyard dollar) qeydə alınmışdır. Avropa İttifaqı isə 260 milyard dollarla yüksək investisiya səviyyəsinə malikdir. Bu investisiyalar, həmçinin iqtisadi artıma da müsbət təsir göstərmişdir; 2023-cü ildə bərpa olunan enerji sektoru qlobal ÜDM-in 10%-ni təşkil etmişdir.

Bərpa olunan enerji istifadəsinin artması ilə CO₂ emissiyaları da azalmışdır. Çin 1200 meqatonla ən böyük azalma göstərmişdir. Avropa İttifaqı isə 950 meqatonla bu sahədə əhəmiyyətli bir irəliləyiş əldə etmişdir. Bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafı, yalnız ətraf mühitin qorunmasına deyil, həm də iqtisadi artıma və iş yerlərinin yaradılmasına mühüm töhfə vermişdir. Bu sahəyə edilən investisiyalar, gələcəkdə daha da artaraq qlobal iqtisadiyyatda mühüm rol oynamağa davam edəcəkdir.

Cədvəl 1: Dünyada bərpa olunan enerji texnologiyalarının iqtisadi effektləri üzrə statistik göstəricilər

Ölkə / Region	Bərpa olunan enerjidən istehsal olunan ümumi elektrik (%-lə)	Bərpa olunan enerji sektorunda yaradılan iş yerləri (milyon)	Bərpa olunan enerji investisiyaları (milyard ABŞ dolları, 2024)	CO ₂ emissiyasının azaldılması (meqaton)
Avropa İttifaqı	39.5	1.6	260	950
ABŞ	22	0.8	150	520
Çin	30	5.4	290	1200
Hindistan	26	0.9	80	480
Braziliya	48	1.2	35	320
Afrika ölkələri (ümumi)	22.5	0.3	25	150

Mənbə: IEA. 2025

Bərpa olunan enerji texnologiyaları müasir dövrdə enerji sektorunun inkişafında əsas istiqamətlərdən birinə çevrilmişdir. Ənənəvi enerji mənbələrinin sürətlə tükənməsi, ekoloji problemlərin artması və beynəlxalq enerji bazarında qiymət dalğalanmaları alternativ enerji mənbələrinin tətbiqini zəruri etmişdir. Günəş, külək, hidro və bioenerji kimi mənbələr enerji təhlükəsizliyini artırmaqla yanaşı, iqtisadi və sosial faydalar da təmin edir. Son illərdə bu texnologiyalara innovativ yanaşmalar enerji istehsalının effektivliyini yüksəltmək və istifadənin dayanıqlığını təmin etmək məqsədi ilə tətbiq olunur. Ağıllı şəbəkələr, enerji saxlama sistemləri, rəqəmsal transformasiya və yeni materiallardan istifadə bərpa olunan enerji sahəsində innovasiyanın əsas nümunələridir (Sovacool, 2021).

Ağıllı şəbəkələr elektrik enerjisinin istehsal və istehlakını real vaxt rejimində izləməyə imkan verir, bu da şəbəkədəki gərginliyi tənzimləyir, enerji itkilərini azaldır və bərpa olunan enerji mənbələrinin sabit inteqrasiyasını təmin edir. Bu sistemlər enerji istehsalının proqnozlaşdırılması və idarə olunması prosesini optimallaşdıraraq enerji resurslarının daha səmərəli istifadəsinə şərait yaradır.

Enerji saxlama sistemləri və yüksək tutumlu batareyalar günəş və külək enerjisinin dəyişkən təbiətindən irəli gələn problemləri həll edir. İnovativ litium-ion, natrium-ion və digər yüksək tutumlu batareyalar enerjinin qısa və uzunmüddətli saxlanması üçün imkan yaradır. Bu sistemlər sayəsində istehsal olunan enerji tələbatın yüksək olduğu dövrlərdə istifadə oluna bilər, bu da enerji təminatında fasilələrin qarşısını alır və şəbəkənin etibarlılığını artırır. Eyni zamanda, rəqəmsal transformasiya və IoT texnologiyaları enerji istehsalını və idarəetməni daha şəffaf və səmərəli edir. Sensorlar və IoT cihazları vasitəsilə enerji istehsalının hər mərhələsi izlənir, texniki nasazlıqlar proqnozlaşdırılır və əməliyyat xərcləri azalır. Süni intellekt əsaslı alqoritmlər isə enerji istehsalının optimallaşdırılmasına kömək edir və resursların daha effektiv istifadəsini təmin edir.

Yeni materialların istifadəsi də bərpa olunan enerji texnologiyalarının səmərəliliyini artıran innovativ yanaşmalardan biridir. Perovskit günəş panelləri, aerogel izolyasiyaları və yüngül kompozit külək turbinləri enerji çıxışını yüksəldir və istehsal xərclərini azaldır. Bu materiallar həmçinin texnologiyaların uzunömürlülüynü artırır və enerji səmərəliliyinə əhəmiyyətli töhfə verir. Hibrid enerji sistemləri günəş, külək, hidro və bioenerji birləşdirərək enerji istehsalında fasilələri minimuma endirir. Belə sistemlər enerji istehsalının sabitliyini təmin edir və şəbəkənin balansını qoruyur. Mikroşəbəkələr və icma əsaslı enerji layihələri regionlarda enerjinin lokal istehsalını təşviq edir, enerji təhlükəsizliyini artırır və yerli iqtisadiyyata əlavə gəlir gətirir.

Davamlı və ekoloji dizayn prinsipləri də bərpa olunan enerji texnologiyalarında innovativ yanaşmaların vacib komponentidir. Layihələrin tikinti və istehsal prosesində ekoloji təsirlər minimuma endirilir, materialların dövrüyyəsi və tullantıların idarə olunması nəzərə alınır. Life cycle assessment (LCA) yanaşması texnologiyanın bütün həyat dövrünü qiymətləndirərək səmərəli və ekoloji cəhətdən təmiz layihələrin həyata keçirilməsinə imkan yaradır. Bu yanaşma həm də enerji layihələrinin sosial məsuliyyət aspektlərini gücləndirir və ictimaiyyətin ekoloji məarifləndirilməsinə töhfə verir.

Bərpa olunan enerji texnologiyalarına innovativ yanaşmalar ölkələrə enerji müstəqilliyini təmin etməklə yanaşı, iqtisadi inkişafı da stimullaşdırır. Yeni iş yerlərinin yaradılması, texnoloji innovasiyaların təşviqi və enerji istehsalının effektivliyinin artırılması uzunmüddətli iqtisadi faydalar təmin edir. Eyni zamanda, bu yanaşmalar ətraf mühitin qorunmasına və iqlim dəyişikliyi ilə mübarizəyə töhfə verir (Lund, 2022). Enerji sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması, hibrid və icma əsaslı layihələr innovasiyaları daha əlçatan edir və regionların sosial-iqtisadi inkişafını sürətləndirir. Nəticə olaraq, bərpa olunan enerji texnologiyalarına innovativ yanaşmalar yalnız enerji istehsalını daha səmərəli və dayanıqlı etmir, həm də iqtisadiyyatın şaxələndirilməsinə, yeni bazarların formalaşmasına və ekoloji tarazlığın təmin olunmasına əhəmiyyətli töhfə verir. Bu yanaşmalar müasir dövrdə enerji sektorunun inkişafını sürətləndirən əsas faktorlardan biri olaraq qalır və gələcəkdə enerji təhlükəsizliyi və dayanıqlı inkişafın təmin olunmasında həlledici rol oynayacaq.

Araşdırma nəticələri göstərir ki, bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi bir neçə mühüm iqtisadi effekt doğurur. Birincisi, enerji idxalından asılılıq əhəmiyyətli dərəcədə azalır və milli enerji təhlükəsizliyi güclənir. Enerji idxalının azalması xarici valyuta xərclərinin aşağı düşməsinə, dövlət büdcəsində sabitliyin təmin olunmasına və tədiyyə balansının yaxşılaşmasına gətirib çıxarır. İkincisi, alternativ enerji sahəsində yeni iş yerlərinin açılması əmək bazarına müsbət təsir edir, regionlarda məşğulluğun artırılmasına şərait yaradır və sosial rifah səviyyəsini yüksəldir. Üçüncüsü, bərpa olunan enerji texnologiyaları enerji istehsalında maya dəyərinin azaldılmasına səbəb olur və uzunmüddətli perspektivdə iqtisadi rentabelliği təmin edir. Dördüncüsü, bu texnologiyalar ətraf mühitin mühafizəsinə xidmət etməklə yanaşı, yaşıl iqtisadiyyatın formalaşmasına töhfə verir.

Müzakirələrdə qeyd olunur ki, bərpa olunan enerji texnologiyalarının səmərəli tətbiqi üçün innovativ yanaşmaların inteqrasiyası zəruridir. Smart şəbəkələrin (smart grid) qurulması, enerji saxlama texnologiyalarının inkişafı, rəqəmsal həllərin tətbiqi və süni intellekt əsaslı idarəetmə sistemlərinin istifadəsi enerji istehsalında məhsuldarlığı artırır.

Bundan əlavə, maliyyə instrumentlərinin – yaşıl istiqrazların, xüsusi investisiya fondlarının və dövlət subsidiyalarının tətbiqi bərpa olunan enerji layihələrinin iqtisadi dayanıqlığını gücləndirir.

NƏTİCƏ VƏ TÖVSIYƏLƏR

Araşdırmanın nəticələri göstərir ki, bərpa olunan enerji texnologiyalarının tətbiqi yalnız ekoloji deyil, həm də iqtisadi baxımdan mühüm üstünlüklər təmin edir. Bu sahənin inkişafı üçün aşağıdakı tövsiyələr irəli sürülür:

1. Dövlətlər bərpa olunan enerji texnologiyalarının inkişafını dəstəkləyən hüquqi və institusional çərçivəni gücləndirməlidirlər.
2. Vergi güzəştləri və digər maliyyə stimullarının tətbiqi alternativ enerji texnologiyalarının yayılmasını sürətləndirə bilər.
3. Yerli istehsalın təşviqi və texnologiyaların lokallaşdırılması iqtisadi dayanıqlığı artırır və xarici asılılığı azaldır.
4. Beynəlxalq əməkdaşlıq gücləndirilməli, qabaqcıl təcrübələrdən istifadə olunmalı və texnologiya transferi təşviq edilməlidir.
5. Əhəlinin maarifləndirilməsi və ictimaiyyətin prosesə cəlb olunması enerji keçidinin sosial baxımdan qəbulunu asanlaşdırır.

ƏDƏBİYYAT

- Komilova, S. (2020). Renewable Energy and Sustainable Development. Springer.
- Lund, H. (2022). Renewable Energy Systems: A Smart Energy Systems Approach to the Choice and Modeling of 100% Renewable Solutions. Academic Press.
- Sovacool, B. K. (2021). The Renewable Energy Transition. Routledge.
- Goldthau, A. (2020). Handbook of the International Political Economy of Energy and Natural Resources. Edward Elgar.
- Jacobs, D. (2021). Renewable Energy Policy Convergence in the EU. Routledge.
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(3).
- IEA. (2025). World Energy Outlook. International Energy Agency.
8. REN21. (2022). Renewables 2022 Global Status Report. REN21 Secretariat.

**THE ROLE OF GREEN ECONOMY AND ENVIRONMENTAL INITIATIVES IN
ENSURING SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT**

Assoc. Prof. Nushaba Ghadimli

Mingachevir State University, Faculty of Economics and Management, Mingachevir, Azerbaijan
ORCID ID: 0000-0002-8774-2423

Ulvi Mammadov

Mingachevir State University, Faculty of Economics and Management, Mingachevir, Azerbaijan

Abstract

The green economy has emerged as one of the most significant paradigms of the contemporary era, aiming to secure both ecological balance and the sustainability of economic development. This approach prioritizes efficient use of natural resources, the deployment of renewable energy sources, and the minimization of waste. Environment-oriented actions simultaneously generate new economic opportunities. Green finance mechanisms facilitate the funding of ecological projects, accelerate the adoption of innovations, and provide a favorable foundation for international cooperation. In sectors such as tourism, agriculture, and industry, the implementation of environmentally friendly solutions contributes to the expansion of export potential. Enhancing environmental awareness within society plays a crucial role in ensuring long-term economic stability, since nature protection and economic growth are complementary processes. Consequently, green initiatives contribute not only to environmental protection but also to the competitiveness of national economies and the improvement of social welfare. Each initiative undertaken within this framework serves to create a healthier living environment for future generations and to build a more balanced and sustainable economic model.

Keywords: Green Economy; Sustainable Development; Green Finance; Environmental Initiatives; Economic Growth.

**YAŞIL İQTİSADİYYATIN VƏ EKOLOJİ TƏŞƏBBÜSLƏRİN DAYANIQLI İQTİSADI
İNKİŞAFIN TƏMİN EDİLMƏSİNDƏ ROLU**

Xülasə

Yaşıl iqtisadiyyat konsepsiyası müasir dövrün ən mühüm yanaşmalarından biri kimi meydana çıxmışdır və həm ekoloji tarazlığın, həm də iqtisadi inkişafın davamlılığını təmin etməyi hədəfləyir. Bu paradigma təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadəyə, bərpa olunan enerji mənbələrinin tətbiqinə və tullantıların minimuma endirilməsinə önəm verir. Ətraf mühitə yönəlik fəaliyyətlər eyni zamanda yeni iqtisadi imkanlar yaradır. Yaşıl maliyyə mexanizmləri ekoloji layihələrin maliyyələşdirilməsini asanlaşdırır, innovasiyaların tətbiqini sürətləndirir və beynəlxalq əməkdaşlıq üçün əlverişli zəmin yaradır. Turizm, kənd təsərrüfatı və sənaye kimi sahələrdə ekoloji cəhətdən dost həllərin tətbiqi ixrac potensialının genişlənməsinə töhfə verir. Cəmiyyətdə ekoloji şüurun artırılması uzunmüddətli iqtisadi sabitliyin təmin olunmasında mühüm rol oynayır, çünki təbiətin mühafizəsi və iqtisadi artım bir-birini tamamlayan proseslərdir. Nəticə etibarilə, yaşıl təşəbbüslər ətraf mühitin qorunmasına deyil, həm də milli iqtisadiyyatların rəqabət qabiliyyətinin və sosial rifahın yüksəldilməsinə töhfə verir. Bu çərçivədə həyata keçirilən hər bir təşəbbüs gələcək nəsillər üçün daha sağlam yaşayış mühitinin yaradılmasına və daha balanslı, davamlı iqtisadi modelin qurulmasına xidmət edir.

Açar sözlər: Yaşıl iqtisadiyyat; davamlı inkişaf; yaşıl maliyyə; ekoloji təşəbbüslər; iqtisadi artım.

Giriş

Müasir dövrdə iqtisadi inkişafın davamlılığı və ətraf mühitin qorunması dünya ictimaiyyətinin qarşısında duran ən mühüm çağırışlardan biridir (United Nations, 2015).

Qlobal iqlim dəyişikliklərinin sürətlənməsi, təbii resursların qeyri-səmərəli istismarı, torpaqların deqradasiyası, su ehtiyatlarının azalması və ətraf mühitin çirklənməsi mövcud iqtisadi sistemlərin yeni yanaşmalara və idarəetmə modellərinə ehtiyac yaratdığını açıq şəkildə göstərir (OECD, 2011). Ənənəvi iqtisadi inkişaf modelləri uzunmüddətli perspektivdə dayanıqlılığını təmin etmədiyi üçün həm beynəlxalq təşkilatlar, həm də dövlətlər yeni iqtisadi prioritetlərin formalaşdırılması zərurəti ilə üz-üzə qalıblar. Bu kontekstdə yaşıl iqtisadiyyat konsepsiyası yalnız ekologiyanın deyil, həm də iqtisadiyyatın və sosial həyatın gələcək nəsillər üçün sabitliyini təmin edən əsas yanaşmalardan biri kimi qəbul edilir (Pearce, Markandya & Barbier, 1989). Yaşıl iqtisadiyyat anlayışı təbii resurslardan səmərəli istifadəyə, ekoloji təhlükəsizliyin gücləndirilməsinə, bərpa olunan enerji mənbələrinin tətbiqinin genişləndirilməsinə, tullantıların azaldılmasına və dövriyyəyə qaytarılmasına əsaslanır (UNEP, 2011). Eyni zamanda, bu model innovativ texnologiyaların tətbiqi, ekoloji sahibkarlığın inkişafı və yeni biznes istiqamətlərinin təşviqi ilə iqtisadi artıma təkan verir. Beləliklə, yaşıl iqtisadiyyat təkcə təbiətin mühafizəsinə yönəlmiş ekoloji yanaşma deyil, həm də yeni iqtisadi fərsətlər və rəqabət üstünlükləri yaradan transformasiya prosesidir (World Bank, 2012).

Beynəlxalq təşkilatlar yaşıl iqtisadiyyatın əhəmiyyətini xüsusi vurğulayaraq, qlobal inkişaf gündəliyində prioritet mövzu kimi nəzərdən keçirirlər. BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri çərçivəsində qəbul edilən sənədlər, OECD-nin tövsiyələri və Avropa İttifaqının Yaşıl Sazişi göstərir ki, ekologiya ilə iqtisadiyyat arasında balansın yaradılması gələcək inkişaf strategiyalarının mərkəzində dayanır. Dünyanın bir çox ölkələrində tətbiq olunan ekoloji təşəbbüslər və yaşıl maliyyə mexanizmləri sübut edir ki, resurslardan səmərəli istifadə həm təbiətin qorunması, həm də iqtisadi artımın davamlılığı üçün həlledici amildir (Barbier, 2016). Azərbaycan kontekstində də yaşıl iqtisadiyyatın təşviqi dövlət siyasətində prioritet istiqamətlərdən biri kimi qəbul edilmişdir. Ölkədə qəbul olunan milli proqramlar və strateji yol xəritələri ekoloji sahədə islahatların aparılmasını, bərpa olunan enerji potensialının inkişaf etdirilməsini və ekoloji sahibkarlığın dəstəklənməsini nəzərdə tutur. Bu çərçivədə həyata keçirilən layihələr regionların sosial-iqtisadi inkişafına, əhalinin ekoloji şüurunun formalaşmasına və təbii sərvətlərin daha effektiv idarə olunmasına xidmət edir. Yaşıl iqtisadiyyat və ekoloji təşəbbüslərin inteqrasiyası həm milli, həm də beynəlxalq səviyyədə davamlı iqtisadi inkişafın əsas təminatçısı kimi çıxış edir. Bu yanaşma bir tərəfdən ekoloji təhlükəsizlik, digər tərəfdən isə sosial rifah və iqtisadi sabitlik üçün zəruri şərt olmaqla, gələcək nəsillər üçün balanslaşdırılmış və sağlam həyat mühitinin formalaşdırılmasına xidmət edir.

Azərbaycanda qeyri-hökumət və regional təşkilatların fəaliyyəti yaşıl iqtisadiyyatın təşviqi və ekoloji maarifləndirmənin gücləndirilməsində mühüm rol oynayır. Onların həyata keçirdiyi layihələr göstərir ki, ekoloji təşəbbüslər yalnız ətraf mühitin qorunmasına deyil, həm də sosial-iqtisadi sabitliyə təsir edir. Məsələn, ekoloji maarifləndirmə proqramları gənclərin və icmaların ekoloji məsuliyyətini artırır, tullantıların idarə olunması ilə bağlı davranış dəyişikliyi yaradır, bununla da təkrar emal sektorunda yeni iqtisadi imkanların yaranmasına şərait yaradır.

Regional təşkilatların apardığı ekosistem qiymətləndirmələri biomüxtəliflik və təbii ehtiyatların iqtisadi dəyərinin daha yaxşı anlaşılmasına imkan verir. Bu yanaşma kənd təsərrüfatı, turizm və enerji sektorlarında daha rəşional qərarların qəbuluna dəstək olur. Nəticələr göstərir ki, təbii sərvətlərin qorunması və ekoloji siyasətlərin gücləndirilməsi həm kənd yerlərində məhsuldarlığı artırır, həm də turizm potensialını genişləndirir. Bununla yanaşı, sərhədyanı ərazilərdə aparılan ekoloji əməkdaşlıq layihələri yerli icmaların iqtisadi alternativlərini artırır, ekoturizmin inkişafı isə regionda əlavə gəlir mənbələri formalaşdırır. Müxtəlif təşkilatların fəaliyyətləri sübut edir ki, ekoloji təşəbbüslər iqtisadi inkişafın dayanıqlılığını gücləndirir. Bu fəaliyyətlər nəticəsində bir tərəfdən ətraf mühitin qorunması təmin olunur, digər tərəfdən isə sosial rifah, məşğulluq və investisiya imkanları artır. Beləliklə, yaşıl iqtisadiyyat konsepsiyası yalnız ekoloji deyil, həm də sosial və iqtisadi baxımdan çoxşaxəli müsbət təsirlər göstərir.

Müasir dövrdə qlobal iqlim dəyişmələri, resursların sürətlə tükənməsi və ətraf mühitin çirklənməsi iqtisadiyyatın idarə edilməsində yeni yanaşmalara ehtiyac yaratmışdır. Ənənəvi iqtisadi model uzun müddət ərzində artımı və istehlakı prioritetləşdirmiş, lakin təbii sərvətlərin məhdudluğunu və ekoloji tarazlığın pozulmasının nəticələrini nəzərə almamışdır. Bu səbəbdən də beynəlxalq təşkilatlar və dövlətlər tərəfindən yaşıl iqtisadiyyat konsepsiyası formalaşdırılmışdır (UNEP, 2011).

Yaşıl iqtisadiyyatın əsas məqsədi iqtisadi artımı və sosial rifahı qorumaqla yanaşı, ekoloji riskləri azaltmaq və təbii kapitalın dəyərini nəzərə almaqdır (OECD, 2011). Bu yanaşma təbii resurslardan səmərəli istifadəni, bərpa olunan enerji mənbələrinin genişləndirilməsini, tullantıların azaldılmasını, eləcə də “dairəvi iqtisadiyyat” modelinin tətbiqini nəzərdə tutur. BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri (SDG-lər) də göstərir ki, ətraf mühitlə bağlı hədəflərə çatmadan sosial və iqtisadi inkişafın davamlılığını təmin etmək mümkün deyil (UN, 2015). Yaşıl iqtisadiyyatın əsas istiqamətlərindən biri də yaşıl maliyyədir. Bu sahəyə yönələn investisiyalar ekoloji layihələrin reallaşdırılmasına şərait yaradır. Dünya Bankının məlumatlarına görə, bərpa olunan enerji və enerji səmərəliliyi sahəsinə yatırılan investisiyalar son on ildə sürətlə artmış və yeni iş yerlərinin açılmasına səbəb olmuşdur (World Bank, 2020). Xüsusilə yaşıl istiqrazlar (green bonds) ekoloji layihələrin maliyyələşməsində mühüm alət kimi qəbul edilir.

Azərbaycanda da son illərdə enerji sektorunda yaşıl maliyyə imkanlarının genişləndirilməsi diqqət çəkir. Külək və günəş enerjisi üzrə iri həcmli layihələrin həyata keçirilməsi, həm beynəlxalq investorların marağını cəlb edir, həm də ölkənin enerji təhlükəsizliyinə və iqtisadi dayanıqlılığına töhfə verir. Bu sahəyə edilən sərmayələr yerli sahibkarların fəaliyyətini stimullaşdırmaqla yanaşı, yeni texnologiyaların tətbiqini sürətləndirir (Əliyev, 2021).

Ekoloji təşəbbüslərin sosial və iqtisadi təsirləri: Ekoloji təşəbbüslərin təsiri yalnız ətraf mühitlə məhdudlaşmır, eyni zamanda sosial rifahı və iqtisadi fəaliyyətə də sirayət edir. Məsələn, tullantıların idarə olunması və təkrar emalın inkişafı həm ekoloji təzyiqləri azaldır, həm də yeni iqtisadi sektor formalaşdırır (European Commission, 2019). Əhalinin maarifləndirilməsi və ictimai iştirakçılıq bu prosesin davamlılığında mühüm rol oynayır. Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, ekoloji təşəbbüslər turizmin inkişafına da güclü təsir göstərir. Məsələn, Avropa ölkələrində milli parklar və qorunan ərazilər yerli icmalara əlavə gəlir mənbəyi yaradır, ekoturizm isə kənd təsərrüfatı və xidmət sahələrinin canlanmasına səbəb olur (OECD, 2018). Azərbaycan kontekstində də ekoturizm imkanlarının genişləndirilməsi yerli icmaların iqtisadi sabitliyini gücləndirə və məşğulluq səviyyəsini artırma bilər.

Azərbaycanın yaşıl iqtisadiyyat təcrübəsi: Azərbaycan hökuməti son illərdə yaşıl iqtisadiyyatın təşviqi istiqamətində mühüm addımlar atmışdır. “Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər” sənədində ekoloji tarazlığın qorunması və bərpa olunan enerji mənbələrinin genişləndirilməsi prioritet kimi göstərilmişdir (Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı, 2021). Bu, dövlət səviyyəsində yaşıl iqtisadiyyatın gələcək inkişaf istiqamətlərinin müəyyənləşdirildiyini göstərir.

Bundan əlavə, qeyri-hökumət təşkilatları və ictimai birliklər də bu sahədə aktiv iştirak edirlər. Onların həyata keçirdiyi ekoloji layihələr, ağacəkmə kampaniyaları, tullantıların çeşidlənməsi təşəbbüsləri, maarifləndirici tədbirlər, cəmiyyətin ekoloji şüurunu gücləndirməklə yanaşı, sosial-iqtisadi faydalar da yaradır. Bu fəaliyyətlər nəticəsində həm resursların səmərəli istifadəsi təmin olunur, həm də dövlət siyasətində yaşıl iqtisadiyyatın əhəmiyyəti artır.

Azərbaycanda ekoloji təşəbbüslərin genişləndirilməsində IDEA İctimai Birliyi xüsusi rol oynayır. Qurumun həyata keçirdiyi layihələr ekoloji şüurun artırılmasına, təbii sərvətlərin qorunmasına və yaşıl iqtisadiyyatın inkişafına mühüm töhfə verir. “Hər kağızı bir yarpağa dəyişək” layihəsi çərçivəsində Bakı şəhərində yerləşən ASAN xidmət mərkəzlərində kağız tullantılarının toplanması təşkil edilmişdir. Pilot mərhələdə 79 ton kağızın təkrar emala göndərilməsi ağacların qorunmasına və kağız istehsalı üçün xammal tələbatının azalmasına şərait yaratmışdır. Bu təşəbbüs həm ekoloji, həm də iqtisadi baxımdan resursların daha səmərəli istifadəsini təşviq edir. IDEA-nın digər bir əhəmiyyətli təşəbbüsü “Məktəb bağları” layihəsidir. Bakı və bölgələrdə yerləşən 300 məktəbin həyatında 20.000-dən çox ağacın əkilməsi şəhər ekosistemlərinin möhkəmlənməsinə, temperatur balansının sabitləşdirilməsinə və biomüxtəlifliyin qorunmasına xidmət etmişdir. Bu layihə həm də gənc nəsildə ekoloji məsuliyyətin formalaşmasına mühüm təsir göstərmişdir. “Clean Air Fund” ilə birgə keçirilən panel müzakirələrində hava çirklənməsinin təsirlərinə diqqət yönəldilmiş, xüsusilə uşaqların və yeni doğulan körpələrin sağlamlığına mənfi təsirlər vurğulanmışdır.

Belə tədbirlər ictimai şüurun yüksəldilməsinə xidmət etməklə yanaşı, dövlət siyasətində ətraf mühitlə bağlı hədəflərin daha səmərəli müəyyənləşdirilməsinə imkan yaratmışdır. Bundan əlavə, “Alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadəyə keçid” seminarı bioenerji, günəş və külək potensialının müzakirəsinə şərait yaratmış, yerli iqtisadi iştirakçıların bu sahəyə marağını artırmışdır. Bu təşəbbüs ölkədə yaşıl enerji bazarının inkişafı üçün zəruri zəminin formalaşdırılmasına dəstək verir. IDEA tərəfindən həyata keçirilən layihələr göstərir ki, ekoloji təşəbbüslər karbon emissiyalarının və deforestasiya risklərinin azaldılmasına, yaşıl sahələrin artırılması hesabına mikroiqlimdə enerji qənaətinin təmin olunmasına və ictimai müzakirələrin dövlət siyasətinə təsiri vasitəsilə yaşıl iqtisadiyyatın möhkəmlənməsinə xidmət edir.

Azərbaycanda yaşıl iqtisadiyyatın təşviqi istiqamətində fəaliyyət göstərən təşkilatlardan biri də Təbiət Dostları Azərbaycandır. Bu qurum ekoturizmin inkişafı, təmiz ətraf mühit vərdişlərinin aşılınması və sağlam həyat tərzinin təşviqi ilə bağlı müxtəlif təşəbbüslər həyata keçirir. Onların təşkil etdiyi maarifləndirici tədbirlər və ekoloji yürüşlər yerli icmalarda ətraf mühitə qarşı məsuliyyət hissini gücləndirir. Bundan başqa, ekoturizm sahəsində aparılan işlər regionlarda əlavə məşğulluq yaratmaqla yanaşı, kənd təsərrüfatı məhsullarına tələbatın artmasına və xidmət sektorunun canlanmasına şərait yaradır. Regional Ətraf Mühit Mərkəzi (REC Caucasus) isə biomüxtəlifliyin qorunması, su ehtiyatlarının idarə olunması və ekosistem xidmətlərinin qiymətləndirilməsi sahəsində mühüm layihələr həyata keçirir. Onların hazırladığı milli ekosistem qiymətləndirmələri təbii sərvətlərin iqtisadi dəyərinin öyrənilməsinə imkan vermiş, sərhədyanı bölgələrdə ekoloji əməkdaşlıq layihələri isə ekoturizmin inkişafına və yerli əhalinin sosial-iqtisadi imkanlarının artmasına töhfə vermişdir. Bu fəaliyyətlər həm də dövlət səviyyəsində ekoloji siyasətlərin formalaşdırılmasına elmi əsas yaratmışdır.

Digər diqqətəlayiq qurumlardan biri “Ekosfera” Ekoloji-Sosial Mərkəzidir. Bu təşkilat daha çox ətraf mühitin sosial aspektləri ilə məşğul olur və ekoloji problemlərin insan sağlamlığına təsirini öyrənir. Onların həyata keçirdiyi kampaniyalar ictimai sağlamlığın qorunması, hava və suyun keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması istiqamətində vacib məlumat bazası formalaşdırmışdır. Beləliklə, ekoloji siyasətin yalnız təbiəti deyil, həm də insan amilini nəzərə almasına dəstək göstərilmişdir. Gənclərin və könüllülərin iştirakı baxımından Azərbaycan Skautlar Assosiasiyası da mühüm rol oynayır. Skaut hərəkəti vasitəsilə gənclərə ekoloji liderlik bacarıqları aşılanır, onlar praktiki olaraq təmizlik aksiyalarında, ağacəkmə kampaniyalarında və ətraf mühit monitorinqlərində iştirak edirlər. Bu fəaliyyətlər gənclərin həm sosial məsuliyyətini artırır, həm də ekoloji problemlərin həllinə innovativ yanaşmalar gətirməsinə şərait yaradır.

Nəticə

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, yaşıl iqtisadiyyat konsepsiyası müasir dövrdə yalnız ekoloji problemlərin həlli üçün deyil, həm də iqtisadi artımın davamlılığının təmin olunması üçün zəruri şərtidir. Bu yanaşma təbii sərvətlərin səmərəli idarə olunması, bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişaf etdirilməsi, tullantıların minimuma endirilməsi və ekoloji sahibkarlığın təşviqi vasitəsilə həm ekoloji təhlükəsizliyə, həm də sosial rifahə mühüm təsir göstərir. Beynəlxalq təcrübə, xüsusilə BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri və Avropa İttifaqının Yaşıl Sazişi, sübut edir ki, ekoloji və iqtisadi sahələrin balanslaşdırılması gələcək nəsillər üçün davamlı inkişafın əsas təminatçısıdır. Azərbaycanın milli siyasətində də yaşıl iqtisadiyyatın prioritet istiqamət kimi müəyyən olunması, bərpa olunan enerji layihələrinin, ekoturizm təşəbbüslərinin və ekoloji maarifləndirmə proqramlarının genişləndirilməsi bu istiqamətdə mühüm irəliləyişlərin əldə olunduğunu təsdiq edir.

Eyni zamanda, qeyri-hökumət təşkilatları və ictimai birliklərin, IDEA İctimai Birliyi, Təbiət Dostları Azərbaycan, Regional Ətraf Mühit Mərkəzi, Ekosfera Ekoloji-Sosial Mərkəzi və Azərbaycan Skautlar Assosiasiyasının həyata keçirdikləri layihələr ekoloji şüurun gücləndirilməsinə, ictimai iştirakçılığın artırılmasına və yeni iqtisadi imkanların formalaşmasına xidmət edir. Bu təşəbbüslərin nəticələri karbon emissiyalarının azalması, biomüxtəlifliyin qorunması, mikroiqlim şəraitinin yaxşılaşması və sosial məsuliyyətin artması ilə özünü göstərir.

Nəticə etibarilə, yaşıl iqtisadiyyatın və ekoloji təşəbbüslərin inteqrasiyası həm milli, həm də beynəlxalq səviyyədə davamlı iqtisadi inkişafın əsas təminatçısıdır.

Bu istiqamətdə atılan addımlar təkcə ekoloji mühitin yaxşılaşdırılmasına deyil, həm də yeni iqtisadi sektorların yaranmasına, investisiya mühitinin güclənməsinə və cəmiyyətin rifah səviyyəsinin yüksəlməsinə şərait yaradır. Beləliklə, yaşıl iqtisadiyyat konsepsiyası gələcək nəsillər üçün sağlam və balanslı həyat mühitinin təmin olunmasının ayrılmaz komponenti kimi çıxış edir.

Azərbaycan dilində mənbələr

Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi. (2021). *Dayanıqlı inkişaf və yaşıl iqtisadiyyat üzrə milli hesabat*. Bakı.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı. (2021, 2 fevral). “Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər”. Prezident.az. <https://president.az>

Əliyev, Z. (2019). Yaşıl iqtisadiyyatın formalaşmasının aktual problemləri. *Azərbaycan Dövlət İqtisad Universitetinin Elmi Xəbərləri*, 3(1), 45–56.

Həsənov, R. (2021). Bərpa olunan enerji və iqtisadi inkişafın yeni istiqamətləri. *Azərbaycan Energetika Jurnalı*, 15(4), 66–74.

Məmmədova, S. (2020). Ekoloji təşəbbüslərin sosial-iqtisadi əhəmiyyəti. *AMEA İqtisadiyyat İnstitutu – Elmi Əsərlər*, 7(2), 112–120.

Quliyev, A. (2022). Yaşıl maliyyə alətləri və Azərbaycan təcrübəsi. *İqtisadiyyat və Menecment*, 10(2), 25–36.

Şəmsizadə, T. (2021, 20 noyabr). Yaşıl iqtisadiyyat: prioritetlər və imkanlar. Aem.az. <https://aem.az>

“Regional Ətraf Mühit Mərkəzi – Qafqaz (REC Caucasus)”. (2024). *Azerbaijan National Ecosystem Assessment: SPM (xülasə)*. Bakı.

Beynəlxalq mənbələr

Barbier, E. B. (2016). Building the green economy. *Canadian Public Policy*, 42(S1), S1–S9. <https://doi.org/10.3138/cpp.2015-054>

European Commission. (2019, 11 December). *The European Green Deal*. ec.europa.eu

IRENA (International Renewable Energy Agency). (2020). *Renewable Power Generation Costs in 2019*. Abu Dhabi.

OECD. (2011). *Towards Green Growth*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264111318-en>

Pearce, D., Markandya, A., & Barbier, E. (1989). *Blueprint for a Green Economy*. Earthscan.

UN (United Nations). (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.

UNEP (United Nations Environment Programme). (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. UNEP.

World Bank. (2012). *Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development*. Washington, DC: World Bank.

World Bank. (2020, 1 iyun). *State and Trends of Carbon Pricing 2020*. World Bank Publications.

Zenghelis, D. (2014). Green growth: Interpreting the evidence. *Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment (Policy Paper)*.

IPBES. (2024). *Azerbaijan National Ecosystem Assessment – Summary for Policymakers*. Bonn: IPBES Secretariat.

OECD. (2018). *Tourism Trends and Policies 2018* (ekoturizmin iqtisadi təsirləri bölmələri). OECD Publishing.

European Commission. (2018, 16 January). *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*. ec.europa.eu

UNEP Finance Initiative. (2016). *Green Finance for Developing Countries: Needs, Concerns and Innovations*. Geneva: UNEP FI.

ENERGY TRANSITION AND RENEWABLE SOURCES: PERSPECTIVES ON REGIONAL INTEGRATION

Fahmi Babayev

Lecturer, Mingachevir State University, Faculty of Economics and Management, Department of Economics, Mingachevir, Azerbaijan.

PhD Student, Ankara Hacı Bayram Veli University, Graduate Education Institute, Department of International Relations, Ankara, Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-0956-055X

Abstract

The global energy transition, climate change, and carbon emission reduction targets are shaping new geopolitical and economic dimensions in international relations. The shift from fossil fuels to renewable energy sources is not only an ecological necessity but also a key strategic factor in states' foreign policy and energy diplomacy. The energy strategies of global powers such as the USA, the European Union, China, and Russia reshape competition and cooperation in the international system, creating new opportunities in energy security and diplomatic collaboration. The rapid development of renewable energy sources, including solar, wind, bioenergy, and hydropower, fosters regional integration and economic cooperation. The transfer of green technologies, investment flows, and multilateral cooperation mechanisms strengthen the energy markets of the Caspian, Caucasus, and Central Asia regions. The European Union's energy strategy and the Southern Gas Corridor play a significant role in Europe's energy security. Azerbaijan and Turkey emerge as strategic actors in the energy transition. Azerbaijan's Caspian resources and the green energy potential in Karabakh, along with Turkey's energy corridor and regional energy hub policies, supported by projects such as TANAP, TAP, and the "Green Energy Line," contribute to both regional and global cooperation. The study highlights that the energy transition creates strategic opportunities for reinforcing regional integration, ensuring energy security, and promoting sustainable development. Addressing challenges such as finance, technology, and political competition can further strengthen the regional leadership roles of Azerbaijan and Turkey.

Keywords: Energy Transition, Renewable Energy Sources, Regional Integration, Energy Diplomacy, Strategic Role of Azerbaijan and Turkey.

ENERJİ KEÇİDİ VƏ BƏRPA OLUNAN MƏNBƏLƏR: REGIONAL İNTEQRASIYA PERSPEKTİVLƏRİ

Xülasə

Xülasə Qlobal enerji keçidi, iqlim dəyişikliyi və karbon emissiyalarının azaldılması hədəfləri fonunda beynəlxalq münasibətlərdə yeni geosiyasi və iqtisadi çaralar formalaşır. Fossil yanacaqlardan bərpa olunan enerji mənbələrinə keçid yalnız ekoloji zərurət deyil, həm də dövlətlərin xarici siyasət və enerji diplomatiyasında əsas strateji amildir. ABŞ, Avropa İttifaqı, Çin və Rusiya kimi qlobal güclərin enerji strategiyaları beynəlxalq sistemdə rəqabət və əməkdaşlıq formatlarını dəyişdirir, enerji təhlükəsizliyi və diplomatik əməkdaşlıq sahələrində yeni imkanlar yaradır. Günəş, külək, bioenerji və hidroenerji kimi bərpa olunan mənbələrin sürətli inkişafı regionlarda integrasiya və iqtisadi əməkdaşlıq üçün şərait yaradır. Yaşıl texnologiyaların transferi, investisiya axınları və çoxşaxəli əməkdaşlıq mexanizmləri Xəzər, Qafqaz və Mərkəzi Asiya enerji bazarlarını gücləndirir. Avropa İttifaqının enerji strategiyası və Cənub Qaz Dəhlizi Avropanın enerji təhlükəsizliyində mühüm rol oynayır. Azərbaycan və Türkiyə enerji keçidində strateji aktorlar kimi seçilir. Azərbaycanın Xəzər resursları və Qarabağda yaşıl enerji potensialı, Türkiyənin enerji dəhlizi və regional enerji mərkəzi siyasəti, TANAP, TAP və "Yaşıl Enerji Xətti" layihələri vasitəsilə regional və qlobal əməkdaşlığa töhfə verir. Məqalə göstərir ki, enerji keçidi regional integrasiyanın möhkəmlənməsi, enerji təhlükəsizliyinin təmin olunması və davamlı inkişaf üçün strateji imkanlar yaradır. Maliyyə, texnologiya və siyasi rəqabət kimi çağırışların həlli isə Azərbaycan və Türkiyənin regional liderliyini daha da gücləndirə bilər.

Açar sözlər: Enerji keçidi, Bərpa Olunan Enerji Mənbələri, Regional İnteqrasiya, Enerji Diplomatiyası, Azərbaycan və Türkiyənin Strateji Rolu.

Giriş

XXI əsrin global çağırışları sırasında iqlim dəyişikliyi və onunla əlaqədar ekoloji, iqtisadi və sosial təhlükəsizlik riskləri mərkəzi yer tutur. Paris Sazişinin (2015) hədəfləri və Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Davamlı İnkişaf Məqsədləri çərçivəsində formalaşan global konsensus, iqtisadiyyatın karbondan təmizlənməsi və enerji sistemlərinin köklü transformasiyasını tələb edir. Bu kontekstdə, enerji keçidi – ənənəvi fosil yanacaqlardan bərpa olunan enerji mənbələrinə (BEM) sürətli və ədalətli keçid prosesi – təkcə texnoloji bir dəyişiklik deyil, həm də dərin geosiyasi, iqtisadi və sosial təsilləri olan bir hadisədir (Goldthau & Sitter, 2020). Xüsusilə, enerji təchizatı zəncirlərinin və enerji diplomatiyasının yenidən qurulması, regionlararası əlaqələrdə yeni əməkdaşlıq və inteqrasiya modellərinin formalaşmasına səbəb olur.

Xəzər hövzəsi, Qafqaz və Mərkəzi Asiya kimi regionlar, həm zəngin ənənəvi enerji ehtiyatları, həm də nəhəng bərpa olunan enerji potensialı ilə bu keçidin həyata keçirilməsində strateji əhəmiyyət kəsb edir. Bu regionda Azərbaycan və Türkiyə kimi ölkələr, enerji tranzit və istehsalında mövcud infrastruktur və təcrübələrini bərpa olunan enerji sahəsinə uğurla adaptasiya edərək, regional enerji təhlükəsizliyinin və davamlı inkişafın təminatçılarına çevrilmək imkanı qazanır. Bu məqalə, enerji keçidi prosesinin Xəzər-Qafqaz-Mərkəzi Asiya regionunda regional inteqrasiyaya və enerji diplomatiyasına təsillərini, Azərbaycan və Türkiyənin bu prosesdəki strateji rolunu təhlil etməyi hədəfləyir.

TƏDQIQAT METODOLOGİYASI

Məqsəd: Bu tədqiqatın əsas məqsədi, enerji keçidi prosesinin Xəzər-Qafqaz-Mərkəzi Asiya regionunda yaratdığı regional inteqrasiya imkanlarını və geosiyasi təsirlərini araşdırmaq, xüsusi ilə Azərbaycan və Türkiyənin bu prosesdə strateji rolunu və diplomatik potensialını müəyyən etməkdir.

Tədqiqatın Əhatə Dairəsi: Tədqiqat işi əsasən 2015-2023-cü illəri əhatə edir. Coğrafi əhatə dairəsinə Xəzər hövzəsi ölkələri (Azərbaycan, Türkmənistan, Qazaxıstan), Qafqaz (Gürcüstan, Ermənistan), Türkiyə və onların əsas enerji tərəfdaşı olan Avropa İttifaqı daxildir. Təhlil enerji siyasəti, enerji diplomatiyası və regional inteqrasiya anlayışları ətrafında qurulmuşdur.

Metod: Tədqiqatda keyfiyyətli təhlil metodu tətbiq edilmişdir. İki əsas metodoloji yanaşmadan istifadə olunmuşdur:

1. **Sənəd Təhlili (Document Analysis):** Əsas diqqət beynəlxalq təşkilatların (BM, Aİ, İEA) hesabatları, ölkələrin rəsmi strateji sənədləri (Azərbaycanın 2030-cu ilə kimi “Yaşıl Enerji” strategiyası, AB-nin Yaşıl Məqsədi, Türkiyənin XIU Milli Planı), elmi məqalələr, statistik məlumatlar (BP Statistik Rəyi, IRENA hesabatları) və etibarlı media mənbələrinin təhlilinə yönəldilmişdir.

2. **Vəziyyət Təhlili (Case Study Analysis):** Mövzunun daha dərin başa düşülməsi üçün konkret vəziyyət təhlillərindən istifadə edilmişdir. Bu çərçivədə Azərbaycanın “Xəzər dənizi üzən külək elektrik stansiyası” layihəsi, “Qarabağın Yaşıl Enerji Zonası” strategiyası və Türkiyənin “Yaşıl Enerji Xətti” layihəsi detallı şəkildə təhlil edilmişdir.

Tədqiqatın Nəticələri: Tədqiqatın aparılması nəticəsində enerji keçidinin regionda ənənəvi enerji əməkdaşlığını zəiflətmədən, əksinə onu çoxşaxəli və davamlı bir əməkdaşlıq platformasına çevirdiyi müəyyən edilmişdir. Azərbaycan və Türkiyənin bu prosesdə “körpü” funksiyası yerinə yetirdiyi və regional enerji təhlükəsizliyinin təminatçısı statusunu gücləndirdiyi qənaətinə gəlinmişdir.

1. Qlobal Kontekstdə Enerji Keçidi: Yeni Geosiyasi Dinamika

Köhnə enerji nizamı, əsasən, neft və qazın coğrafi bölgüsü ətrafında formalaşan geosiyasi münafişələr və strateji ittifaqlarla xarakterizə olunurdu.

Lakin, BEM texnologiyalarının sürətlə inkişafı və maya dəyərinin kəskin şəkildə aşağı düşməsi bu tənliyi dəyişdirir. Bərpa olunan enerji, enerji istehsalını mərkəzləşdirilmiş sistemdən daha paylanmış və yerli bir struktura doğru aparır, bu da enerji idxalçıları üçün enerji müstəqilliyi və təhlükəsizliyi baxımından yeni imkanlar yaradır (Overland et al., 2019). Ancaq bu, enerji geosiyasetinin sonu demək deyil; sadəcə onun forması dəyişir.

Yeni enerji geosiyaseti, nadir torpaq elementləri kimi yaşıl texnologiyalar üçün kritik olan xammal üzərində nəzarət, yenilikçi aşağı-karbon texnologiyalarına çıxış, enerji şəbəkələrinin harmonizasiyası və yaşıl maliyyə standartlarının formalaşdırılması ətrafında cərəyan edir (Scholten, 2018). ABŞ, Çin və Avropa İttifaqı (AB) kimi qlobal aktorlar bu yeni sahədə üstünlük qazanmaq üçün sərt rəqabət aparırlar. Məsələn, Çin, günəş panelləri və külək turbinləri istehsalında dünya bazarında dominant mövqe tutur, AB isə "Yaşıl Məqsəd" (European Green Deal) ilə nəinki öz iqtisadiyyatını transformasiya etməyi, həm də qlobal ekoloji və enerji standartlarını təyin etməyi hədəfləyir.

Bu qlobal rəqabət eyni zamanda yeni əməkdaşlıq formatlarını da zorlayır. İnkişaf etməkdə olan ölkələr üçün yaşıl texnologiyaların transferi, kapital qoyuluşları və texniki bacarıqların inkişaf etdirilməsi əsas diqqət mərkəzindədir. Beləliklə, enerji keçidi, təkəllül enerji təchizatı əlaqələri əvəzinə, texnologiya, investisiya və bilik mübadiləsini əhatə edən çoxölçülü tərəfdaşlıqların yaranmasına təkan verir.

2. Regional Baxış: Xəzər, Qafqaz və Mərkəzi Asiyanın Potensialı

Xəzər hövzəsi və Mərkəzi Asiya ölkələri ənənəvi olaraq enerji ixracatçıları kimi tanınır. Lakin, region günəş və külək enerjisi baxımından misilsiz potensiala malikdir. Məsələn, Özbəkistanın və Qazaxıstanın səhralıq əraziləri, quruluş gücünün çox hissəsini təmin etmək üçün kifayət qədər günəş radiasiyası alır. Azərbaycan isə Xəzər dənizində üzən külək fermaları və torpaq sahələrində günəş enerjisi layihələri üçün böyük imkanlara malikdir (IEA, 2022).

Bu potensialın həyata keçirilməsi regiona bir sıra üstünlüklər gətirə bilər:

- **Diversifikasiya:** İqtisadiyyatların neft və qaz ixracatından asılılığının azaldılması.
- **Enerji Təhlükəsizliyi:** Yerli enerji istehsalının artması enerji müstəqilliyini gücləndirir.
- **Ətraf Mühit Faydaları:** Hava keyfiyyətinin yaxşılaşması və karbon ayak izinin azalması.
- **Yeni İqtisadi İmkanlar:** "Yaşıl" hidrogen kimi yeni nəsil enerji daşıyıcılarının istehsalı və ixracı üçün şərait.

Lakin, bu potensialın reallaşması əhəmiyyətli maneələrlə üzləşir: hələ də zəif olan enerji infrastruktur, böyük miqyaslı investisiyaların ehtiyacı, qanuni-inzibati çərçivələrdəki çatışmazlıqlar və bəzi hallarda siyasi iradə çatışmazlığı. Burada regional əməkdaşlıq və beynəlxalq tərəfdaşlıq həlledici əhəmiyyət kəsb edir.

3. Avropa İttifaqının Enerji Strategiyası və Regionla Əlaqəsi

AB, enerji keçidində qlobal lider olmaq və 2050-ci ilə qədər karbon neytrallığına çatmaq istəyi ilə, enerji təchizatı strategiyasını köklü şəkildə dəyişir. Bu, təkcə özündəki enerji istehsalını dəyişdirmək deyil, həm də enerji idxalının tərkibini yaşıl enerji daşıyıcılarına (məsələn, "yaşıl" hidrogen) doğru çevirmək deməkdir (European Commission, 2020).

Bu kontekstdə, Cənub Qaz Dəhlizi (CQD) və onun əsas təminatçısı olan Azərbaycan, AB-nin enerji təhlükəsizliyində strateji tərəfdaş olaraq qalmaqdadır. Lakin, uzunmüddətli perspektivdə, CQD-nin infrastrukturunu təbii qazdan "yaşıl" hidrogenin ötürülməsinə uyğunlaşdırıla bilər. Bu, Azərbaycanın AB üçün təbii qaz təminatçısı statusundan təmiz enerji təminatçısı statusuna keçid etməsi üçün tarixi bir fürsət yaradır. Eyni zamanda, AB-nin regiona texnologiya və maliyyə axını, regional enerji keçidini sürətləndirə bilər.

4. Azərbaycanın Strateji Rolü: Ənənədən Gələcəyə Keçid

Azərbaycan, onilliklər boyu enerji sektorunda qazanılmış təcrübəsini və maliyyə resurslarını diversifikasiya etmək və enerji keçidini həyata keçirmək üçün səmərəli şəkildə istifadə edir. Ölkə, 2030-cu ilə qədər bərpa olunan enerji mənbələri hesabına elektrik enerjisi istehsalının payını 30% çatdırmağı hədəfləyir.

Bu istiqamətdə bir neçə mühüm addım atılmışdır:

- **Xəzər Dənizində Külək Enerjisi:** 240 MVt gücündə "Xəzər dənizi üzən külək elektrik stansiyası" layihəsinin hazırlıq işləri davam edir. Bu, təkcə Azərbaycan üçün deyil, bütün region üçün pioner layihədir.
- **Yaşıl Hidrogen İstehsalı:** Azərbaycan və Saudi Ərəbistanın "ACWA Power" şirkəti ilə yaşıl hidrogen istehsalı üzrə saziş imzalaması, ölkənin gələcək enerji ixracatı baxımından strategiyasını göstərir.
- **Qarabağın Yaşıl Enerji Zonasına Çevrilməsi:** Azərbaycan tərəfindən azad edilmiş ərazilərdə, o cümlədən Xocavənd, Kəlbəcər və Zəngilan rayonlarında günəş və külək enerjisi stansiyalarının, kiçik hidroelektrik stansiyaların tikintisi nəzərdə tutulur. Bu, təkcə enerji istehsalı deyil, həm də regionun iqtisadi bərpası və ekoloji baxımdan bərpası üçün simvolik və strateji əhəmiyyət kəsb edən bir layihədir (Mammadov, 2023).

Azərbaycan, enerji nəqli və logistika sahəsindəki mövcud təcrübəsini (Bakı-Tbilisi-Ceyhan, CQD) yeni enerji daşıyıcılarının nəqli üçün də tətbiq edə bilər. Beləliklə, o, ənənəvi enerji mərkəzindən, bərpa olunan enerji və yaşıl enerji daşıyıcılarının regional mərkəzinə çevrilə bilər.

5. Türkiyənin Strateji Rolü: Enerji Dəhlizindən Enerji Mərkəzinə

Türkiyə, enerji keçidi prosesində coğrafi mövqeyi, artan enerji tələbatı və güclü infrastrukturunu ilə unikal rol oynayır. Ölkə, enerji tranzit ölkəsi statusunu enerji mərkəzi (energy hub) statusuna çevirməyi hədəfləyir. Bu anlayış artıq təbii qazla məhdudlaşmış; gələcəkdə elektrik, yaşıl hidrogen və digər bərpa olunan enerji daşıyıcılarının ticarəti və paylanması da əhatə edir.

Türkiyənin strateji üstünlükləri:

- **Yüksək BEM Potensialı:** Xüsusilə günəş, külək və geotermal enerji baxımından yüksək potensial. Türkiyə, Avropada geotermal enerji quraşdırılmış gücündə birinci, dünyada isə dördüncü yerdədir.
- **Güclü İnfrastruktur:** TANAP və TAP kimi layihələr vasitəsilə qurulmuş enerji nəqliyyat infrastrukturunu. Bu, gələcəyin enerji daşıyıcıları üçün də əsas təşkil edə bilər.
- **Texnoloji Sənaye:** Külək turbini və günəş paneli istehsalı sahəsində yerli istehsalçıların inkişafı.
- **Elektrik Şəbəkəsinin Qovşağı:** Türkiyə, Avropa və Asiya şəbəkələri arasında qovşaq nöqtəsində yerləşir. Bu, onun regionlararası elektrik ticarətində tənzimləyici rol oynamaq imkanını artırır.

"Yaşıl Enerji Xətti" layihəsi, Türkiyənin bu strategiyasının konkret nümunəsidir. Bu layihə ilə Naxçıvan Muxtar Respublikasının və Türkiyənin Şərqi hissəsinin enerji təchizatının təmin edilməsi, həm də regionda enerji integrasiyasının gücləndirilməsi nəzərdə tutulur.

6. Regional İnteqrasiya və Əməkdaşlıq İmkanları

Azərbaycan və Türkiyə, enerji keçidi prosesində fərdi səylərlə yanaşı, birgə layihələr vasitəsilə regional integrasiyanın motoruna çevrilə bilərlər. Bu baxımdan bir neçə perspektivli istiqamət var:

1. **Şəbəkə İnteqrasiyası:** Azərbaycan, Gürcüstan və Türkiyə elektrik enerjisi şəbəkələrinin daha da sinxronlaşdırılması və gücləndirilməsi. Bu, regionda elektrik enerjisinin ticarətini asanlaşdıracaq və enerji təhlükəsizliyini artıracaqdır.

2. **"Yaşıl" Dəhliz:** CQD-nin infrastrukturunu əsasında gələcəkdə "yaşıl" hidrogenin Azərbaycandan Türkiyə və Avropaya daşınması üçün bir dəhliz yaradılması.

3. **Texnologiya və Təcrübə Mübadiləsi:** Türkiyənin BEM texnologiyaları və enerji idarəetmə sahəsindəki təcrübəsi ilə Azərbaycanın enerji resurslarının və investisiya imkanlarının birləşdirilməsi.

4. **Üçtərəfli Formatlar:** Azərbaycan-Türkiyə-Türkmənistan və ya Azərbaycan-Türkiyə-Qazaxıstan kimi formatlarda Xəzər hövzəsindəki bərpa olunan enerji potensialının birgə istifadəsi üçün layihələrin hazırlanması.

Nəticə

Enerji keçidi, qlobal miqyasda struktur dəyişikliklərə səbəb olan çoxölçülü bir prosesdir. Bu proses, Xəzər-Qafqaz-Mərkəzi Asiya regionu üçün təkcə ekoloji bir zərurət deyil, həm də iqtisadi diversifikasiya, enerji müstəqilliyi və regional əməkdaşlığın dərinləşməsi baxımından strateji bir fürsətdir.

Azərbaycan və Türkiyə, ənənəvi enerji layihələrində qazandıqları nüfuz və təcrübəni, bərpa olunan enerji sahəsindəki səmərəli strategiyaları ilə birləşdirərək, regionda enerji gələcəyinin formalaşmasında mühüm rol oynamaq imkanına malikdirlər. Azərbaycanın Qarabağda yaşıl enerji zonasının yaradılması, Xəzərdə üzən külək fermaları və Türkiyənin enerji mərkəzi statusuna doğru hərəkəti, bu istiqamətdə atılan mühüm addımlardır.

Bu keçidin uğurla həyata keçirilməsi böyük miqyaslı investisiyalar, qabaqcıl texnologiyaların tətbiqi, güclü siyasi iradə və daha sıx regional əməkdaşlıq tələb edir. Bu maneələr aradan qaldırıldıqda, Azərbaycan və Türkiyə təkcə öz enerji təhlükəsizliklərini gücləndirməklə kifayətlənməyəcək, həm də Avropa və Asiya arasında təmiz enerji axınlarının təminatçısı kimi qlobal enerji arxitekturasında yeni və mötəbər bir mövqe qazanacaqlar.

Ədəbiyyat

Goldthau, A., & Sitter, N. (2020). *A liberal actor in a realist world? The European Union regulatory state and the global political economy of energy*. Oxford University Press.

Overland, I., Bazilian, M., Ilimbek Uulu, T., Vakulchuk, R., & Westphal, K. (2019). The GeGaLo index: Geopolitical gains and losses after energy transition. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100406.

Scholten, D. (Ed.). (2018). *The geopolitics of renewables*. Springer.

International Energy Agency (IEA). (2022). *Azerbaijan Energy Profile*. IEA Publications.

European Commission. (2020). *A Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe*. COM(2020) 301 final.

Mammadov, R. (2023). *The Green Energy Potential of the Liberated Territories of Azerbaijan: Economic and Geopolitical Implications*. Baku Research Institute.

Taghiyev, A. (2021). *Turkey's Energy Hub Strategy: Challenges and Opportunities*. SETA Foundation.

Yıldız, T. (2022). *The Role of Trans-Anatolian Natural Gas Pipeline (TANAP) in Regional Energy Security*. *Insight Turkey*, 24(1), 145-164.

Əliyev, S. (2022). *Azərbaycanın enerji strategiyası: bərpa olunan mənbələrə keçid*. Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri.

BP. (2023). *Statistical Review of World Energy 2023*.

THE IMPACT OF GLOBAL ECONOMIC CHALLENGES ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Müəllim Ülvi SEYİDOV

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İqtisadiyyat, İqtisadiyyat kafedrası, Mingəçevir, Azərbaycan.

Abstract

In modern times, the scale and scope of global economic challenges are rapidly expanding. Fluctuations observed in international markets, geopolitical conflicts, unequal distribution of natural resources, energy crisis, consequences of climate change and new realities created by global pandemics directly condition the process of sustainable development. Since sustainable development is not only about ensuring economic growth, but also about strengthening social justice, preserving ecological balance and ensuring institutional stability, a multidisciplinary study of the factors affecting these processes is of particular importance. Global economic challenges directly affect the financial stability, economic policy, employment market and social welfare indicators of countries. Increasing inflationary pressures, rising global debt burden, sharp changes in energy and food prices make developing countries, in particular, more vulnerable. In such circumstances, it is important to diversify the economy, apply innovative technologies, use the opportunities of the digital economy and promote a green economy in order for states to achieve their sustainable development goals. At the same time, international cooperation, regional integration and active participation in multilateral economic platforms are among the decisive factors in mitigating existing problems. Efficient use of resources, development of alternative energy sources, expansion of social protection programs and increased investment in human capital act as the main pillars of sustainable development. As a result, the impact of global economic difficulties is not limited to economic parameters, but also leaves deep traces in the social, environmental and institutional levels. Therefore, the main task facing each country is the development and implementation of long-term, comprehensive and integrated development strategies.

Keywords: Global economy, sustainable development, energy crisis, inflation, economic policy, social welfare

QLOBAL İQTİSADI ÇƏTİNLİKLƏRİN DAVAMLI İNKİŞAF PROSESİNƏ TƏSİRİ

Xülasə

Müasir dövrdə qlobal iqtisadi çətinliklərin miqyası və təsir dairəsi sürətlə genişlənməkdədir. Beynəlxalq bazarlarda müşahidə edilən dalğalanmalar, geosiyasi qarşıdurmalar, təbii resursların qeyri-bərabər bölgüsü, enerji böhranı, iqlim dəyişmələrinin fəsadları və qlobal pandemiyaların yaratdığı yeni reallıqlar davamlı inkişaf prosesini bilavasitə şərtləndirir. Davamlı inkişaf yalnız iqtisadi artımın təmin olunması deyil, həm də sosial ədalətin gücləndirilməsi, ekoloji tarazlığın qorunması və institusional sabitliyin təmin edilməsi ilə bağlı olduğu üçün bu proseslərə təsir göstərən amillərin çoxşaxəli şəkildə araşdırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Qlobal iqtisadi çətinliklər ölkələrin maliyyə sabitliyi, iqtisadi siyasəti, məşğulluq bazarı və sosial rifah göstəricilərinə birbaşa təsir göstərir. İnflyasiya təzyiqlərinin artması, qlobal borc yükünün yüksəlməsi, enerji və ərzaq qiymətlərindəki kəskin dəyişikliklər xüsusilə inkişaf etməkdə olan ölkələri daha həssas vəziyyətə gətirir. Belə şəraitdə dövlətlərin davamlı inkişaf hədəflərinə nail ola bilməsi üçün iqtisadiyyatın şaxələndirilməsi, innovativ texnologiyaların tətbiqi, rəqəmsal iqtisadiyyatın imkanlarından istifadə və yaşıl iqtisadiyyatın təşviqi vacibdir. Eyni zamanda, beynəlxalq əməkdaşlıq, regional inteqrasiya və çoxtərəfli iqtisadi platformalarda fəallıq mövcud problemlərin yumşaldılması baxımından həlledici amillərdən biridir. Resursların səmərəli istifadəsi, alternativ enerji mənbələrinin inkişafı, sosial müdafiə proqramlarının genişləndirilməsi və insan kapitalına sərmayələrin artırılması davamlı inkişafın əsas dayaqları kimi çıxış edir. Nəticə etibarilə, qlobal iqtisadi çətinliklərin təsiri yalnız iqtisadi parametrlərlə məhdudlaşmır, həm də sosial, ekoloji və institusional müstəvilərdə dərin izlər buraxır. Bu səbəbdən, hər bir ölkənin qarşısında duran əsas vəzifə

uzunmüddətli, kompleks və integrasiya olunmuş inkişaf strategiyalarının hazırlanması və həyata keçirilməsidir.

Açar sözlər: Qlobal iqtisadiyyat, davamlı inkişaf, enerji böhranı, inflyasiya, iqtisadi siyasət, sosial rifah

GİRİŞ

Müasir dövrdə dünya iqtisadiyyatı bir-biri ilə sıx qarşılıqlı əlaqədə olan proseslərdən formalaşır. Qloballaşmanın dərinləşməsi, beynəlxalq ticarətin artması və kapitalın sərbəst hərəkəti ölkələrin iqtisadi inkişaf tempini sürətləndirmiş, lakin eyni zamanda onları daha çox xarici təsirlərə qarşı həssas vəziyyətə gətirmişdir. Bu baxımdan son onillikdə müşahidə olunan qlobal iqtisadi çətinliklər – maliyyə böhranları, pandemiya nəticəsində yaranmış iqtisadi durğunluq, enerji daşıyıcılarının qiymətində kəskin dəyişikliklər, ərzaq təhlükəsizliyi ilə bağlı risklər və geosiyasi münaqişələr – davamlı inkişaf hədəflərinə nail olma prosesini birbaşa təsir altında saxlamışdır.

Davamlı inkişaf yalnız iqtisadi artımı deyil, eyni zamanda sosial rifahın və ekoloji tarazlığın qorunmasını nəzərdə tutur. Lakin iqtisadi çətinliklər bu məqsədlər arasında balansı pozaraq bir çox ölkələrdə sosial bərabərsizliyi dərinləşdirir, yoxsulluğu artırır və ətraf mühitə zərər vurur. Məsələn, enerji böhranı bərpa olunan enerji mənbələrinə keçidi sürətləndirsə də, bir çox ölkələrdə qısa müddətli çıxış yolu kimi ekoloji cəhətdən daha zərərli olan resursların istifadəsini artırmışdır. Bu isə uzunmüddətli davamlı inkişaf siyasətinə zidd nəticələr doğura bilər.

Eyni zamanda, beynəlxalq təşkilatların qəbul etdiyi Davamlı İnkişaf Məqsədləri (SDG-lər) ölkələrin iqtisadi və sosial siyasətlərində prioritet istiqamətlər kimi müəyyənləşdirilsə də, mövcud qlobal iqtisadi çətinliklər həmin məqsədlərə çatma yolunda ciddi əngəllər yaradır. İnflyasiya təzyiqləri, xarici borcun artması, kapital bazarlarında qeyri-sabitlik və işsizliyin yüksəlməsi bir çox inkişaf etməkdə olan ölkələrin sosial proqramlarını məhdudlaşdırır.

Azərbaycan kimi enerji ixrac edən ölkələrdə də bu mövzu xüsusi aktuallıq daşıyır. Neft və qaz qiymətlərindəki dəyişkənliklər milli iqtisadiyyata birbaşa təsir göstərir, dövlət büdcəsinin icrasında və qeyri-neft sektorunun inkişafında əlavə risklər yaradır. Bu isə ölkənin davamlı inkişaf strategiyalarında diversifikasiya və innovasiyalara əsaslanan yeni yanaşmaların zəruriliyini ortaya çıxarır.

Nəticə etibarilə, qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişaf prosesinə təsirinin araşdırılması, həm qlobal səviyyədə, həm də milli kontekstdə, sosial-iqtisadi sabitlik və ekoloji təhlükəsizliyin təmin olunması baxımından mühüm elmi və praktiki əhəmiyyət daşıyır. Bu mövzu yalnız iqtisadçılar üçün deyil, həm də siyasətçilər, strateji planlaşdırma üzrə mütəxəssislər və ictimaiyyət üçün prioritet məsələ kimi aktuallığını qorumaqdadır. Davamlı inkişafın mahiyyəti iqtisadi artımın sosial rifah və ekoloji tarazlıqla uzlaşdırılmasından ibarətdir. Lakin qlobal miqyasda müşahidə olunan iqtisadi çətinliklər bu məqsədlərin həyata keçirilməsinə ciddi maneələr yaradır. Son illərdə iqtisadiyyatda baş verən qeyri-sabitliklər – qlobal maliyyə böhranları, ticarət məhdudiyyətləri, enerji qiymətlərində kəskin dalğalanmalar, ərzaq təhlükəsizliyi ilə bağlı problemlər, həmçinin iqlim dəyişmələrinin təsiri – davamlı inkişaf siyasətlərinin real tətbiqini çətinləşdirir.

Beynəlxalq miqyasda aparılan tədqiqatlar göstərir ki, iqtisadi çətinliklər yalnız inkişaf etməkdə olan ölkələr üçün deyil, həm də inkişaf etmiş dövlətlər üçün yeni çağırışlar doğurur. Məsələn, iqtisadi böhranlar zamanı dövlətlərin sosial proqramlarının maliyyələşdirilməsi zəifləyir, işsizlik artır, əhəlinin rifah səviyyəsi aşağı düşür. Bu isə davamlı inkişaf məqsədlərinin əsas dayaqları olan sosial bərabərlik və inklüziv iqtisadi artıma mənfi təsir göstərir.

Mövcud ədəbiyyatlarda və beynəlxalq təşkilatların (BMT, Dünya Bankı, OECD, IMF və s.) hesabatlarında qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişaf prosesinə təsirləri müxtəlif aspektlərdə öyrənilmişdir. Lakin tədqiqatların əksəriyyəti daha çox qlobal və ya regional səviyyədə ümumi yanaşmaları əhatə edir, milli kontekstdə – xüsusilə də Azərbaycan kimi inkişaf etməkdə olan enerji ixrac edən ölkələr üçün spesifik təsirlərin dərin təhlilinə az yer ayrılır. (Allendorf və Ghimire, 2012)

Bundan əlavə, mövcud elmi işlərdə iqtisadi çətinliklərin yalnız makroiqtisadi göstəricilərə təsiri deyil, həm də sosial və ekoloji nəticələri ilə bağlı geniş və kompleks yanaşmaların hələ kifayət qədər formalaşmadığı müşahidə olunur. Bu isə göstərir ki, problemin öyrənilməsi səviyyəsi tam yetkin deyil və əlavə araşdırmalara ciddi ehtiyac var. Bu tədqiqatın məqsədi qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişaf prosesinə təsirini hərtərəfli şəkildə araşdırmaq, onların mahiyyətini və miqyasını müəyyənləşdirmək, eyni zamanda bu çətinliklərin sosial, iqtisadi və ekoloji nəticələrini dəyərləndirməkdən ibarətdir. Mövcud böhranların davamlı inkişaf hədəflərinə təsirini təhlil etməklə yanaşı, beynəlxalq təcrübədən irəli gələn səmərəli yanaşmalar öyrəniləcək və onların milli iqtisadi şəraitə uyğunlaşdırılması yolları araşdırılacaqdır. Burada əsas diqqət iqtisadi sabitliyin təmin olunmasına, sosial rifahın qorunmasına və resurslardan rəasional istifadənin gücləndirilməsinə yönəldəcəkdir. (Rockström və b., 2009)

Tədqiqat çərçivəsində qlobal böhranların müxtəlif formalarının təsnifatı aparılaraq onların ümumi cəhətləri və fərqləndirici xüsusiyyətləri müəyyən ediləcək, bu çətinliklərin davamlı inkişaf məqsədlərinə təsiri konkret faktlar və göstəricilər əsasında dəyərləndiriləcəkdir. Bununla yanaşı, beynəlxalq miqyasda qəbul olunmuş siyasət və tədbirlərin təhlili aparılaraq onların Azərbaycan realığında tətbiq imkanları öyrəniləcəkdir. Milli iqtisadiyyatın spesifik xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla qlobal təsirlərin yaratdığı risklər qiymətləndiriləcək, sosial-iqtisadi sabitliyin qorunması və davamlı inkişaf prosesinin təmin olunması üçün təkliflər formalaşdırılacaqdır.

Beləliklə, bu tədqiqatın məqsədi yalnız qlobal iqtisadi çətinliklərin mahiyyətini anlamaq deyil, həm də davamlı inkişaf istiqamətində mövcud problemlərin həlli üçün elmi əsaslandırılmış yanaşmalar irəli sürməkdir. Bu yanaşma həm nəzəri, həm də praktiki baxımdan mühüm əhəmiyyət daşıyaraq, qlobal böhranların milli inkişaf strategiyalarına təsirinin daha dərinədən öyrənilməsinə şərait yaradacaqdır.

METODOLOGİYA

Nəzəri-metodoloji yanaşma

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa təsirini öyrənmək üçün ilk növbədə mövzunun nəzəri və metodoloji əsaslarının müəyyənləşdirilməsi vacibdir. İqtisadi ədəbiyyatda qlobal böhranların mahiyyəti, onların yaranma səbəbləri və sosial-iqtisadi təsirləri ilə bağlı müxtəlif nəzəri yanaşmalar mövcuddur. Klassik iqtisadi məktəb bazar mexanizminin öz-özünə tarazlıq yaratdığını müdafiə etsə də, müasir yanaşmalar göstərir ki, qlobal maliyyə böhranları, enerji böhranları və digər iqtisadi çətinliklər bazarın özünü tənzimləmə gücünü zəiflədərkə dövlətin daha aktiv rolunu zəruri edir. Bu baxımdan həm Keynscə, həm də institusional yanaşmalar qlobal problemlərin davamlı inkişaf strategiyaları çərçivəsində izahında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Davamlı inkişaf nəzəriyyəsi isə yalnız iqtisadi artımı deyil, sosial bərabərlik və ekoloji sabitlik prinsiplərini də özündə birləşdirir. BMT tərəfindən qəbul edilən Davamlı İnkişaf Məqsədləri (SDG-lər) müasir dövrdə iqtisadi siyasətlərin əsas metodoloji çərçivəsini təşkil edir. Bu yanaşma iqtisadi böhranların təsirlərini yalnız makroiqtisadi göstəricilər səviyyəsində deyil, həm də sosial rifah və ətraf mühit baxımından qiymətləndirməyi tələb edir. Beləliklə, nəzəri-metodoloji yanaşma iqtisadi çətinliklərin təhlilində çoxölçülü baxış bucağının vacibliyini ortaya qoyur.

Bununla yanaşı, beynəlxalq iqtisadi inteqrasiya nəzəriyyələri də qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa təsirini izah etmək üçün mühüm metodoloji baza rolunu oynayır. Çünki inteqrasiya prosesləri ölkələri həm yeni imkanlarla təmin edir, həm də onları daha həssas və asılı vəziyyətə salır. Belə şəraitdə hər hansı qlobal böhran bir ölkənin hədudlarını aşaraq sürətlə regionlara və dünya iqtisadiyyatına yayılır. Bu isə göstərir ki, davamlı inkişaf siyasətlərinin formalaşdırılmasında qlobal qarşılıqlı asılılıq nəzərə alınmalıdır. (Stern, 2007)

Nəticə etibarilə, nəzəri-metodoloji yanaşma iqtisadi böhranların təhlilində bir tərəfdən klassik və müasir iqtisadi nəzəriyyələrdən, digər tərəfdən isə davamlı inkişaf konsepsiyasının prinsiplərindən çıxış etməyi zəruri edir. Bu yanaşma qlobal iqtisadi çətinliklərin yalnız səbəb və nəticələrini deyil, həm də onların sosial və ekoloji təsirlərini dərinədən öyrənməyə imkan verir.

Müqayisəli təhlil metodu

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa təsirinin dərinləşdirilmiş şəkildə öyrənilməsi üçün müqayisəli təhlil metodu mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu metod müxtəlif ölkələrin və regionların iqtisadi böhranlara qarşı həyata keçirdikləri siyasətlərin və strategiyaların müqayisə olunmasına əsaslanır. Belə yanaşma qlobal problemlərin təsirlərini yalnız ümumi səviyyədə deyil, həm də konkret ölkələrin təcrübəsində müşahidə etməyə, uğurlu və uğursuz nümunələri müəyyənləşdirməyə imkan yaradır.

Müqayisəli təhlilin tətbiqi zamanı inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələrin böhran dövründəki iqtisadi davranış modelləri arasında fərqlər açıq şəkildə ortaya çıxır. İnkişaf etmiş ölkələr adətən maliyyə sabitliyini qorumaq və sosial rifah proqramlarını dəstəkləmək üçün güclü institusional baza və geniş maliyyə resurslarından istifadə edə bilirlər. Digər tərəfdən, inkişaf etməkdə olan ölkələrdə bu imkanlar daha məhduddur və qlobal böhranların təsiri daha kəskin hiss olunur. Bu səbəbdən, onların davamlı inkişaf məqsədlərinə çatmaq üçün qəbul etdikləri tədbirlər daha çox xarici dəstək, beynəlxalq maliyyə institutlarının proqramları və regional əməkdaşlıq mexanizmləri ilə bağlı olur.

Müqayisəli yanaşma həmçinin milli iqtisadiyyatların strukturu baxımından mühüm nəticələr ortaya çıxarır. Məsələn, enerji ixrac edən ölkələrdə dünya bazarlarında qiymətlərin dəyişməsi birbaşa makroiqtisadi sabitliyə təsir göstərir, halbuki diversifikasiya olunmuş iqtisadiyyata malik ölkələrdə bu təsirlər nisbətən zəif olur. Bu fərqlərin öyrənilməsi Azərbaycanın da qlobal iqtisadi çətinliklər fonunda davamlı inkişaf siyasətində hansı sahələrə prioritet verməli olduğunu müəyyənləşdirməyə kömək edir.

Beləliklə, müqayisəli təhlil metodu həm beynəlxalq, həm də milli səviyyədə müxtəlif təcrübələrin müqayisəsini aparmaqla daha optimal həll yollarının seçilməsinə imkan yaradır. Bu yanaşma qlobal iqtisadi çətinliklərə qarşı mübarizədə uğurlu modellərin öyrənilməsini, onların adaptasiyasını və yerli şəraitə uyğunlaşdırılmasını təmin edir. (Meadows, Randers və Meadows, 2004)

Statistik və empirik analiz

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa təsirini dəyərləndirmək üçün statistik və empirik analiz metodunun tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu metod real faktlara, rəsmi göstəricilərə və təcrübəyə əsaslandığı üçün tədqiqatın nəticələrinin obyektivliyini və elmi dəyərini artırır. İqtisadiyyatda baş verən dəyişikliklərin yalnız nəzəri çərçivədə deyil, həm də faktiki məlumatlar əsasında araşdırılması, həm qlobal, həm də milli səviyyədə baş verən tendensiyaları daha dəqiq müəyyənləşdirməyə imkan verir.

Statistik yanaşma çərçivəsində qlobal və regional təşkilatların – BMT, Dünya Bankı, Beynəlxalq Valyuta Fondu (IMF), İqtisadi Əməkdaşlıq və İnkişaf Təşkilatı (OECD) və digər qurumların dərc etdiyi hesabatlar, indekslər və rəsmi göstəricilər əsas məlumat mənbəyi kimi götürülür. Bu göstəricilər əsasında qlobal iqtisadi böhranların ümumi dinamikası, makroiqtisadi sabitlik göstəricilərinə – ÜDM-in artım tempi, inflyasiya səviyyəsi, işsizlik faizi, xarici borc yükü, investisiya axınları – təsiri qiymətləndirilir.

Empirik təhlil isə yalnız qlobal səviyyədə deyil, konkret ölkələrin təcrübəsi əsasında aparılır. Bu baxımdan Azərbaycan iqtisadiyyatına dair Dövlət Statistika Komitəsinin məlumatları, Mərkəzi Bankın hesabatları və digər rəsmi mənbələr xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə məlumatların təhlili milli iqtisadiyyatın qlobal çətinliklər qarşısında dayanıqlığını, davamlı inkişaf hədəflərinə doğru irəliləyişini və risklərin miqyasını müəyyən etməyə kömək edir.

Statistik və empirik analiz eyni zamanda sosial və ekoloji göstəricilərin qiymətləndirilməsini də əhatə edir. Davamlı inkişafın əsas elementləri yalnız iqtisadi göstəricilər deyil, həm də əhəlinin həyat səviyyəsi, yoxsulluğun azaldılması, təhsil və səhiyyə imkanlarının genişlənməsi, ətraf mühitin qorunması kimi meyarlarla ölçülür. Bu baxımdan əldə olunan məlumatlar əsasında qlobal iqtisadi çətinliklərin yalnız makroiqtisadi deyil, həm də sosial-iqtisadi nəticələri dərinləşdirilmiş şəkildə araşdırılır.

Beləliklə, statistik və empirik analiz metodu tədqiqatın möhkəm faktiki baza üzərində qurulmasına, nəzəri nəticələrin real göstəricilər əsasında təsdiqlənməsinə və davamlı inkişaf prosesinə təsirlərin daha obyektiv qiymətləndirilməsinə şərait yaradır.

Statistik və empirik analiz

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa təsirinin dərin şəkildə öyrənilməsi yalnız nəzəri yanaşmalarla məhdudlaşa bilməz. Bu məqsədlə real faktlara əsaslanan statistik və empirik təhlil xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Dünyada baş verən iqtisadi proseslərə nəzər salsaq, Beynəlxalq Valyuta Fondunun 2025-ci il üçün proqnozlarına görə dünya iqtisadiyyatının artım tempi təxminən 2,8 faiz səviyyəsində gözlənilir. Halbuki 2022-ci ildə bu göstərici 3,2 faiz, 2023-cü ildə isə 2,8 faiz olmuşdur. Bu faktlar qlobal iqtisadi artımın son illərdə zəiflədiyini və davamlı inkişaf hədəflərinə çatmaq üçün yeni çağırışların meydana çıxdığını göstərir. BMT və Dünya Bankının hesabatlarında da qeyd olunur ki, iqtisadi sabitliyi təmin etmək üçün yalnız makroiqtisadi sabitlik deyil, sosial rifah və ekoloji təhlükəsizlik də diqqət mərkəzində saxlanılmalıdır. (Baldwin, 2016)

Azərbaycan kontekstində statistik göstəricilər də mühüm nəticələr ortaya qoyur. Dünya Bankının məlumatına görə, ölkənin 2024-cü ildə ÜDM artımı 4,1 faiz təşkil etmişdir ki, bu da qlobal ortalamaya göstəricidən yüksəkdir. Bununla belə, iqtisadi artımın dayanıqlığı müxtəlif xarici amillərin – enerji qiymətlərində dalğalanmaların, beynəlxalq ticarət məhdudiyyətlərinin və qlobal böhranların təsirindən asılıdır. Azərbaycanın ÜDM-i, həm nominal, həm də satınalma gücü pariteti (PPP) baxımından son illərdə artım göstərsə də, qeyri-neft sektorunun gücləndirilməsi və iqtisadi diversifikasiyanın sürətləndirilməsi davamlı inkişaf üçün həlledici əhəmiyyət kəsb edir.

Empirik göstəricilər həmçinin sosial və ekoloji ölçülərin də qiymətləndirilməsini zəruri edir. İqtisadi artımın əhalinin rifahına təsiri, yoxsulluq səviyyəsinin azaldılması, təhsil və səhiyyə xidmətlərinə çıxış imkanları və ətraf mühitin mühafizəsi kimi parametrlər davamlı inkişafın əsas göstəricilərindəndir. Məsələn, Azərbaycanda son illərdə sosial rifahı gücləndirmək üçün dövlət proqramlarının həyata keçirilməsi əhəmiyyətli nəticələr vermişdir, lakin qlobal iqtisadi qeyri-sabitlik bu proseslərin dayanıqlığına risklər də yaradır.

Beləliklə, statistik və empirik analiz metodu göstərir ki, qlobal və milli səviyyədə iqtisadi artım sabit görünərsə də, davamlı inkişaf hədəflərinə çatmaq üçün sosial, iqtisadi və ekoloji ölçülərin hamısının kompleks şəkildə nəzərə alınması vacibdir. Bu metod həm beynəlxalq, həm də Azərbaycan reallığı əsasında mövcud vəziyyəti obyektiv qiymətləndirməyə, gələcəkdə risklərin miqyasını müəyyənləşdirməyə və siyasətlərin səmərəliliyini artırmağa imkan verir.

Analitik–proqnostik yanaşma

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa təsirini araşdırarkən yalnız mövcud vəziyyətin təsviri ilə kifayətlənmək mümkün deyil. Problemin gələcəkdə hansı istiqamətdə inkişaf edə biləcəyini müəyyənləşdirmək üçün analitik–proqnostik yanaşma mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu metod həm mövcud məlumatların dərin təhlilini, həm də onların əsasında gələcək ssenarilərin qurulmasını əhatə edir. Əsas məqsəd iqtisadi çətinliklərin uzunmüddətli perspektivdə sosial rifah, ekoloji tarazlıq və iqtisadi dayanıqlıq üzərində necə təsir göstərə biləcəyini proqnozlaşdırmaqdır.

Dünya təcrübəsi göstərir ki, qlobal böhranlar dövrü xarakter daşıyır və iqtisadi sistemin zəif nöqtələrini üzə çıxarır. Beynəlxalq Valyuta Fondu və Dünya Bankının hesabatlarında 2025-ci ildən sonrakı dövrdə dünya iqtisadi artımının 2,8 faiz səviyyəsində qalacağı proqnozlaşdırılır. Bu isə o deməkdir ki, yaxın illərdə sürətli bərpa gözlənilmir və davamlı inkişaf məqsədlərinə nail olmaq üçün daha sistemli tədbirlər tələb olunur. Analitik yanaşma çərçivəsində bu proqnozlar iqtisadi artımın zəifləməsinin yoxsulluqla mübarizə, enerji təhlükəsizliyi, bərpa olunan resurslara keçid və sosial bərabərliyin təmin edilməsi istiqamətlərində yeni çağırışlar yaradacağı qənaətinə gəlməyə imkan verir.

Azərbaycan kontekstində də proqnostik yanaşma vacibdir. 2024-cü ildə ÜDM artımı 4,1 faiz olsa da, enerji bazarındakı dalğalanmalar və qlobal geosiyasi risklər bu göstəricinin davamlılığını sual altına alır. Analitik təhlil göstərir ki, neft və qaz qiymətlərində uzunmüddətli eniş olacağı təqdirdə milli iqtisadiyyatın dayanıqlılığı zəifləyər, dövlət büdcəsinin gəlirləri azalır və sosial proqramların maliyyələşdirilməsi çətinləşə bilər. Digər tərəfdən, iqtisadiyyatın diversifikasiyası, qeyri-neft sektoruna yatırımların artırılması və rəqəmsal transformasiya proseslərinin sürətləndirilməsi gələcəkdə risklərin azaldılmasına və davamlı inkişaf hədəflərinə daha yaxınlaşmağa şərait yarada bilər.

Proqnostik yanaşma yalnız makroiqtisadi parametrlərlə məhdudlaşmır, həm də sosial və ekoloji perspektivləri nəzərə alır. İqlim dəyişmələri fonunda resurs çatışmazlığının artacağı, ətraf mühitə mənfi təsirlərin güclənəcəyi proqnozlaşdırılır ki, bu da davamlı inkişaf üçün yeni risklər formalaşdırır. Analitik ssenarilər göstərir ki, əgər bərpa olunan enerji mənbələrinə keçid sürətləndirilməzsə, yaxın 10–15 ildə enerji təhlükəsizliyi məsələsi Azərbaycanda və digər enerji ixrac edən ölkələrdə əsas çağırışlardan biri olacaqdır. (Piketty, 2014)

Beləliklə, analitik–proqnostik yanaşma mövcud vəziyyəti faktlarla qiymətləndirməklə yanaşı, gələcəkdə baş verə biləcək dəyişikliklərin müxtəlif ssenarilərini də nəzərə alır. Bu metodun tətbiqi nəticəsində tədqiqat yalnız hazırkı vəziyyəti təsvir etməklə kifayətlənmir, həm də iqtisadi çətinliklərin gələcəkdə davamlı inkişafa necə təsir edə biləcəyini göstərir. Bu yanaşma qərarvericilərə riskləri qabaqcadan görməyə, preventiv siyasətlər formalaşdırmağa və uzunmüddətli inkişaf strategiyalarını daha səmərəli şəkildə qurmağa imkan verir.

NƏTİCƏLƏR

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa ən birbaşa və güclü təsiri iqtisadi sferada özünü göstərir. Son illərdə dünya iqtisadiyyatında müşahidə olunan zəifləmə tendensiyası davamlı inkişaf məqsədlərinə çatma imkanlarını məhdudlaşdırır. Beynəlxalq Valyuta Fondu və BMT-nin proqnozlarına əsasən, 2025-ci ildə dünya üzrə ÜDM artım tempi 2,8 faiz civarında qalacaqdır. Halbuki 2022-ci ildə bu göstərici 3,2 faizə yaxın idi. Bu dinamika sübut edir ki, iqtisadi artım tempinin zəifləməsi artıq qlobal miqyasda davamlı inkişaf üçün ciddi çağırışa çevrilmişdir.

İqtisadi çətinliklər ilk növbədə makroiqtisadi göstəricilərdə özünü büruzə verir. İnflyasiyanın artması əhalinin alıcılıq qabiliyyətini azaldır, istehsal və xidmət sektorunda qeyri-sabitlik yaradır. Xarici borcun sürətlə böyüməsi, kapital axınlarının zəifləməsi və beynəlxalq ticarət əlaqələrinin məhdudlaşması ölkələrin iqtisadi dayanıqlığını zəiflədir. İnkişaf etməkdə olan ölkələrdə isə bu təsirlər daha kəskin hiss olunur, çünki onların iqtisadi strukturu diversifikasiya baxımından məhduddur və qlobal bazarlardan yüksək asılılıq mövcuddur.

Azərbaycan kontekstində də iqtisadi təsirlər aydın görünür. 2024-cü ildə qeydə alınmış 4,1 faizlik ÜDM artımı müsbət nəticə olsa da, bu artım əsasən enerji ixracından asılıdır. Dünya bazarında enerji qiymətlərində baş verən dalğalanmalar dövlət büdcəsinə, valyuta gəlirlərinə və sosial proqramların maliyyələşməsinə birbaşa təsir göstərir. Bu isə davamlı inkişafın təmin olunmasında struktur islahatların, qeyri-neft sektorunun inkişafının və innovativ iqtisadi modelə keçidin vacibliyini ön plana çıxarır.

Ümumiyyətlə, iqtisadi təsirlər göstərir ki, qlobal böhranlar yalnız qısamüddətli dalğalanmalara səbəb olmur, həm də uzunmüddətli inkişaf perspektivlərini risk altına alır. Buna görə də davamlı iqtisadi inkişafın təmin olunması üçün dövlətlər həm qlobal iqtisadi proseslərə çevik reaksiya verməli, həm də daxili iqtisadiyyatın dayanıqlığını gücləndirməlidirlər.

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa ən həssas təsirlərindən biri sosial sferada özünü göstərir. İqtisadi böhranların nəticəsi olaraq ilk növbədə əhalinin rifah səviyyəsi aşağı düşür, sosial təminat imkanları zəifləyir və gəlir bərabərsizliyi dərinləşir. Beynəlxalq hesabatlarla görə, son illərdə dünya üzrə inflyasiya təzyiqlərinin artması milyonlarla insanı yoxsulluq həddinə yaxınlaşdırmış, xüsusilə də inkişaf etməkdə olan ölkələrdə sosial müdafiə sistemlərinə əlavə yük yaratmışdır. Qlobal böhranlar həm də məşğulluq bazarına mənfi təsir göstərərək işsizlik səviyyəsinin artmasına və qeyri-formal məşğulluğun genişlənməsinə səbəb olur.

Sosial təsirlərin digər mühüm tərəfi insanların həyat keyfiyyətindəki dəyişikliklərlə bağlıdır. İqtisadi qeyri-sabitlik dövrlərində dövlətlərin sosial proqramlara ayırdığı vəsait azalır, nəticədə səhiyyə, təhsil və sosial müdafiə sahələrinin maliyyələşməsi zəifləyir. Bu isə əhəlinin əsas xidmətlərə çıxış imkanlarını məhdudlaşdırır. Sosial rifahın zəifləməsi davamlı inkişaf məqsədlərinin mərkəzində duran “inklüzivaya əsaslanan inkişaf” prinsipinə ziddir və uzunmüddətli perspektivdə sosial qeyri-bərabərliyi daha da artırır.

Azərbaycan nümunəsinə nəzər saldıqda isə görülən tədbirlərə baxmayaraq sosial təsirlər qlobal trendlərlə bağlı olaraq hiss olunur. Ölkədə son illərdə yoxsulluq səviyyəsinin azaldılması və əhəlinin sosial təminat imkanlarının genişləndirilməsi istiqamətində mühüm addımlar atılmışdır. Lakin qlobal iqtisadi qeyri-sabitlik fonunda sosial proqramların davamlı maliyyələşdirilməsi çətinləşir və bu, əldə olunan nəticələrin davamlılığını risk altına sala bilər. İnflyasiya təzyiqləri, xüsusilə ərzaq qiymətlərindəki dalğalanmalar, əhəlinin alıcılıq qabiliyyətinə təsir edir, orta və aşağı gəlirli təbəqələrin həyat səviyyəsini aşağı salır.

Nəticə etibarilə, sosial təsirlər göstərir ki, qlobal iqtisadi çətinliklər yalnız iqtisadi artımı zəiflətmir, həm də insanların gündəlik həyatına birbaşa təsir göstərərək davamlı inkişafın sosial sütununu zəiflədir. Bu səbəbdən davamlı inkişafın təmin olunması üçün iqtisadi böhranların sosial nəticələrinin qabaqlayıcı siyasətlərlə aradan qaldırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişaf prosesinə təsiri yalnız iqtisadi və sosial sferalarla məhdudlaşmır, eyni zamanda ekoloji istiqamətdə də özünü göstərir. İqtisadi böhranlar zamanı ölkələrin maliyyə resursları məhdudlaşdığından, ətraf mühitin qorunması, bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişafı və “yaşıl iqtisadiyyat” layihələrinin maliyyələşdirilməsi ikinci plana keçə bilər. Bu isə uzunmüddətli ekoloji sabitliyə və davamlı inkişafın əsas prinsiplərinə zidd nəticələr doğurur.

Məsələn, enerji qiymətlərində dalğalanmalar fonunda bir çox ölkələr qısamüddətli xərclərə qənaət naminə köhnə və ekoloji cəhətdən zərərli enerji mənbələrinə – kömür və ağır mazut kimi resurslara geri dönlər. Bu tendensiya iqlim dəyişikliyi ilə mübarizəni ləngidir və karbon emissiyalarının azaldılması üzrə beynəlxalq öhdəliklərin yerinə yetirilməsini çətinləşdirir. Digər tərəfdən, böhranlar bəzən alternativ enerji mənbələrinə keçidi stimullaşdırır, çünki enerji təhlükəsizliyi məsələsi hökumətlərin prioritetinə çevrilir. Lakin ümumi mənzərə göstərir ki, qlobal iqtisadi qeyri-sabitlik ekoloji siyasətlərin həyata keçirilməsini gecikdirə bilər.

Azərbaycan nümunəsində də ekoloji təsirlər diqqətəlayiqdir. Enerji ixracına yüksək asılılıq ölkənin iqtisadi sabitliyi ilə yanaşı ekoloji siyasətlərini də təsirləndirir. Son illərdə bərpa olunan enerji layihələrinin – xüsusilə günəş və külək enerjisi stansiyalarının – inkişaf etdirilməsi istiqamətində addımlar atılsa da, bu sahədə sürətli irəliləyiş üçün böyük maliyyə resurslarına ehtiyac var. Qlobal böhranlar zamanı maliyyə məhdudiyyətləri belə layihələrin həyata keçirilməsini ləngidə bilər. Eyni zamanda, ekoloji problemlərin həlli üçün ayrılan vəsaitlərin azalması su ehtiyatlarının idarə olunması, torpaq degradasiyasının qarşısının alınması və tullantıların idarə olunması sahəsindəki proqramların da effektivliyini zəiflədə bilər.

Nəticə etibarilə, ekoloji təsirlər göstərir ki, qlobal iqtisadi çətinliklər davamlı inkişafın ən həssas sütunlarından biri olan ekoloji sabitliyi risk altına salır. Ətraf mühitin qorunması sahəsində görülən işlərin davamlılığı üçün uzunmüddətli strateji yanaşmaya və ekoloji siyasətlərin iqtisadi prioritetlərlə inteqrasiyasına ehtiyac vardır. Yalnız bu halda iqtisadi çətinliklərin yaratdığı mənfi ekoloji təsirlərin minimuma endirilməsi mümkündür.

TƏKLİFLƏR

Araşdırma nəticələri göstərir ki, qlobal iqtisadi çətinliklər davamlı inkişafın üç əsas sütununa – iqtisadi artım, sosial rifah və ekoloji sabitliyə – birbaşa təsir göstərir. Qlobal miqyasda müşahidə olunan zəif iqtisadi artım tempi davamlı inkişaf məqsədlərinə çatma prosesini ləngidir. Sosial baxımdan, inflyasiya və işsizlik kimi amillər bərabərsizliyi artırır, yoxsulluğun azaldılması istiqamətində əldə olunmuş nailiyyətləri zəiflədir. Ekoloji baxımdan isə böhranlar bəzən “yaşıl transformasiya”ya təkan versə də, çox vaxt ekoloji siyasətlərin maliyyələşməsini zəiflədir.

Azərbaycan kontekstində aparılan təhlillər göstərir ki, ölkənin iqtisadiyyatı əsasən enerji ixracından asılıdır və bu, qlobal bazarlarda dalğalanmalara həssaslığı artırır. Lakin eyni zamanda, iqtisadi diversifikasiya və rəqəmsal transformasiya istiqamətində atılan addımlar gələcəkdə risklərin azaldılmasına şərait yarada bilər. Qlobal iqtisadi çətinliklərin davamlı inkişafa təsirini minimuma endirmək üçün ilk növbədə iqtisadi sabitliyin gücləndirilməsi vacibdir. Bunun üçün iqtisadiyyatın yalnız enerji ixracına əsaslanması kifayət etmir, əksinə, diversifikasiya sürətləndirilməli, qeyri-neft sektorunun inkişafı əsas prioritetlərdən birinə çevrilməlidir. Bu istiqamətdə kənd təsərrüfatının, turizmin, rəqəmsal iqtisadiyyatın və innovativ texnologiyaların inkişafına daha geniş dəstək verilməsi ölkənin həm daxili, həm də xarici təsirlərə qarşı dayanıqlığını artıracaqdır.

Sosial rifahın qorunması davamlı inkişafın ən mühüm tərkib hissəsidir. İqtisadi qeyri-sabitlik fonunda əhalinin alıcılıq qabiliyyətinin azalması və gəlir bərabərsizliyinin artması sosial proqramların əhəmiyyətini daha da artırır. Buna görə də dövlət sosial müdafiə mexanizmlərinin davamlı maliyyələşdirilməsini təmin etməli, yoxsulluğun azaldılması və məşğulluğun artırılması üçün əlavə addımlar atmalıdır. Sosial təminat sisteminin gücləndirilməsi həm əhalinin rifahını qoruyacaq, həm də davamlı inkişafın sosial sütununu möhkəmləndirəcəkdir.

Ekoloji siyasətlərin gücləndirilməsi də gələcəkdə dayanıqlığın əsas şərtlərindən biridir. Qlobal böhranlar zamanı çox vaxt ekoloji layihələrin maliyyələşməsi zəifləyir, lakin ətraf mühitin qorunması uzunmüddətli perspektivdə davamlı inkişafın vacib təminatıdır. Buna görə də bərpa olunan enerji layihələrinin dəstəklənməsi, yaşıl iqtisadiyyata keçidin sürətləndirilməsi və ətraf mühitə dair proqramların davamlı icrası prioritet kimi saxlanılmalıdır. Bu yanaşma həm enerji təhlükəsizliyini möhkəmləndirəcək, həm də ekoloji sabitliyi qoruyacaqdır.

Nəhayət, beynəlxalq əməkdaşlıq qlobal iqtisadi çətinliklərin təsirlərini yumşaltmaq üçün həlledici rol oynayır. Azərbaycan kimi ölkələr beynəlxalq maliyyə institutları, regional əməkdaşlıq platformaları və ikitərəfli tərəfdaşlıqlar vasitəsilə təcrübə mübadiləsini gücləndirməli, xarici sərmayələrin cəlb olunmasına və qlobal innovativ təcrübələrin tətbiqinə açıq olmalıdır. Bu yanaşma qlobal böhranların yaratdığı mənfi təsirlərin azaldılmasına və davamlı inkişaf məqsədlərinə daha yaxınlaşmağa imkan verəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

- Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty*. Crown, New York, USA.
- Allendorf, K., & Ghimire, D. (2012). Determinants of marital quality in an arranged marriage society. *Population Studies Center Research Reports*, 12-758, USA.
- Baldwin, R. (2016). *The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Central Bank of the Republic of Azerbaijan (2024). *Annual Report 2024*. CBA, Baku, Azerbaijan.
- Dollar, D., & Kraay, A. (2002). Growth is Good for the Poor. *Journal of Economic Growth*, USA.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO (2024). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024*. FAO, Rome, Italy.
- IEA (2024). *World Energy Outlook 2024*. International Energy Agency, Paris, France.
- ILO (2024). *World Employment and Social Outlook 2024*. International Labour Organization, Geneva, Switzerland.
- IMF (2024). *Fiscal Monitor: Public Investment for the Recovery*. International Monetary Fund, Washington, DC, USA.
- IMF (2025). *World Economic Outlook: Managing Divergent Recoveries*. International Monetary Fund, Washington, DC, USA.
- IPCC (2023). *AR6 Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland.
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2004). *Limits to Growth: The 30-Year Update*. Chelsea Green, White River Junction, VT, USA.
- Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan (2021). *Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-Economic Development*. Government of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan.
- OECD (2020). *How's Life? 2020: Measuring Well-Being*. OECD Publishing, Paris, France.
- OECD (2017). *Green Growth Indicators 2017*. OECD Publishing, Paris, France.
- OECD (2024). *OECD Economic Outlook 2024*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Piketty, T. (2014). *Capital in the Twenty-First Century*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, USA.
- President of the Republic of Azerbaijan (2016). *Strategic Road Maps on the National Economy and Key Sectors*. Presidential Decree Collection, Baku, Azerbaijan.
- Rockström, J., et al. (2009). *A Safe Operating Space for Humanity*. Nature, London, UK.
- Rodrik, D. (2011). *The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy*. W. W. Norton, New York, USA.
- Sachs, J. D. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press, New York, USA.
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Stiglitz, J. E. (2018). *Globalization and Its Discontents Revisited*. W. W. Norton, New York, USA.

Stiglitz, J. E., Sen, A., & Fitoussi, J.-P. (2010). *Mismeasuring Our Lives: Why GDP Doesn't Add Up*. The New Press, New York, USA.

Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

The State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan (2024). *Azerbaijan Statistical Yearbook 2024*. SSCAR, Baku, Azerbaijan.

UNCTAD (2024). *Trade and Development Report 2024*. United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, Switzerland.

UNDP (2024). *Human Development Report 2024*. United Nations Development Programme, New York, USA.

UNDP Azerbaijan (2023). *Human Development Report: Azerbaijan Country Brief*. UNDP, Baku, Azerbaijan.

UNECE (2022). *Innovation for Sustainable Development Review of Azerbaijan*. United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, Switzerland.

UNEP (2024). *Emissions Gap Report 2024*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

UN DESA (2025). *World Economic Situation and Prospects 2025*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York, USA.

United Nations (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. UN, New York, USA.

United Nations (2024). *The Sustainable Development Goals Report 2024*. UN, New York, USA.

WHO (2023). *World Health Statistics 2023*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

World Bank (2010). *World Development Report 2010: Development and Climate Change*. World Bank, Washington, DC, USA.

World Bank (2020). *Poverty and Shared Prosperity 2020: Reversals of Fortune*. World Bank, Washington, DC, USA.

World Bank (2021). *World Development Report 2021: Data for Better Lives*. World Bank, Washington, DC, USA.

World Bank (2022). *Azerbaijan Economic Update*. World Bank, Washington, DC, USA.

World Bank (2023). *World Development Report 2023: Migrants, Refugees, and Societies*. World Bank, Washington, DC, USA.

World Bank (2025). *Global Economic Prospects*. World Bank, Washington, DC, USA.

TƏBİİ DİLİN EMALINDA İSTİFADƏ OLUNAN ALQORİTMLƏR VƏ ONLARIN TƏTBİQİ METODLARI

Əliyeva Fatimə Mürşüd qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan, İnformasiya texnologiyaları kafedrasının müəllimi

Əliyeva Məhsəti qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan, İnformasiya texnologiyaları kafedrasının müəllimi

Xülasə

Müasir informasiya cəmiyyətində daim yüksələn templərlə baş verən texnoloji tərəqqi elm və texnika sahəsində çalışan mütəxəssislərdən sözügedən sahənin daim təkmilləşdirilməsini və onun ən qabaqcıl innovasiyalarla təchiz olunmasını tələb edir. Belə mühüm texniki tədbirlərdən biri də təbii dilin emalı üzrə keyfiyyət meyarlarını tələb olunan müasir standartlar səviyyəsinə çatdırmaqdır. Bu vəzifənin uğurlu icrası isə sözügedən texniki prosesə daha effektiv mexanizmlərin tətbiq edilməsidir. Hazırda təbii dilin emalı texnologiyası bir çox vacib prosedurları icra edərək informatika sahəsində yüksək nailiyyətlərə imza atır. Sözügedən bu prosedurlar sırasına mətnlərin avtomatik annotasiyası və referasiyası, onların sinifləşdirilməsi, mətnlərin məzmunundan məlumatların çıxarılması, məşin tərcüməsi, sintaktik və morfoloji təhlil, həmçinin tonallığın təhlili daxildir. Bütün bunlar təbii dilin alqoritmlərinin əsaslarını təşkil edir. Onların hər biri texniki innovasiyaların dayanıqlı inkişafında mühüm rol oynayır və informasiya texnologiyaları landşaftının təkmilləşməsinə öz töhfəsini verir. Təqdim olunan məqalədə də təbii dilin emalı alqoritmlərinin müxtəlif tiplərinə baxılır, onların tətbiq edilməsi qaydalarını və iş rejimini əks etdirən məqamlar təhlil edilir və müvafiq nəticələr çıxarılır. Sözügedən alqoritmlərin məzmununun, strukturunun və iş prinsipinin öyrənilməsi, onların ayrı-ayrı xassələrinin generativ komponentlərinin mənimsənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edən məqam kimi ön plana çəkilir. Təbii dilin emalı (NLP) prosesində alqoritmlərin həyata keçirilməsinə dair bir sıra elmi müddəalar, verilənlərin idarə edilməsi işinin rəqabət qabiliyyətini artıran və təbii dilin emalının bütün potensialından istifadə etmək üçün əlverişli şərait yaradan mühüm məqamlar məqalənin əsas motivlərini təşkil edir.

Açar sözlər: təbii dil, alqoritm, metod, emal, süni intellekt.

АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ОБРАБОТКЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

Резюме

Технологический процесс, непрерывно происходящий с возвышающимися темпами в современном информационном обществе, требует от специалистов, занимающихся в области научных и технических инноваций постоянного совершенствования и обеспечения новыми образцами передовых технологий. Одним из таких важнейших технических мероприятий по повышению качественного критерия обработки естественного языка, есть его достижение на новый уровень современных технологических стандартов. Успешная реализация этой задачи зависит от внедрения в этот процесс наиболее эффективных механизмов. В настоящее время технология обработки естественного языка, исполняя некоторые важные процедуры, четко и последовательно завоевывает довольно высокие достижения. В число таких процедур входят автоматическая аннотация и реферирование различных текстов, а также их классификация, извлечение из текстов соответствующей информации, машинный перевод, морфологический и синтаксический анализ, а также анализ тональности. Все это является основой алгоритмов обработки естественного языка. Каждый из них играет важную роль в устойчивом развитии технических инноваций, и делают свой важный вклад в дело совершенствования ландшафта

информационных технологий. В представленной статье рассматриваются различные типы алгоритмов обработки естественного языка, анализируется целый ряд важнейших моментов, отражающие рабочий режим алгоритмов и правил их внедрения, а также делаются итоговые заключения. Изучение структуры, содержания и рабочих принципов данных алгоритмов, и присвоение генеративных компонентов их различных характеристик выводится на передний план как основной момент, имеющий особое значение. Важнейшие научные предпосылки, о внедрении алгоритмов в процесс обработки естественного языка (NLP), которые повышают конкурентоспособность работы по управлению данными и создают благоприятные условия для использования всем потенциалом обработки естественного языка (NLP) выступают как основные мотивы статьи.

Ключевые слова: естественный язык, алгоритм, метод, обработка, искусственный интеллект.

ALGORITHMS AND METHODS OF THEIR USE IN NATURAL LANGUAGE PROCESSING

Abstract

The technological process, which is continuously taking place at an increasing pace in the modern information society, requires specialists involved in scientific and technical innovations to constantly improve and provide new examples of advanced technologies. One of the most important technical measures to improve the quality criterion of natural language processing is its achievement to a new level of modern technological standards. Successful implementation of this task depends on the introduction of the most effective mechanisms into this process. At present, natural language processing technology, performing some important procedures, clearly and consistently achieves quite high achievements. Such procedures include automatic annotation and abstracting of various texts, as well as their classification, extraction of relevant information from texts, machine translation, morphological and syntactic analysis, and sentiment analysis. All of these form the basis of natural language processing algorithms. Each of them plays an important role in the sustainable development of technical innovation, and makes its own important contribution to the improvement of the information technology landscape. The presented article examines various types of natural language processing algorithms, analyzes a number of key points reflecting the operating mode of algorithms and the rules for their implementation, and draws final conclusions. The study of the structure, content and working principles of these algorithms, and the assignment of generative components to their various characteristics is brought to the forefront as a key point of particular importance. The most important scientific premises on the implementation of algorithms in the process of natural language processing (NLP), which increase the competitiveness of data management work and create favorable conditions for using the full potential of natural language processing are the main motives of the article.

Keywords: natural language, algorithm, method, processing, artificial intelligence.

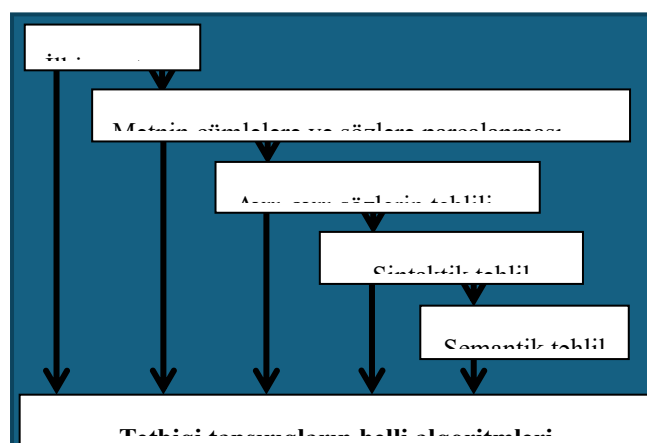
Giriş

Müasir informasiya cəmiyyətində elmi-texniki baxımdan dayanıqlı inkişafı təmin edən bir sıra vacib istiqamətlər içərisində süni intellektin və riyazi linqvistikanın (təbii və bəzi süni dillərin quruluşunu təsvir etmək üçün nəzərdə tutulan formal aparatın hazırlanması üzrə riyazi təlim, riyazi linqvistikada, adətən cəbr elminin əsas ideyalarından və metodlarından istifadə olunur) xüsusi rolu və əhəmiyyəti vardır. Sözügedən sahələrin effektiv işləməsi və gözlənilən nəticələr verməsi üçün isə onlarda istifadə olunan təbii dilin və bu dildən təşkil olunan mətnlərin emalı tələb olunur. Təbii dilin emalı (ing. *Natural Language Processing, NLP*) dedikdə, kompüter təhlilində yaranan problemlərin həlli üzrə çalışmalar və təbii dildə mətnlərin sintezi üzrə müvafiq spesifik proses başa düşülür. Bu prosesdə süni intellektlə bağlı aparılan prosedurlar zamanı icra olunan təhlillər dilin başa düşülməsi aktının gerçəkləşməsi, yerinə yetirilən sintez isə səriştəli nitqin daha da gücləndirilməsi deməkdir. Sözügedən prosedurların icrası zamanı adekvat nəticələrin əldə edilməsi üçün çeşidli alqoritmlərdən və metodlardan istifadə olunur. İnformasiya texnologiyaları sahəsində çalışan hər kəsə məlumdur ki, kompüter interfeysi üçün təbii dilin

qurulması işi həmişə fəvqəladə aktuallıq kəsb edən məsələ olmuşdur. Buna görə də informasiya texnologiyalarının cəmiyyət həyatına nüfuz etməsinin templəri artıqca, texniki innovasiyalar sürətlə bir-birini əvəz etdikcə bu sahədə istifadə olunan məhdud lüğət ehtiyatının artırılması və davamlı olaraq təkmilləşdirilməsi məsələsi daha kəskin şəkildə dövrün və günün tələbinə çevrildi. Təbii dilin emalı və onun yaxşı başa düşülməsi məsələsi o qədər önəmlidir ki, adətən bu prosesi mürəkkəblik nəzəriyyəsində (informatikada və alqoritmlər nəzəriyyəsində özəl anlayışdır, giriş verilənlərinin ölçülərinə uyğun bəzi alqoritmlərin icra etdiyi işin həcmnin asılılıq funksiyasını ifadə edir) qeyri-deterministik polinom NP-tam (ing. NP, *non-deterministic polynomial* - qeyri-deterministik polinom) sinif tapşırığına analoji olan AI-tam (ing. AI, *artificial intelligence*) tipli tapşırıqlar hesab edirlər [Murray, 2015, s. 152]. Təbii dilin emalı, bir qayda olaraq, kompüterlə insan dili arasında qarşılıqlı əlaqəyə köklənir. O, maşına (kompüterə, robota, elektron qurğuya və digər avadanlıqlara) imkan verir ki, o, insan dilini həm faydalı, həm də dərk olunmuş şəkildə başa düşsün, təfsir etsin və gücləndirsin. Lakin dilin emalı prosesi bununla bitmir və o, dilin quruluşunun daha dərin qatlarına nüfuz edərək onun analitik imkanlarını təminatına etibarlı zəmanət verir. Əldə edilən nəticələr isə daha yaxşı və optimal qərar qəbul etməyə xidmət edir. Sözügedən üstünlüklər, əsas etibarilə ayrı-ayrı mürəkkəb NLP alqoritmlərin və onların tətbiqi zamanı istifadə olunan yeni üsul və vasitələrin sayəsində mümkün olur. Qeyd edək ki, təbii dilin emalı alqoritmlərinin qabaqcıl informasiya texnologiyalarına və süni intellektə əsaslanan müasir informasiya cəmiyyətinə tətbiqi insanların professional fəaliyyətinə yüksək səviyyədə pozitiv təsir göstərir. Hazırda “süni intellekt” ideyasının insan həyatının bütün sahələrinə israrla nüfuz etməsi gündəmi zəbt edən və fəvqəladə populyarlığı ilə seçilən məsələlərdəndir. Lakin daha aktual olan məsələ süni intellektin praktikada geniş tətbiqi və nəzəriyyədən praktikaya keçidin effektiv şəkildə təmin edilməsi ilə bağlıdır.

Təbii dilin emalında istifadə olunan alqoritmlərin strukturu, fəaliyyət mexanizmləri və tətbiqi metodları

Girişdə irəli sürülən müddəalardan belə bir nəticə hasil olur ki, təbii dilin emalı informasiya cəmiyyətində çox mühüm vəzifələri icra edir: nitqin müəyyən olunması, mətnin təhlili, məlumatın çıxarılması, sual-cavab sistemi, mətnin generasiyası, nitqin sintezi, ifadələrin təhlili və informasiya axtarışı. Bunlardan başqa təbii dilin emalı digər vacib prosedurları da yerinə yetirir: tanınmış nitqin əsasında mətnin generasiyası, sözlərin nitq hissələrinə aidiyyətinin müəyyən edilməsi, simvolların ardıcılığının təsnifatı, mətnin kateqoriyalar üzrə təyin edilməsi və ümumiləşdirilməsi, sözlərin nitq hissələrinə aidiyyətinin müəyyən edilməsi, ifadələrin (frazalar) tanınması və s. Bütün bu prosedurlar və vəzifələr konkret ardıcılıq və nizam üzrə həyata keçirilir. Bununla əlaqədar Şəkil 1-də təbii dilin emalı prosesində icra olunan prosedurlardan birinin – mətnin təhlilinin mərhələləri göstərilmişdir.



Şəkil 1. Mətnin təhlili mərhələləri (müəllif)

Yuxarıda adları çəkilən prosedurların və vəzifələrin icrası özəl metodiki qaydalara əsaslanır və onlar informatika elmində “təbii dilin emalı (TDE) alqoritmləri” adlanır. Təbii dilin alqoritmləri insan dilinin təhlili, anlaşılməsi və generasiyası məqsədi ilə istifadə olunan hesablama metodudur və onlar, bir qayda olaraq, 3 fərqli tipdə olur:

1. Təbii dilin emalının simvolik (rəmzi) alqoritmləri.
2. Təbii dilin emalının statistik alqoritmləri.
3. Təbii dilin emalının hibrid alqoritmləri.

Təbii dilin emalının simvolik (rəmzi) alqoritmlərini, həm də qaydalara və biliklərə əsaslanan alqoritmlər adlandırırlar. Belə ki, onlar əvvəlcədən müəyyən edilmiş lingvistik qaydalara və biliklər haqqında təəvvürlərə əsaslanır. Simvolik (rəmzi) alqoritmlərin tətbiqi zamanı təbii dilin emalı üçün bir sıra lingvistik komponentlərdən - lüğətlərdən, qrammatik qaydalardan və ontoloji elementlərdən istifadə olunur. Qeyd edək ki, yaxşı interpretasiya (təfsir) olunan simvolik (rəmzi) alqoritmlər həm də çox mürəkkəb lingvistik strukturları emal etməyə qadirdir. Lakin emal prosesində xeyli sayda əl çalışmaları tələb olunur və bunun sayəsində adekvat nəticələr əldə olunur. Daha bir vacib məqamı da qeyd etmək lazımdır ki, simvolik (rəmzi) alqoritmlər qaydaları dəqiq şəkildə müəyyən olunan və nizama uyğun ardıcılıqla qurulan konkret tapşırıqların həllində daha effektiv olur.

Simvolik (rəmzi) alqoritmlər əsasında təbii dilin emalı işi kompüterin cəbri sistemi əsasında həyata keçirilir. Hazırda informasiya texnologiyalarında çox geniş istifadə olunan ən populyar cəbri sistem MathCad (avtomat layihələşdirmə sinfinə aid olan kompüter cəbri sistemi, hesablamalara və vizual müşayiətə əsaslanan interaktiv sənədlərin hazırlanması üçün istifadə olunur) hesab olunur. Asan istifadə qaydaları ilə seçilir və kollektiv işlərdə tətbiq olunur. Bu sistemdən texniki yönümlü ali təhsil müəssisələrində tələbələr və müəllimlər də istifadə edir. MathCad intuitiv və istifadə üçün sadə istifadəçi interfeysə sahibdir. Müvafiq düsturların və verilənlərin daxil edilməsi zamanı həm klaviaturadan, həm də instrumentlərin xüsusi panellərindən istifadə etmək olur. MathCad sistemi ilə iş işçi səhifənin hüdudları daxilində həyata keçirilir və bu zaman bərabərliklər və ifadələr proqram dilindəki mətn yazılarından fərqli olaraq qrafiklər şəkildə əks olunur. Əlavə sənədlərin yaradılması zamanı isə WYSIWYG (*What You See Is What You Get* – “nə görürsənsə, onu da alırsan”) adlanan iş prinsipi tətbiq edilir [Tarançuk, 2013, s. 10]. Qeyd edək ki, 2021-ci il 31 dekabr tarixindən sonra PTS, Inc (ing. *Parametric Technology Corporation* - 2 və 3 ölçülü layihələndirmələr üçün proqram təminatını icra edən beynəlxalq kompaniya) firması MathCad avtomat layihələndirmə sisteminin 7-ci və “Prime” versiyasını təqdim edir. Aşağıda MathCad kompüter cəbri sisteminin iş rejiminin ən mühüm elementləri təqdim edilmişdir. Qeyd edək ki, riyazi redaktor kimi çıxış edən MathCad cəbri sistemi təbii dilin emalı alqoritmlərindən istifadə edərək müxtəlif riyazi hesablamalar aparır və bu zaman istifadəçi redaktorun köməyiylə riyazi qaydalara uyğun riyazi ifadələrin düsturlarını daxil edir və dərhal cavablar alırlar. Ümumi cizgilərdə MathCad cəbri sistemi təbii dilin emalı alqoritmlərinə əsaslanaraq, aşağıdakı hərəkətləri icra edir: riyazi ifadələrin daxil edilməsi, müxtəlif hesablamaların aparılması; müxtəlif hesablamaların nəticələri üzrə cədvəl hazırlanması; xarici fayldan verilənlərin daxil edilməsi; xarici fayla verilənlərin daxil edilməsi; veb-səhifələrin yaradılması; riyazi xarakterli sorğu materiallarına girişin təqdim edilməsi və s. Simvolik (rəmzi) alqoritmlər əsasında təbii dilin emalı prosesi simvolların daxil edilməsindən başlayır. Bu zaman pəncərələrin böyük hissəsini işçi sahələr tutur. Bu sahələrə riyazi ifadələr, mətn sahələri və proqramlaşdırma elementləri daxil etmək olur. Düsturun və yaxud mətnin daxil edildiyi yeri qeyd etmək üçün giriş kursorundan (+) istifadə olunur. Bu zaman mausun göstəricisini müvafiq yerdə tıklamaq, yaxud onu klaviaturanın müvafiq düymələri (←, ↑, →, ↓) üzərində hərəkət etdirmək lazım gəlir. Düsturun və ya mətnin daxil edilməsi zamanı kursurun yerində göy rəngli şaquli və üfüqi giriş xətləri yaranır və onlar həmin vaxt redaktə yerini qeyd edir. Beləliklə, simvollar, rəqəmlər, və düsturlar klaviaturadan daxil edilir, lakin onları paneldən daxil etmək daha məqsədəuyğundur. Redaktə işi isə WORD düstur redaktorunun köməyi ilə yaradılan düsturlar şəkildə həyata keçirilir. Lakin burada redaktə işinin icrası qeydiyyatın hansı istiqamətdə (soldan sağa və ya əks istiqamətdə) seçilməsindən asılı olur [Plisko, 2023, s. 7].

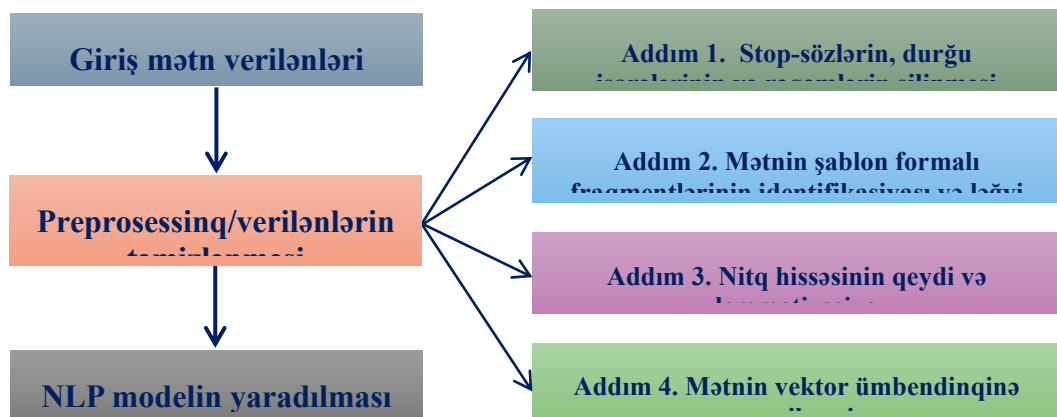
Təbii dilin emalının statistik alqoritmləri dilin tam anlaşılan olması üçün riyazi modellərdən və verilənlərin böyük dəstindən istifadə edir. Onlar ehtimallara uyğun müvafiq qanunauyğunluqları və mətnin verilənlərində qarşılıqlı əlaqələri aşkara çıxaran statistik metodlara əsaslanır.

Qeyd edək ki, maşın təlimi, nəzarət olunan və olunmayan təlimlər təbii dilin emalının statistik alqoritmlərinə tətbiq olunur. Təbii dilin emalının simvolik alqoritmlərindən fərqli olaraq, statistik alqoritmlər daha çevik və irimiqyaslı olur. Onlar verilənlərin əsasında, avtomatik olaraq, təlim keçə bilir və zaman-zaman əlavə informasiyalar əldə edərək təkmilləşir.

Təbii dilin emalının hibrid alqoritmləri özündə həm simvolik, həm də statistik elementləri birləşdirir və onların ən güclü tərəflərindən istifadə edir. Onlar müəyyən linqvistik tapşırıqların və digər statistik materialın emalı üçün nəzərdə tutulan metodlardan istifadə edir. Simvolik və statistik metodların inteqrasiyası sayəsində təbii dilin emalının hibrid alqoritmləri NLP əlavələrində işi daha yüksək dəqiqliklə və etibarlı şəkildə icra edə bilirlər. Onlar təbii dilin mürəkkəbliyini daha effektiv səviyyədə idarə edir. Bu zaman obrazların tanınmasını və onların adaptasiyasını tələb edən statistik tapşırıqların strukturlaşdırılması üçün simvolik qaydalar tətbiq olunur.

NLP alqoritmləri insan dilini emal və təhlil etmək üçün nəzərdə tutulan çoxlu sayda metodları əhatə edir. Onlar təbii dilin emalını optimal üsullarla həyata keçirməyə və adekvat nəticələr əldə etməyə imkan verir. Aşağıda belə metodların ən mühüm olanları qeyd edilmiş və onların məzmunu, missiyası və əsas məqsədləri müəyyən edilmişdir:

1. Lemmatizasiya – təbii dilin sözlərini onların baza (kök) formasına qaytarmaq məqsədilə istifadə olunan metodlardır. Bu metodun vasitəsi ilə həyata keçirilən prosedurlar nəticəsində mətn verilənləri normal vəziyyətə gətirilir və bu sözlərin baza forması üzrə təhlili və müqayisələri daha asan edir. Qeyd edək ki, stemminqlə müqayisədə lemmatizasiya (ing. *lemma* – sözlərin ilkin lüğət forması) linqvistik kontekstdə hesabatla əsaslandığı üçün daha dəqiq metod hesab olunur. Beləliklə, lemmatizasiya sözləri lüğət formasına və yaxud lemmaya qaytarır (məsələn, ingilis dilində “qaçış” mənasını verən “*running*” “*run*” - “qaçmaq” sözü çevrilir) və onların baza formasında təhlilinə tam zəmanət verir. Adətən, prosesin əvvəlində müxtəlif konveyerlərdən istifadə edərək müvafiq hazırlıq işləri görülür. Şəkil 2-də bununla əlaqədar nümunə təqdim edilmişdir.



Şəkil 2. Pipeline konveyeri vasitəsi ilə verilənlərin ilkin emalı sxemi (müəllif).

2. Stemminq (ing. *stemming* - “məşəyini tapmaq”) – təbii dilin emalı zamanı sözün əsasının və ya məşəyinin tapılması prosesidir. Bu zaman sözün əsasının onun morfoloji kökü ilə uyğunluğu o qədər də vacib deyil. Stemminqdən, axtarış sistemlərində, adətən istifadəçinin axtarış sorğusunu genişləndirmək üçün istifadə olunur və o mətnin normallaşdırılması prosesinin bir hissəsi kimi çıxış edir. Sözün məşəyinin axtarışı tapşırığının həlli üzrə konkret üsul “stemminqin alqoritmı”, realizə olunmuş işin nəticəsi isə “stemmer” adlanır. Stemminq sözlərin son hissələrini kəsir və şəkilçiləri ləğv edir. Bu proses lemmatizasiyadan fərqli olaraq daha sürətlə baş verir, lakin kifayət qədər dəqiq olmur. Hazırda təbii dilin emalı zamanı “*Stemmer Snowforce*” alqoritmindən geniş istifadə olunur. *Snowforce* alqoritm digərləri (məsələn, *Snowball*) ilə müqayisədə prosedurları bir neçə dəfə sürətlə icra edir [Yatsko, 2016, s. 103].

Lemmatizasiya və stemminq alqoritmlərindən başqa təbii dilin emalı zamanı çoxlu sayda digər metodlardan da istifadə olunur. Məsələn, tematik modelləşdirmə. Bu metoddan, adətən gizli mətnlərin və ya sənədlər kolleksiyasında naməlum bölmələrin aşkara çıxarılması zamanı istifadə olunur. Onun köməyi ilə mücərrəd (abstrakt) mövzular müəyyən edilir. Digər bir alqoritm əhval-ruhiyyənin təhlilidir. Bu alqoritmin vasitəsi ilə mətnlərdə ifadə olunmuş emosiyalar müəyyən edilir və onların müsbət, mənfi və neytral tərəfləri sinifləşdirilir. Təbii dilin emalı alqoritmləri müxtəlif situasiyalarda, müxtəlif üsulların vasitəsi ilə prosesə daxil edilir. Aşağıda həmin alqoritmlərdən bir neçə nümunə təqdim edilmişdir:

1. Latent Dirixle yerləşdirilməsi (ing. *Latent Dirichlet allocation* -tematik modelləşdirmənin bir növüdür və qrafik model kimi, ilk dəfə 2003-cü ildə Devid Bley, Endryu İn və Maykl Cordan tərəfindən təqdim edilmişdir) – maşın təlimində məlumat axtarışında istifadə olunan bir modeldir. Gizli qrupların köməyi ilə o, müşahidələrin nəticələrini izah etməyə imkan yaradır. Onun sayəsində verilənlərin bəzi hissələrinin oxşarlıq səbəblərini aşkara çıxarmaq mümkün olur. Sözügedən proses zamanı əgər müşahidə obyektini sənədlərdə toplanmış və müşahidə olunan sözlərdirsə, bu zaman hər bir sənəd özündə mövzuların kiçik qismini ifadə edir və hər sözün yaranması sənədin bir mövzusu ilə bağlı olur.

2. Porter Stemmer – stemminqdə istifadə olunan alqoritmədir və o, sözləri onların köklərinə çevirir. İngilis alimi Martin Porter (1910-2002) tərəfindən yaradılmışdır. Bu alqoritmədən ingilis dilində ümumi morfoloji və sözləri dəyişən sonluqların kəsilməsi üçün istifadə olunur.

3. TextRank (Mətn reytingi) alqoritmə – mətnə açar sözlərin çıxarılmasında və rezümelərin edilməsində istifadə olunur. TextRank alqoritmə sözlərin köklərini və ya cümlələri qurur.

4. Word2Vec alqoritmlər dəsti - sözlərin vektor şəklində təqdimatı zamanı istifadə olunur və bu zaman vektorlar sözlər arasındakı semantik əlaqəni qeydiyyata alır və bir-birinə oxşayan sözləri vektor məkanında bir arada yerləşdirir [Vasilyev, 2021, s. 100]. Word2Vec alqoritmlər dəsti böyük mətn korpuslarından olan sözlərin assosiasiyasını öyrənmək üçün neyron şəbəkələrdən istifadə edir və Continuous Bag Words (CBOW) və Skip-gram kimi modellərdən dəstək alır.

Nəticə

Aparılan tədqiqatlardan məlum olur ki, təbii dilin emalı alqoritmləri və metodları qabaqcıl texnologiyalar sahəsində mühüm və daim inkişaf edən element kimi özünü təsdiq etmişdir. Onlar tətbiq olunduğu bütün sferalarda istifadəçi üçün yeni imkanlar açır. Bu sahədə ən vacib vəzifələrdən biri maşın təlimi alqoritmlərinin və metodlarının davamlı olaraq təkmilləşdirilməsidir. Məhz daim təkmilləşdirilən və inkişaf edən alqoritmlər sayəsində mətnin və nitqin emalı üçün daha effektiv və dəqiq modellər yaratmaq mümkündür. Hazırda təbii dilin emalı ilə əlaqədar durmadan yeni alətlər və texnologiyalar yaradılır və praktikada tətbiq edilir. Onların sayəsində mətnin emalı prosesi daha da sürətləndirilir və ona yeni keyfiyyət meyarları qatılır. Bu gün mətnlə işin tətbiqi olunduğu yeni sahələr sırasına mətnlə işin avtomatlaşdırılması, çat-botları (ing. *chatbot* - virtual həmsöhbət və ya proqram-həmsöhbət – istifadəçinin tələbatlarını üzə çıxarır və onların təmin edilməsində yardımçı olur), virtual köməkçilər, fikirlərin analitikası sisteminin yaradılması, təsvirlər əsasında obyektlərin tanınması və sinifləşdirilməsi, böyük həcmdə verilənlərin təhlili və s. Həmçinin, təbii dilin emalı alqoritmlərinin perspektivdə tətbiq olunacağı sahələr sırasına tonallığın təhlilinin yaxşılaşdırılması üsullarının axtarışı, çoxlu sayda dünya dillərinin axtarışı, maşın tərcüməsinin daha dəqiq sisteminin yaradılması və nitqin ayırd edilməsi sisteminin yaxşılaşdırılması aiddir. Yaxın gələcəkdə təbii dilin emalı alqoritmlərinin yeni texnologiyalar və maşın təlimi əsasında daha yüksək inkişaf səviyyəsinə çatacağı gözlənilir və təbii dilin mətnlərinin daha dəqiq sistemlərinin yaradılmasına yol açacaq.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Murray, Shanahan. (2015). [The Technological Singularity](#). - MIT Press. - P. 152. - 272 p.
3. Plisko, İ.Q. (2023). Vıçislitelnie metodı i kompyuternaya alqebra. Moqilyov. BRU. S. 7. - 46.s.
2. Tarançuk, V.B. (2013). Osnovnie funktsii sistem kompyuternoy alqebri. Posobie dlya studentov f

- akulteta prikladnoy matematiki i informatiki. Minsk: BQU. S. 10. – 59. S.
5. Vasilyev, Y. (2021). Obrabotka estestvennoqo yazıka, Python i spaCy na praktike – SPb.: Piter. C. 100. - 256 c.
4. Yatsko, V.A. (2016). Osobennosti razrabotki stemmera. Mejdunarodniy nauçniy jurnal “Simvol nauki” №10-2/2016. Ufa. Omega science. - S.103.

"BEYNƏLXALQ TURİST AKTİVLİYİNİN OTELÇİLİK FƏALİYYƏTİNƏ VƏ MƏŞĞULLUĞA TƏSİRİ"

Abdullayev Alirza Agil

Lecturer at Mingachevir State University, PhD Student at Kütahya Dumlupınar University, Republic of Turkey

<https://orcid.org/0009-0000-3638-506X>

Beynəlxalq turist aktivliyi otelçilik fəaliyyətinə və məşğulluğa mühüm təsir göstərir. Beynəlxalq turizm, ölkələrə turist axını yaradaraq otellərin doluluq səviyyəsini artırır, otelçilik sahəsində investisiyaların artmasına, xidmət səviyyəsinin yüksəlməsinə və yeni otel şəbəkələrinin yaradılmasına zəmin yaradır. Turizm sektorunun inkişafı nəticəsində otelçilik fəaliyyəti genişlənir, iş yerləri artır, məşğulluq yüksəlir və ölkənin iqtisadi artımına töhfə verilir. Eyni zamanda, beynəlxalq turizm iqtisadi və sosial infrastrukturun inkişafına, regionlarda turizm növlərinin genişlənməsinə və yerli əhalinin məşğulluq imkanlarının genişlənməsinə səbəb olur. Bu proseslər ölkənin global imicini yaxşılaşdırır və turizm sektorunu davamlı inkişaf etdirir. Beləliklə, beynəlxalq turizm otelçilik sənayesinin sayı və keyfiyyət baxımından inkişafına, eyni zamanda məşğulluğun artmasına mühüm stimül verir və bu əlaqə iqtisadi, sosial və mədəni sahələrdə müsbət təsirlər yaradır. Azərbaycanda da beynəlxalq turistlərin artması nəticəsində müasir standartlara cavab verən otellər və qonaq evləri fəaliyyət göstərməkdə, böyük otel şəbəkələri formalaşdırılmaqdadır ki, bu da məşğulluğun artmasına şərait yaradır.

Mövzunun aktuallığı və problemin qoyuluşu. Dünyada və ölkəmizdə turizm sektoru son illərdə dinamik inkişaf edərək ölkə iqtisadiyyatında mühüm rol oynayır. Bu məqalədə beynəlxalq turist aktivliyinin otelçilik fəaliyyətinə və məşğulluğa təsiri Azərbaycan və beynəlxalq kontekstində əməli və statistik məlumatlarla araşdırılır.

Turizm müasir dünyada iqtisadi inkişafın əsas təşviqçilərindən biridir. Azərbaycan üçün turizm xüsusilə əhəmiyyətli iqtisadi və sosial təsirə malikdir. Azərbaycan Respublikasının Qanununa görə, turizm fiziki şəxslərin daimi yaşadığı ölkədən kənarda müvəqqəti səyahətidir. Bu səyahət ölkəyə iqtisadi fayda gətirir, xüsusilə otelçilik və məşğulluq sahələrində.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Tədqiqatın obyektı Beynəlxalq turist aktivliyi, otelçilik və məşğulluqdur. Həmçinin, beynəlxalq sahədə fəaliyyət göstərən xarici və yerli turizm müəssisələri, istirahət məkanları və digər turizm xidmətləri göstərən sahələrdir.

Tədqiqatın predmeti isə, ölkə daxilində beynəlxalq turist aktivliyinin otelçilik və məşğulluğa təsir göstərdiyi sahələr ilə bağlı idarəetmə sisteminin formalaşmasında əhəmiyyət daşıyan mexanizmlərin məcmusu, prinsiplər və xüsusiyyətlərdir.

Tədqiqatın metodları. Tədqiqatda ümumiləşdirmə, müqayisə, müşahidə, analiz, sintez, induksiya və deduksiya metodlarından istifadə edilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Bu məqalə beynəlxalq turist axınının Azərbaycanın otelçilik sənayesi və məşğulluq səviyyəsinə təsirini əməli statistik məlumatlar əsasında təhlil etməyi hədəfləyir.

Tədqiqatın nəzəri və metodoloji əsası. Tədqiqatın nəzəri və metodoloji əsaslarını Azərbaycan Respublikası Dövlət Statistika Komitəsi, Dünya Turizm Təşkilatı, Ümumdünya Ticarət Təşkilatı, Dünya Səyahət və Turizm Şurasının rəsmi veb saytları, digər beynəlxalq təşkilatların məlumatları, internet resursları və mövzuda qoyulmuş tapşırıqların həlli üçün zəruri olan digər informasiya mənbələri təşkil edir. Tədqiqat işinin araşdırılmasının nəzəri və metodoloji əsaslarını həmçinin ədəbiyyat siyahısında göstərilən kitablar və elektron mənbələr təşkil edir.

Açar sözlər: beynəlxalq turizm, turist axını, davamlılıq, təyinat yerinin rəqabət qabiliyyəti, dayanıqlı turizm, turizm sektorunun inkişafı, turizm statistikasi, otel menecmenti, məşğulluq, Azərbaycan turizmi,

Tədqiqat işi üç hissədən ibarətdir.

Giriş, əsas və nəticə

İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı:

1. Azərbaycanca turizm. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi, Statistika məcmuəsi, Bakı, 2024.
2. Azərbaycan 2030: Sosial-iqtisadi inkişafın milli prioritetləri. Bakı, 2021.
3. Axundova, A. N. Tədbir turizmi Azərbaycanın turizm bazarının inkişafı üçün perspektivli istiqamətdir. Paradiqmata poznani, (4), 2020, s.9-15.
4. Bayramlı, G. Azərbaycanda turizmin davamlı inkişafı: Mövcud vəziyyət, problemlər və həlli. (Kağız). İqtisadi və Sosial İnkişaf - Davamlı İnkişafın Sosial İqtisadi Problemləri üzrə 37-ci Beynəlxalq Elmi Konfrans. Bakı, Azərbaycan. 2019
5. Əlirza Abdullayev "Beynəlxalq turist axınlarının dayanıqlı inkişafda məşğulluğa təsiri" Turizm və qonaqpərvərlik tədqiqatları Beynəlxalq jurnal
6. Əlirzayev Ə.Q. Turizmin iqtisadiyyatı və idarə edilməsi. Bakı, 2011, 493s.
7. Hotel Menecmenti, Müəffər Ağakərimov, 2016
8. Hüseynov, İ., və Əfəndiyeva, N. Turizmin əsasları. Mars-Print.2017.
9. İsmayılov V.İ. Beynəlxalq turizmin coğrafiyası. 2021. Bakı: Kooperasiya Nəşriyyatı, 280 s.
- 10.Kozak Nazmi "Otel işletmeciliği", Ankara 2016.
- 11.M.M.Ağakərimov. Mehmanxanada ön büro. Bakı 2013
- 12.Otel, Müəffər Ağakərimov, 2008
- 13.Soltanova H. Azərbaycan Respublikasında turizm və onun inkişafı, Bakı, 2015
- 14.Turizm marketinqi və menecmenti Rüstəmov S., Zeynalova R. Bakı-2020
- 15.Yusupov Q., Turizm işinin təşkili, Bakı, 2011

Elektron resurslar:

1. <https://www.unwto.org/tourism-statistics>
2. <https://www.atorus.ru/news/press-centre/new/58410.html>
3. <https://www.ilo.org/resource/article/sustainable-tourism-driving-force-job-creation-economic-growth-and>
4. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a089f2ed915d622c000495/Tourism_Impacts_employment_gender_income_A_Lemma.pdf
5. <https://ilostat.ilo.org/blog/how-data-can-bolster-decent-work-in-the-tourism-sector/>
6. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6801594/> The Contribution of Sustainable Tourism to Economic Growth and Employment in Pakistan - PMC

"THE IMPACT OF INTERNATIONAL TOURIST ACTIVITY ON HOSPITALITY OPERATIONS AND EMPLOYMENT"

Abstract

International tourist activity significantly impacts hospitality operations and employment. International tourism generates tourist inflows to countries, thereby increasing hotel occupancy rates, creating grounds for increased investment in the hospitality sector, raising service standards, and establishing new hotel chains.

The development of the tourism sector leads to the expansion of hospitality activities, an increase in job opportunities, a rise in employment levels, and contributes to the country's economic growth. Simultaneously, international tourism fosters the development of economic and social infrastructure, diversifies types of tourism in regions, and expands employment opportunities for the local population. These processes enhance the country's global image and promote the sustainable development of the tourism sector.

Thus, international tourism provides a significant stimulus for the quantitative and qualitative development of the hospitality industry, as well as for increased employment, and this relationship generates positive effects in the economic, social, and cultural spheres. In Azerbaijan, the growth in international tourists has also led to the operation of hotels and guest houses meeting modern standards and the formation of large hotel chains, which creates conditions for increased employment.

Relevance of the Topic and Problem Statement. The tourism sector, both globally and in our country, has been developing dynamically in recent years and plays a crucial role in the national economy. This article examines the impact of international tourist activity on hospitality operations and employment in the context of Azerbaijan and internationally, using practical and statistical data.

Tourism is one of the main drivers of economic development in the modern world. For Azerbaijan, tourism holds particularly significant economic and social importance. According to the Law of the Republic of Azerbaijan, tourism is defined as the temporary travel of individuals outside their country of permanent residence. This travel brings economic benefits to the country, particularly in the fields of hospitality and employment.

Object and Subject of the Research. The object of the research is international tourist activity, hospitality, and employment. It also includes foreign and local tourism enterprises operating internationally, recreational facilities, and other sectors providing tourism services.

The subject of the research is the set of mechanisms, principles, and characteristics important for the formation of the management system related to the areas within the country where international tourist activity impacts hospitality and employment.

Research Methods. The research envisages the use of generalization, comparison, observation, analysis, synthesis, induction, and deduction methods.

Aim and Objectives of the Research. This article aims to analyze the impact of international tourist inflow on Azerbaijan's hospitality industry and employment level based on practical statistical data.

Theoretical and Methodological Basis of the Research. The theoretical and methodological basis of the research consists of the official websites of the State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan, the World Tourism Organization (UNWTO), the World Trade Organization (WTO), the World Travel & Tourism Council (WTTC), data from other international organizations, internet resources, and other information sources necessary for addressing the tasks set forth in the topic. The theoretical and methodological basis of the research work also includes books and electronic sources listed in the bibliography.

Keywords: international tourism, tourist flow, sustainability, destination competitiveness, sustainable tourism, development of the tourism sector, tourism statistics, hotel management, employment, Azerbaijan tourism.

The research paper consists of three parts:

Introduction, main body, and conclusion.

List of References Used:

1. Tourism in Azerbaijan. State Statistical Committee of the Republic of Azerbaijan, Statistical Digest, Baku, 2024.
2. Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-Economic Development. Baku, 2021.

3. Axundova, A. N. Event Tourism as a Promising Direction for the Development of Azerbaijan's Tourism Market. Paradigm of Knowledge, (4), 2020, pp. 9-15.
4. Bayramli, G. Sustainable Development of Tourism in Azerbaijan: Current Status, Problems, and Solutions. (Paper). Economic and Social Development - 37th International Scientific Conference on Social Economic Problems of Sustainable Development. Baku, Azerbaijan, 2019.
5. Alirza Abdullayev. "The Impact of International Tourist Flows on Employment in Sustainable Development," International Journal of Tourism and Hospitality Research.
6. Alirzayev, Ə. Q. Economics and Management of Tourism. Baku, 2011, 493 pages.
7. Hotel Management, Müzəffər Ağakərimov, 2016.
8. Huseynov, İ., and Əfəndiyeva, N. Fundamentals of Tourism. Mars-Print, 2017.
9. Ismayilov, V. İ. Geography of International Tourism. Baku: Cooperation Publishing House, 2021, 280 pages.
10. Kozak, Nazmi. Hotel Management, Ankara, 2016.
11. M. M. Ağakərimov. Front Office in Hotels. Baku, 2013.
12. Hotel, Müzəffər Ağakərimov, 2008.
13. Soltanova, H. Tourism in the Republic of Azerbaijan and Its Development, Baku, 2015.
14. Tourism Marketing and Management, Rüstəmov, S., Zeynalova, R. Baku, 2020.
15. Yusupov, Q., Organization of Tourism Operations, Baku, 2011.

Electronic Resources:

1. UNWTO Tourism Statistics: <https://www.unwto.org/tourism-statistics>
2. ATORUS News: <https://www.atorus.ru/news/press-centre/new/58410.html>
3. ILO: Sustainable Tourism - Driving Force for Job Creation and Economic Growth: <https://www.ilo.org/resource/article/sustainable-tourism-driving-force-job-creation-economic-growth-and>
4. UK Government Publication: Tourism Impacts on Employment, Gender, Income: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a089f2ed915d622c000495/Tourism_Impacts_employment_gender_income_A_Lemma.pdf
5. ILOSTAT Blog: How Data Can Bolster Decent Work in Tourism: <https://ilostat.ilo.org/blog/how-data-can-bolster-decent-work-in-the-tourism-sector/>
6. PMC Article: The Contribution of Sustainable Tourism to Economic Growth and Employment in Pakistan: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6801594/>

Giriş

Beynəlxalq turizm iqtisadiyyatın dinamik inkişaf edən sahələrindən biri olaraq, bir çox ölkələrdə xüsusilə qeyri-neft sektorunun gücləndirilməsində mühüm rol oynayır. Turizm sektoru əsasən insan resurslarından asılı olan bir sahədir və bu səbəbdən turizmin inkişafı məşğulluğun artmasına birbaşa təsir göstərir. Turizm fəaliyyətləri, xüsusilə otelçilik kimi xidmət sahələri yeni iş yerlərinin yaradılmasına imkan verir və işsizliyin azaldılmasında mühüm sosial-iqtisadi faktor kimi çıxış edir. Regionların turizm potensialından səmərəli istifadə olunması, yerli əhalinin məşğulluğunun təminatında, ev təsərrüfatlarının inkişafında və xidmət sektorunun genişlənməsində əsas rol oynayır. Bu baxımdan beynəlxalq turist aktivliyinin artması otelçilik sektorunda fəaliyyətin genişləndirilməsi və məşğulluq imkanlarının artırılması üçün əhəmiyyətlidir.[9]

Elmi araşdırmalar göstərir ki, turizmin beynəlxalq səviyyədə artımı ölkələrin iqtisadiyyatına valyuta daxilolmalarını təmin etməklə, sosial və mədəni təsirlərinə əlavə olaraq məşğulluq sahəsində də ciddi müsbət nəticələr yaradır. Otelçilik sahəsində beynəlxalq turistlərin sayının artması, xidmət növlərinin və keyfiyyətinin yüksəlməsinə, bununla da işçi qüvvəsinə olan tələbatın artmasına səbəb olur. Məşğulluğun artması isə həm tam zamanlı, həm də mövsümi iş imkanlarının genişlənməsi ilə müşahidə olunur ki, bu da bölgələrdə sosial rifahın yaxşılaşmasına gətirib çıxarır.

Nəzəri əsaslardan əlavə, müxtəlif ölkələrdə aparılmış təcrübə tədqiqatları beynəlxalq turist axınının otelçilik fəaliyyətinə necə təsir etdiyini və məşğulluğun artırılmasında turizmin rolunu təsdiqləyir. Məsələn, Azərbaycanda turizmin inkişafı qeyri-neft sektorunun inkişafına stimül verir və beynəlxalq turistlərin qəbulunun artımı məşğulluğun artma potensialını göstərir. Bu nəticələr bir daha sübut edir ki, turizm sektoru ölkələrin iqtisadi inkişafında və sosial sabilliyinin təminində vacib rol oynayır.

Beləliklə, beynəlxalq turist aktivliyi otelçilik sahəsində fəaliyyətin genişlənməsi və məşğulluğun artırılması baxımından əhəmiyyətli sosial-iqtisadi təsirlərə malikdir və bu mövzu üzrə kompleks nəzəri və təcrübə araşdırmaların aparılması olduqca vacibdir.

Əsas

Dünya iqtisadiyyatı inkişaf etdikcə beynəlxalq ticarətin həcmi genişlənir, nəqliyyat və kommunikasiya vasitələri təkmilləşir, dünya iqtisadiyyatının beynəlmilləşməsi və qloballaşması artır, iqtisadi zərurətdən yaranan vətəndaşların təmaslarının və səfərlərinin sayı və çeşidi artır. Müxtəlif ölkələrin əhalisinin rifah halının yüksəlməsi, asudə vaxtın həcmının artması, eləcə də iqtisadiyyatda insan amilinin tam bərpa edilməsi zərurəti rekreasiya məqsədləri üçün beynəlxalq səyahətlərin artmasına şərait yaradır.

Beynəlxalq turizm beynəlxalq iqtisadi fəaliyyətin əsas növlərindən biri olmaqla həm dünya iqtisadiyyatının strukturuna və ümumi vəziyyətinə, həm də dünyanın əksər ölkələrinin və ayrı-ayrı regionlarının iqtisadiyyatına mühüm təsir göstərən mürəkkəb və mürəkkəb sahədir. Turizmin inkişafı iqtisadiyyatın nəqliyyat, rabitə, ticarət, tikinti, kənd təsərrüfatı, istehlak mallarının istehsalı kimi sahələrinə stimullaşdırıcı təsir göstərir və iqtisadiyyatın struktur yenidən qurulması üçün ən perspektivli sahələrdən biridir [2].

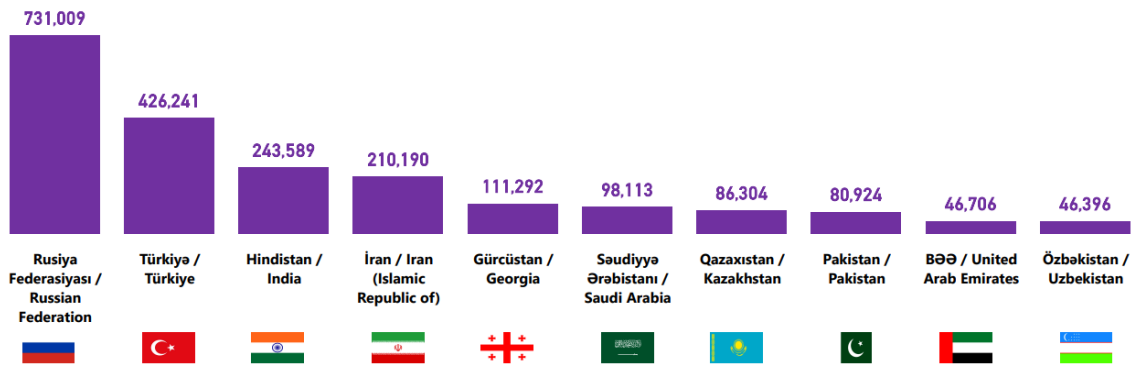
Müasir turizm sənayesi dünya iqtisadiyyatının ən böyük sektorlarından biridir. Son üç onillikdə dünyada turistlərin sayı təxminən 4 dəfə, turizm gəlirləri isə 25 dəfədən çox artıb. Turizm yüksək gəlirli sənayedir və investisiyanın səmərəliliyi baxımından neft-qaz sənayesi və avtomobil sənayesi ilə müqayisə oluna bilən üç ən böyük ixrac sənayesindən biridir ki, bu sənayenin dünya ixracında payı müvafiq olaraq 11% və 8,6% təşkil edir [3].

Ümumdünya İqtisadi Forumunun (DİF) dərc etdiyi səyahət və turizmin inkişafı indeksinə (TTDI) görə, Azərbaycan əvvəlki hesabatla müqayisədə yeddi pillə irəliləyərək 119 ölkə arasından 56-cı yeri tutub.

Ölkədə həyata keçirilən sosial-iqtisadi siyasətin əsas məqsədi ayrı-ayrı bölgələrdə əhalinin miqrasiyasının qarşısının alınması və mövcud potensial imkanlardan səmərəli istifadə edilməsi üçün iqtisadi fəaliyyətdə və əhalinin həyat səviyyəsinin yüksəldilməsinə nail olmaqdan ibarətdir. Bununla belə, əksər sənaye müəssisələrinin və əlaqədar infrastruktur obyektlərinin Bakı şəhərində cəmləşməsi istehsalə əngəl törətmiş və ölkənin digər regionlarının xidmət sektoruna təsir göstərmiş, Azərbaycanda iqtisadiyyatın ərazi təşkilində böyük disproportsiyaya səbəb olmuşdur. Ölkənin mövcud iqtisadi vəziyyətini nəzərə alsaq, turizm sənayesində yeni və perspektivli müəssisə kimi istifadə etmək üçün geniş imkanlar mövcuddur.

2023-cü illə müqayisədə 2024-cü ildə Rusiya Federasiyasından gələnlərin sayı 17%, Türkiyədən 13%, İrandan 27%, Səudiyyə Ərəbistanından 22%, Pakistandan 47%, Qazaxıstandan gələnlərin sayı 49%, Türkmənistandan gələnlərin sayı isə 27% artıb. [1]

Şəkil 1. Ölkəmizə turistlərin gəlmə sayı üzrə ilk 10 ölkə Yanvar-Dekabr 2024



Şəkil 1-ə diqqət yetirsək şahid olarıq ki, ölkəmizə gələn beynəlxalq turistlərin böyük hissəsini, dövlətlərin və xalqların qarşılıqlı münasibətindən yarandığı görürük. Bu, ölkələrdən gələn turistlər ölkəmizdə olan bir çox imkanlardan yararlanmaq şansı əldə edirlər. Bu imkanlardan yararlanmaq üçün turizmin inkişafı əlverişli olan əsas regionları müəyyən etmək, habelə onların potensialını landşaftların müxtəlifliyi, tarixi ənənələr və tarixi memarlıq nümunələrinin mövcudluğu baxımından qiymətləndirmək lazımdır. Həmçinin turizmin inkişafı onun yüksək iqtisadi gəlirliliyi ilə məhdudlaşmır. Bu sahə həm sosial problemlərin həllində, həm də işsizliyin aradan qaldırılmasında, eləcə də regionların iqtisadi inkişafında, əhalinin həyat səviyyəsinin yüksəldilməsində mühüm rol oynayır. Bu arada turizm bəzi bölgələrdən, xüsusən də dağlıq ərazilərdəki ucqar kəndlərdən miqrasiya axınının qarşısını almaq üçün güclü amil kimi dayanır. Qeyd edək ki, bu turist axını özlüyündə "Otel biznesi", "otel işi", "mehmanxana sənayesi" anlayışları daha geniş şəkildə tətbiq etməklə, oteldə yerləşdirmək, yemək və əyləncə üçün lazımi şəraiti təmin edərək müştərilərə xidmət göstərən ixtisaslaşmış müəssisələrin iqtisadi fəaliyyəti başa düşülür. Otel xidmətləri bazarında müəssisələrin daha çox qazanc əldə etmək istəyi, xidmət istehlakçıların artan ödəmə qabiliyyətliliyi və tələbatı mehmanxana fəaliyyətindən təkcə yaşayış və qida deyil, həm də əlavə və əlaqəli xidmətlərin genişləndirilməsini tələb edir. [7, 10, 11]

Qlobal iqtisadiyyatın digər sektorları ilə müqayisədə turizm sənayesi ən sürətlə inkişaf edənlərdən biridir və ümumi qlobal xidmət ticarətinin üçdə birindən çoxunu təşkil edir. Dünya təcrübəsinin göstərdiyi kimi, çoxlu turizm resurslarının mövcudluğu hətta inkişaf etməkdə olan ölkələrə də beynəlxalq turizm bazarında görkəmli yer tutmağa imkan verir. Lakin bu, o halda mümkündür ki, bu sahənin inkişafı dövlətin prioritet siyasəti olsun. Bu siyasətin əsas istiqamətləri ziyarətçilərin, habelə yerli turizm məhsullarının hüquqlarının dəstəklənməsi, daxili və xarici turizm fəaliyyətinə hərtərəfli töhfə verməklə bağlıdır. Turizmin dəstəklənməsi bu sənayedə böyüməyə və yeni iş yerlərinin açılmasına səbəb olur. Turizmdə həyata keçirilən tədbirlərə birbaşa investisiyalar, ixtisaslı kadrların hazırlanması, bununla bağlı elmi yanaşma və rekreasiya məlumatlarının verilməsi, milli turizm məhsullarının dünya bazarında kommersiyalaşdırılması, güzəştli vergi və rüsumların tətbiqi yolu ilə turizm fəaliyyətinin təşviqi daxil edilməlidir.[12]

Azərbaycan Respublikasından turizm məqsədi ilə gedən şəxslərin beynəlxalq turist aktivliyi, otelçilik fəaliyyəti və məşğulluğa təsirini 2019-2024-cü illər üzrə aşağıdakı kimi icmal edilə bilər:

Beynəlxalq Turist Aktivliyi (2019-2024)

2019-cu il Azərbaycan üçün uğurlu il olmuş, ölkəyə 3,2 milyon əcnəbi turist səfər etmişdir. Bu, beynəlxalq ziyarətçilərin sayına görə rekord göstərici sayılırdı. 2023-cü ildə isə turizm məqsədli gələnlərin sayı 1,4 milyon nəfər civarında olmuşdur.[1, 5]

COVID-19 pandemiyası 2020-2021-ci illərdə beynəlxalq turist axınlarına ciddi mənfi təsir göstərmişdir. 2021-ci ildə turizm sektoru bərpa prosesinə başlamış, 2022-ci ildə ziyarətçi sayı təxminən 1.6 milyona yüksəlmişdir.

Əsas turist bazarları arasında Rusiya, Türkiyə, Hindistan, Səudiyyə Ərəbistanı, Pakistan, BƏƏ, Qazaxıstan, və Gürcüstan kimi ölkələr üstünlük təşkil edir.

2023-cü ildə ölkəyə gələn turistlərin 67%-i işgüzar, 17%-i istirahət məqsədli, 11%-i isə qohum-dost ziyarəti üçün gəlmişdir.

Elektron viza sistemi turizmin əlçatanlığını artırmış və 2023-cü ildə 613,805 e-viza verilmişdir.

Otellərin orta doluluq faizi təxminən 20%-dir. Bakı şəhəri və turizm regionlarında mehmanxanaların iş həcmi, xüsusən Bakıda, Xaçmaz, Quba, Qəbələ kimi yerlərdə daha yüksəkdir.

2024-cü ildə mehmanxana gecələmələri 2023-cü ilə nisbətən 25.1% artaraq 4,282,800 gecələməyə çatmışdır. Bundan başqa aşağıda cədvəl 1-də ölkəmizdən dünyanın müxtəlif istiqamətlərinə 2 158 938 nəfər səfər etmişdir. Səfər edənlərin və səfərə gələnlərin sayının nisbətən az olmasının səbəbi ölkəmizdə tətbiq olunan xüsusi karantin rejimi ilə əlaqədar olaraq, bir tək hava yolunun açıq olması və aktiv şəkildə hava nəqliyyatından istifadədir. 2024-cü ildə 2023-cü il ilə müqayisədə turizmdə 30 faiz artım əldə edib, lakin 2019-cu il səviyyəsinə çatmayıb.

Cədvəl 1. Mehmanxana (hotel) və mehmanxana tipli obyektlərin əsas göstəriciləri

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mehmanxana (hotel) və mehmanxana tipli müəssisələrin sayı, vahid	642	655	685	727	758	813
Mehmanxana (hotel) və mehmanxana tipli obyektlərin sayı, vahid	670	682	712	757	809	859
Birdəfəlik tutum, yer	49,980	50,687	53,049	56,562	59,407	67,376
Nömrələrin sayı, vahid	23,865	24,195	25,445	27,312	28,688	31,750
Yerləşdirilmiş şəxslərin sayı, nəfər	1,919,765	668,813	1,172,123	1,697,358	1,945,059	2,380,247
o cümlədən:						
ölkə vətəndaşlarına	603,026	401,430	900,560	789,405	863,634	1,026,220
xarici vətəndaşlara	1,316,739	267,383	271,563	907,953	1,081,425	1,354,027
Gecələmələrin sayı, gecə	3,345,285	999,786	1,788,716	2,647,178	3,422,324	4,282,800
o cümlədən:						
ölkə vətəndaşları	1,104,412	583,057	1,374,312	1,253,063	1,558,344	1,934,787
xarici vətəndaşlar	2,240,873	416,729	414,404	1,394,115	1,863,980	2,348,013
İşçilərin sayı, nəfər	12,481	10,731	11,143	12,314	13,608	15,202
Mehmanxana (hotel) və mehmanxana tipli obyektlərin əldə etdiyi gəlir, min manat	450 188,5	116,798.0	209,687.3	355 322,1	488,828.0	694,162.2
Məhsul və xidmətlərin istehsalına çəkilən xərcləri, min manat	308 342,5	171,805.1	231,468.0	296 805,6	390,095.1	510,413.7
Büdcəyə ödənilən vergilər, min manat	42 252,5	15,018.2	12,819.6	25,145.2	29,281.8	38,450.2

Cədvəl 2. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin 2024-cü ildə çap olunmuş Statistika məcmuəsi əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir. [1]

Cədvəldə verilmiş mehmanxana və otel tipli obyektlərin əsas göstəriciləri beynəlxalq turist aktivliyinin otelçilik fəaliyyəti və məşğulluq üzərində təsirinin tədqiqat səviyyəli təhlilinə imkan verir. 2019–2024-cü illərdə otel sayı, tutum, yerləşdirilmiş və gecələyən şəxslərin, işçilərin, gəlir və xərclərin kəskin artımı, turist axınının otel sektorunda struktur dəyişikliyə və məşğulluğun yüksəlməsinə səbəb olduğunu göstərir. [14]

Otelçilik Aktivliyinin Əsas Göstəriciləri

- Otel və mehmanxana tipli müəssisələrin sayı 2019-cu ildə 642-dən 2024-cü ildə 813-ə, obyekt sayı isə 670-dən 859-a yüksəlmişdir; bu, tələbatın və investisiyanın artımını göstərir.
- Yer tutumu və nömrə sayı 49,900 və 23,365-dən 67,376 və 31,750-yə qədər artaraq əlavə potensial və xidmət çeşidinin böyüdüyünü göstərir.
- İl ərzində yerləşdirilmiş şəxslərin ümumi sayı 1,919,765-dən 2,380,247-yə, gecələmələrin sayı isə 3,345,255-dən 4,282,800-ə qədər yüksəlmişdir; xüsusilə xarici və beynəlxalq turistlərin payı getdikcə yüksəlir.
- İşçi sayı 11,760-dan 15,202-yə çatıb; bu isə yeni iş yerlərinin meydana gəlməsidir.

Beynəlxalq Turist Axınının Təsirləri

- Otellərin ümumi gəliri 450,188.5 min manatdan 694,162.2 min manata, xərclər isə 231,468-dən 510,413.7 min manata yüksəlib; bu, həm maliyyə dövriyyəsinin, həm də investisiya qayıtımlarının böyüməsini təsdiqləyir.
- Ödəniş olunan büdcə vergiləri 42,252.5 min manatdan 38,450.2 min manata dəyişmişdir, bu dəyişikliklərin iqtisadi idarəetmə və dövlət tənzimlənməsi üçün əhəmiyyəti var.

Məşğulluq və Sosial Effektlər

- Artan beynəlxalq turist axını xidmət sektorunda düşüncə-təşəbbüskar və peşəkar işçi ehtiyacını, yeni vakansiyaların yaranmasını stimullaşdırır.
- Qonaq sayı və gecələmələrdəki artım yeni otel və obyektlərin açılmasına səbəb olur və regionlarda iqtisadi aktivlik yaradır.
- Otelçilikdə çalışan işçi sayının mütəmadi artması sektorda rəqabət, təlim və insan kapitalı inkişafını gücləndirir.

Cədvəl üzrə təhlil göstərir ki, beynəlxalq turistlərin aktivliyi otelçilik fəallığını artıraraq həm maddi dövriyyəyə, həm də məşğulluq və sosial-iqtisadi göstəricilərə ciddi təkan verib; bu təsirlər turizm sektorunun dayanıqlı inkişafı və ölkənin qlobal cazibədarlığını yüksəltmək üçün tədqiqat və idarəetmədə əsas faktor olaraq dəyərləndirilir.

Aşağıdakı cədvəldə, 2024-cü il üzrə Azərbaycan Respublikasından xarici ölkələrə gedən turistlərin statistikasını beynəlxalq turist mübadiləsinin otelçilik fəaliyyəti və məşğulluq üçün əhəmiyyətli təsirlərini ortaya qoyur. Ən çox turizm səfərləri Türkiyə (884,447 nəfər), Rusiya, Yaxın Şərq və İran istiqamətlərinə olmuşdur və ümumi gedən turist sayı 2,158,938 nəfərə çatmışdır. Bu miqyas ölkə daxilində otellərin doluluq səviyyəsi, xidmətlərin qlobal standartlara uyğunlaşması və otel işçilərinin peşə inkişafı üçün ciddi stimulaşdırıcıdır. Qeyd edək ki, bu ölkələrə səfərlər zamanı vətəndaşlar müxtəlif məqsədləri həyata keçirirlər. Yəni turizmin müxtəlif istiqamətlərindən istifadə edirlər.

Cədvəl 2. Azərbaycan Respublikasının Getmə sayı turizm statistikas 2024-cü il üzrə

Türkiyə	884 447
Rusiya Federasiyası	447 624
Yaxın Şərq	196 708
İran	188 303
Gürcüstan	187 740
Mərkəzi Asiya	86 285
Qərbi Avropa	76 412
Şərqi Avropa	70 819
Şimal Şərqi Asiya	11 326
Cənubi Asiya	8 537
Cənub Şərqi Asiya	452
Afrika	167
Amerika	73
Digər	5
Cəmi:	2 158 938

Cədvəl 2. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin və Dövlət Turizm Agentliyinin 2024-cü ildə çap olunmuş Statistika məcmuəsi əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir. [1]

Turizm sektorunda çalışanların sayı 2019-cu ildə 12 481 nəfər, 2024-cü ildə isə otellərdə çalışanların sayı 15 202 nəfər olmuşdur. Aşağıdakı cədvəldə 5 il içərisində məğulluğun davamlı artımının şahidi oluruq 2019-2024-cü illərdə olan əməkdaş sayının fərqi 2721 nəfər olduğunu görürük.

Cədvəl 3. Mehmanxana (hotel) və mehmanxana tipli obyektlərdə işçilərin sayı

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
İşçilərin orta illik siyahı sayı - cəmi	12 481	10,731	11,143	12,314	13,608	15,202
o cümlədən mülkiyyət növləri üzrə :						
dövlət	1,012	1,012	1,044	1,239	1,239	1,575
xüsusi	10,190	8,568	8,896	9,822	11,086	12,274
xarici	593	539	591	618	625	660
birgə	686	612	612	635	658	693

Cədvəl 3. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin 2025-ci ildə çap olunmuş elektron statistika məcmuəsi əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir. [1]

Turizm sektoru ölkənin iqtisadiyyatına əhəmiyyətli töhfə verir, 2023-cü ildə gəlmə turizmi üzrə xərcləmələr 1.2 milyard manat səviyyəsində olmuşdur. Statistik rəqəmlərə əsasən 2024-cü il ərzində 2 milyon 626 min nəfər xarici ziyarətçi gəlib ki, bu da ötən illə müqayisədə 26 faiz artımdır.

Beynəlxalq turist aktivliyinin otelçilik fəaliyyətinə və sektordakı məşğulluğun modernizasiyasına təkan verdiyini, ölkənin global integrasiya prosesində rəqabət qabiliyyətini artırdığını kompleks şəkildə nümayiş etdirir.

Cədvəl 4. Azərbaycana gələn əcnəbilər və vətəndaşlığı olmayan şəxslərin ölkəmə turizmin müxtəlif istiqamətləri üzrə səfəri.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Azərbaycana gələn əcnəbilər və vətəndaşlığı olmayan şəxslərin sayı, min nəfər	3 170.4	795.7	791.8	1 602.3	2 085.8	2 626.7
o cümlədən: turizm məqsədilə	2 863.5	519.4	461.7	1 058.1	1 402.6	1 855.1
ondan: istirahət, əyləncə məqsədilə	1 164.0	164.9	132.4	398.5	938.3	1 261.6
işgüzar məqsədilə	850.5	177.5	196.7	400.5	156.6	261.0
müalicə məqsədilə	63.9	10.4	8.3	14.0	19.9	23.2
dini ziyarət	16.6	3.0	0.9	2.2	2.7	3.3
qohumlara dostlara baş çəkmək	719.9	133.2	100.7	184.8	240.7	263.8
digər turizm məqsədilə	48.6	30.4	22.7	58.1	44.4	42.2
digər məqsədilə	306.9	276.3	330.1	544.2	683.2	771.6

Cədvəl 4. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin 2025-ci ildə çap olunmuş elektron statistika məcmuəsi əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir. [1]

Azərbaycana gələn əcnəbilər və vətəndaşlığı olmayan şəxslərin müxtəlif turizm istiqamətləri üzrə artımı beynəlxalq turist aktivliyinin otelçilik və məşğulluq sahəsində müsbət dəyişikliklərə səbəb olur. 2019-cu ildən 2024-cü ilə kimi əcnəbi turist axınının tərkibində təkcə istirahət, işgüzar, müalicə və dini ziyarət məqsədli səfərlərdə deyil, digər turizm növlərində də davamlı artım müşahidə olunub, bu isə birbaşa olaraq ölkənin otel sektoruna olan tələbatı artırır və iş yerlərinin yaranmasına şərait yaradır.

Əsas Turizm İstiqamətləri üzrə Trendlər

- Turizm məqsədilə ölkəyə gələnlərin sayı 2019-cu ildən əhəmiyyətli dərəcədə artaraq 2024-cü ildə 2 626,7 min nəfərə çatıb; xüsusən istirahət və əyləncə marşrutlarında 1 261,6 min nəfər müşahidə olunub, bu da otel rezervasiyaları və xidmətlərinin sayında sıçrayış yaratmışdır.
- İşgüzar və müalicəvi məqsədlərlə gələnlər də ildən-ilə artmış, bu isə xüsusilə biznes-otellərin və müalicə-istirahət komplekslərinin inkişafını stimullaşdırıb.
- Dini turizm, qohumlara/dostlara baş çəkmə və digər istiqamətlər üzrə səfərlərdə də artım var ki, bu, otel və qonaq evləri şəbəkəsinin genişlənməsi ilə müşayiət olunur.

Beynəlxalq Turist Axınının Otelçilik Fəaliyyətinə Təsiri

- Turist sayının artması otelçilik sektorunda istifadə dərəcəsini və gəlir səviyyəsini yüksəldib, ölkənin ÜDM-də payını artırır.
- Mövcud otellərdə doluluq səviyyəsi yüksəldiyindən, yeni otellərin və fərqli kateqoriyalı (büdcəyə uyğun, lüks, tematik və s.) obyektlərin açılması təşviq olunur.
- Otelçilik müəssisələrinin artımı xidməti personal, inzibatçılar və digər işçilər üçün əlavə məşğulluq imkanları yaradır.

Məşğulluq və Sosial Təsirlər

- 2019-2023-cü illərdə turizm sektorunda çalışanların sayı pandemiya təsirindən sonra bərpa olaraq 2023-cü ildə 44 min nəfərə çatıb.
- Turistlərin artımı qeyri-düz otel sektoru qurumlarında – restoran, nəqliyyat, əyləncə və bələdçi xidmətlərində də dolayısı məşğulluq yaradır.
- Məşğulluq yalnız şəhərlərlə məhdudlaşmır, bölgə hotellərində də dinamikanı artırır ki, bu da ölkənin regionlarına investisiya axınına təşviq edir.

2024-cü ildə Azərbaycanda beynəlxalq turist aktivliyi bütün əsas marşrutlar üzrə rekord göstəricilərə çataraq ölkənin otelçilik sektoruna və məşğulluq imkanlarına yeni nəfəs verib. Bu dinamika otellərdə xidmət keyfiyyətinin, sektorun gəlir səviyyəsinin və iqtisadiyyatın şaxələndirilməsinin əsas amilinə çevrilib.

Cədvəl 5 və diaqram 1-də Mehmanxana (hotel) və mehmanxana tipli obyektlərdə işçilərin sayı iki üsulla təhlil edilmişdir.

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
İşçilərin orta illik siyahı sayı - cəmi	12 481	10,731	11,143	12,314	13,608	15,202
o cümlədən mülkiyyət növləri üzrə:						
dövlət	1,012	1,012	1,044	1,239	1,239	1,575
xüsusi	10,190	8,568	8,896	9,822	11,086	12,274
xarici	593	539	591	618	625	660
birgə	686	612	612	635	658	693

Cədvəl 5. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin 2025-ci ildə çap olunmuş elektron statistika məcmuəsi əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [1]

Yuxarıdakı cədvəldə göstərilən işçilərin orta illik siyahı sayı otelçilik və mehmanxana tipli obyektlərdə beynəlxalq turist axınındakı artımın birbaşa məşğulluq göstəricilərinə necə təsir etdiyini tədqiqat səviyyəsində əyani formada nümayiş etdirir. 2019-cu ildən 2024-cü ilə kimi işçilərin sayı 12,481 nəfərdən 15,202 nəfərə qədər yüksəlmiş, xüsusilə xüsusi mülkiyyətli və dövlət mehmanxanalarında məşğulluq artımı dinamik şəkildə reallaşmışdır. [2, 3]

Struktur Artımın Analizi

- Dövlət mülkiyyəti üzrə işçilərin sayı 2019-da 1,012 nəfərdən, 2024-də 1,575 nəfərə çatıb; bu, dövlət investisiyalarının və sosial layihələrin otelçilikdə iş imkanlarını genişləndirdiyini göstərir.

- Xüsusi sektor üzrə artım isə 10,190 nəfərdən 12,274 nəfərə baş verib və bu, əsasən xarici turist axınının çoxalması nəticəsində yeni otellərin, xidmət və idarəetmə vakansiyalarının açılması ilə bağlıdır.
- Xarici və birgə müəssisələrdə də işçi sayında artım müşahidə olunur; bu segment beynəlxalq brendlərin, qlobal əmək standartlarının və innovativ xidmətlərin yerli bazara daşınmasına şərait yaradır.

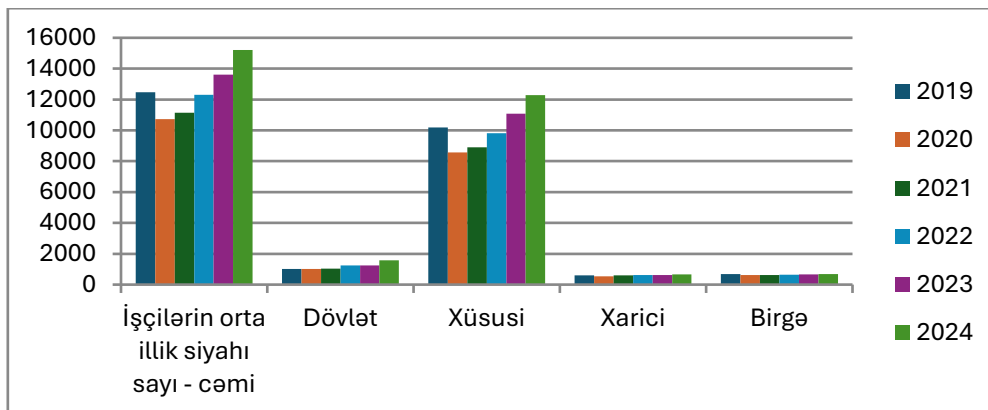
Məşğulluq və Turist Axınının Qarşılıqlı Təsiri

- Beynəlxalq turist aktivliyi otel sektorunda xidmət spektrini və peşəkar kadr tələbatını kəskin şəkildə artırmışdır. Ölkəyə daxil olan və çıxan turistlərin struktur balansı, otellərdə xidmət səviyyəsinə və dünyəvi təcrübənin tətbiqinə təkan verib.
- İşçi sayının artımı təkcə paytaxtda deyil, regionlardakı hotellərdə də müşahidə edilərək yerli iqtisadiyyatın canlanmasına və sosial rifahın yüksəlməsinə səbəb olmuşdur.
- Tədqiqat səviyyəsində, artan turist axını ilə paralel olaraq otelçilikdə yeni iş yerlərinin yaradılması, kadr hazırlığında beynəlxalq standartların tətbiqi və sosial-sığorta kimi göstəricilərin yüksəlməsi müşahidə olunur.

Beynəlxalq turist aktivliyinin yüksək templə artması otelçilik sektorunda məşğulluğun sabit və davamlı şəkildə böyüməsinə, peşəkar insan kapitalının inkişafına və ölkə üzrə rəqabətqabiliyyətli xidmət modellərinin qurulmasına şərait yaradır. Bu dinamika, Azərbaycanın beynəlxalq turizm bazarına integrasiyasında və sektoral dayanıqlılığın təminatında əsas rol oynayır.

Aşağıda təqdim olunan diaqram cədvəl 5-in səviyyələr üzrə paylanmasını göstərir.

Diaqram 1.



Diaqram 1. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin 2025-ci ildə çap olunmuş elektron statistika məcmuəsi əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir [1, 2, 3]

Turizmin sosial-iqtisadi inkişaf strategiyaları çərçivəsində otel biznesinin inkişafı, yeni iş yerlərinin yaradılması və regionlarda turizmin təşviqi prioritetlərdədir. Bu məlumatlar əsasında deyə bilərik ki, Azərbaycan Respublikasından turizm məqsədi ilə gedən şəxslərin beynəlxalq turist aktivliyinə, otelçilik fəaliyyətinə və məşğulluğa təsiri müsbət olmaqla, xüsusən pandemiya sonrası bərpa və inkişaf mərhələsindədir. Dövlət strategiyaları və investisiyalar bu sahələrin daha da inkişafına yönəlib.

Nəticə

Bu tədqiqat Azərbaycan kontekstində beynəlxalq turist aktivliyinin otelçilik fəaliyyəti və məşğulluq sahəsinə təsirini əhatəli şəkildə araşdırmışdır. Alınan statistik və analitik məlumatlar bir daha təsdiq edir ki, beynəlxalq turizmin artımı otelçilik sektorunun genişlənməsinə, xidmət səviyyəsinin yüksəlməsinə və yeni otel müəssisələrinin yaranmasına təkan verir. Nəticədə otellərin doluluq səviyyəsi artır, investisiyalar cəlb olunur və xidmət keyfiyyəti yüksəlir ki, bu da maliyyə dövriyyəsinin və sektorun davamlı inkişafının əsas amilidir.

Eyni zamanda, beynəlxalq turist axını iqtisadiyyatın qeyri-neft sektorunun inkişafına müsbət təsir göstərir, yeni iş yerlərinin yaranmasına və məşğulluğun artmasına səbəb olur. Otelçilik sektorunda yaranan yeni iş imkanları, xüsusilə yerli əhali üçün sosial rifahın yaxşılaşmasına və işsizliyin azalmasına şərait yaradır. Bu proseslər regionların iqtisadi fəallaşmasına və sosial infrastrukturun genişlənməsinə böyük dəstək verir, eyni zamanda ölkənin qlobal imicini gücləndirir.

Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, beynəlxalq turist aktivliyi və otelçilik fəaliyyətinin inkişafı arasında sıx qarşılıqlı əlaqə mövcuddur. Bu əlaqə iqtisadi, sosial və mədəni sahələrdə əhəmiyyətli müsbət təsirlər yaradır. Azərbaycan üçün turizmin dayanıqlı inkişafı, otel sektorunun modernləşdirilməsi və iş yerlərinin artırılması dövlət strategiyalarının və investisiya siyasətinin prioritet istiqamətlərindən olmalıdır. Pandemiya dövründən sonra turizm sektorunun bərpası və inkişafı üçün görülən tədbirlər iqtisadiyyatın müxtəlif sektorlarına müsbət təsir göstərərək ölkənin ümumi sosial-iqtisadi inkişafında mühüm rol oynayır. [4]

Beləliklə, beynəlxalq turizm axınının otelçilik fəaliyyətinə və məşğulluğa təsiri ölkənin sosial-iqtisadi inkişafında əsas amil kimi çıxış edir. Bu istiqamətdə həyata keçirilən siyasət və investisiyalar turizmin davamlı inkişafını təmin etməklə bərabər, Azərbaycanın beynəlxalq turizm bazarında rəqabət qabiliyyətini artırır və iqtisadi dayanıqlılığını möhkəmləndirir. Gələcəkdə turizmin inkişafı üçün turist axınının diversifikasiyası, xidmətlərin keyfiyyətinin artırılması və insan kapitalının təkmilləşdirilməsi istiqamətində davamlı mütəxəssis tədqiqatları və dövlət dəstəyi tələb olunur.

Bu nəticələr məlumat bazası kimi Azərbaycan turizm və otelçilik sektorunun planlaşdırılması və idarə edilməsində strateji qərarların qəbuluna əsas yaradacaqdır. Tədqiqat eyni zamanda beynəlxalq təcrübənin yerli şəraitə uyğunlaşdırılmasının, dayanıqlı turizm və sosial-iqtisadi inkişafın təmin edilməsinin əhəmiyyətini vurğulayır.

THE U.S. MIDDLE EAST POLICY PREDICATED ON OIL AND ITS IMPLICATIONS FOR THE FORMATION OF PRICES IN THE WORLD ECONOMY

Orkhan Guliyev

Mingachevir State University, Azerbaijan

Introduction

The examination of state foreign strategic planning is the foundation of international politics scholars' evaluation, but oil is rarely mentioned as a determinant of state diplomacy. Oil aggregates geopolitical, geo-economic, and geostrategic considerations. Since the late nineteenth century, oil has been the dominant contributor to problems in the Arabian Peninsula; the purpose of this research is to investigate how states have impacted the stance of the Middle East. Oil and the control of it have been the mainstay of policy initiatives in the Gulf Region from the early 20th century until today, making oil the principal motif. This paper incorporates historical facts and specific countries to assess the impact of the United States' oil-focused Middle East strategy on energy prices, inflation, and global capital expansion.

Energy supplies are unique from other natural resources. Energy provision has been an ongoing issue for humankind, as manufacturing requires constant access to energy. During the industrial age, coal and later oil emerged as primary raw materials. Germany and other colonial powers' ambition to acquire oil areas contributed to conflicts such as WWI. The significance of internal-combustion engines and oil rose, and Germany considered Caspian and Middle Eastern reserves. Britain prioritized protecting its oil reserves and marine dominance. After WWII, the U.S. emerged as the ultimate superpower. American oil firms needed to expand global oil deposits and manage energy assets to ensure a steady flow of oil. Protection of the world's energy supply involves technological, political, and military spheres. The United States' energy plan rests on military supremacy and technological capability to convert prospective resources into usable deposits. Hegemony on ideological, financial, political, and military fronts ensures global oil production, geopolitical stability, and the oil sectors engaged by capital. The international oil market is shaped by complex financial, political, and social forces. This study deconstructs U.S. assumptions, from the petrodollar system to the use of oil as a diplomatic instrument.

Chapter 1. The Incident That Resulted in the Creation of the Mechanism of the Petrodollar

Following the conclusion of World War II, it was a time when the USA had the political as well as financial upper hand across the rest of the globe. In point of fact, before the outbreak of World War II, the United States of America held the honor of having the greatest economic growth worldwide. Before the start of the Great Depression around the end of 1920s, the United States was responsible for 44.5% of the world's largest manufacturing capacity. Despite that, the United States was not a preeminent force in the globe regarding international administration even though they were a giant manufacturing powerhouse. After the satisfactory completion of the Normandy takeoff in 1944, which demonstrated that the United States and its coalition partners might well come out on top, the constructs of both political as well as economic stabilization in the post-war era started to be debated. The Bretton Woods meeting, which has been conducted across the context of such debates, was responsible for the creation of an entirely novel monetary framework. According to this scheme, one ounce of gold was equivalent to 35 USD in today's value, and the greenback was indeed the exclusive global medium of exchange. Additionally, as a direct consequence of the summit that took place at Bretton Woods, organizations such as the World Bank (WB), as well as the International Monetary Fund (UPF), came into being to assist the United States in achieving its goal of becoming the single independent power on earth. The United States was able to cement its economic supremacy over the rest of the globe in large part because of the role that organizations like the UPF as well as the DB performed in the reconstruction of European and Asian nations that had been ravaged in the immediate aftermath of World War II.

In additament, the onset of the cold war in the immediate aftermath of World War II between the United States of America and the Soviet Union, as well as the founding of the North Atlantic Treaty Organization (NATO) in 1949, both contributed to the consolidation of the United States' position as the preeminent military power worldwide. The recently formed money policy at Bretton Woods also contributed to the stabilization of the global economy. Because of its sizable gold deposits as well as sturdy production capacity, the economic system of the United States had been given a more durable configuration as a consequence of the present arrangement. The relative economic stability that had been maintained had made possible the speedy expansion of manufacturing and international commerce all across the globe. The United States of America pushed the development of a trading bloc on the European continent with the assumption of creating a marketplace for it. Well with the signing of the Treaty of Rome in 1957, the European Economic Community was founded. That macroeconomic arrangement persisted up to the beginning of the 1970s. States in Asia and Europe that had been ravaged by war were able to rebuild their infrastructure and services with the assistance of the United States during the decades between 1949 and 1970. As a result, these nations progressively established an industrial base that was both sturdy and competent. By the beginning of the 1970s, the present macroeconomic structure started to be shaken as a result of the growing productivity of industries in Asian and European nations, as well as the weight of expenses incurred by the United States as a result of the Vietnam War. In return for the dollar bills they now hold, financial institutions of significant nations, most notably France, have issued a desire to purchase gold based on the present gold-dollar equivalency. This request comes as no surprise. As a consequence of such occurrences, the pace at which gold was removed from the United States Federal Reserve quickened in the mid of 1971, and the gold reserves held by the United States reached a dangerously low threshold. Even now the Bank of England, which is the most important partner of the United States, participated in this operation by purchasing 2,600 tons of gold in exchange for their 3-billion-dollar reserve. As a direct consequence of these occurrences, the Bretton Woods System, which had maintained a parity of one ounce of gold to thirty-five dollars in US currency, was abolished on August 11, 1971, and all national currencies were allowed to float freely thereafter. This change was brought about by the Nixon presidency of the United States. The simultaneous factors of permitting the US currency to float, growing international trade imbalances for the United States, and escalating expenditures related to the War Effort all contributed to the depreciation of the US dollar throughout the 1970s. Around the whole period, the Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) began to consider the potential of conducting oil trading via a currency basket that included a variety of other currencies. That discussion was based on the trends in the value of the US dollar. The United States of America launched elevated negotiations with Saudi Arabia, the world's biggest oil supplier, in hopes of preserving the supremacy of the greenback by prohibiting oil commerce from becoming conducted out using a currency basket. This was done to keep the dollar the dominant currency. As a direct consequence of all those conversations, the Saudi government covertly purchased US treasuries using oil profits totaling \$2.5 billion, despite the fact there wasn't any reason for this action during the period. As a result, the procedure that is often referred to as the "recycling of petrodollars" and that favors the financial sector of New York and London has commenced. Such discussions with Saudi Arabia, as revealed by US Treasury Secretary-General Blumenthal at a future stage, were intended to provide guarantees that Saudi Arabia would undertake oil trading solely in the greenback. In addition to the causes that have already been highlighted, the economic disaster that was caused by the quick price hike of oil in 1973-1974 placed stress on the volatility in the value of the US Dollar, causing it to grow. Every nation that bought the oil, from Germany to Japan, struggled with the same issue: how to pay their ever-increasing oil expenditures with the cash they made from exporting. On the opposite side, OPEC member nations were confronted with the challenge of determining how to make use of the extra money (Petro-dollars) that they got as a consequence of rising oil prices, dollars which were far more than what is required to fulfill their domestic demands. The majority of the petrodollars were transferred to financial institutions in London and New York, which allowed the issue to be resolved. Mulford, who works for the Eurobond business Weld and Co., devised a system for Weld and Co. to use in hopes of better handling the money that has been generated as a result of the jump in the oil market. The Saudi Arabian Monetary Authority was implicated in the conspiracy that underpinned this method (SAMA).

The metamorphosis of petrodollars held by OPEC nations into popularity with the financial institutions of the United States and England as a consequence of rising petroleum prices in 1973-1974 is the foundation of the suggested system. This transition took place as a direct consequence of elevated fuel prices in 1973-1974. The implementation of the aforementioned framework began with Saudi Arabia as well as other organizations of petroleum exporting countries constituent nations accumulating their oil wealth in banks located in the United States and the United Kingdom. Subsequently, those same monies were distributed to the world's other nations in the type of euro-dollar securities or lines of credit through all these financial institutions to cover the rising costs of oil. Many in the United States recollect the years between 1973 and 1974, often known as the initial oil crisis times, as having rampant inflation and long lines at petrol stations. Those in other nations, on the other hand, recall those years as having enormous external debt that needed to be repaid in US dollars at the time. Throughout the 1960s and 1970s, Japan's economy expanded at an astounding rate, and as a result, it became the United States' most important trade partner. The United States of America was the recipient of a sizable current account surplus with Japan. Although Japan was using a part of its excess to pay its oil debt, the country was also using some of its excesses to purchase US Treasury notes, which allowed it to generate interest revenue. As a result of the turbulence that was witnessed, some people in Japan have proposed that the yen, the mark, and the US dollar ought to be used as global reserve currencies. On the other hand, due to the enormous financial and military strength of the United States, those voices were rapidly silenced. It has been suggested that the United States of America founded the Group of Seven (G7) during the aforementioned period to maintain Japan and European nations as participants in a system predominated by the US dollar. Because the rising inflation and elevated interest rate climate that was faced in the globe as a result of the oil crisis was stressing all economies, particularly those of undeveloped and emerging nations, throughout this era, the UPF functioned as the gendarmerie to return the loans obtained via US and UK banks with the applications it had placed on recipient countries. Because of the stress that the UPF has put on the nations that are in liabilities, those states have cut back on their spending on things like education, healthcare, and infrastructural facilities. This has resulted in a decline in the standard of living of the people who reside in those nations, both now and in the foreseeable future. As a direct consequence of this procedure, Mexico, which was at the time one of the developing economic systems, announced in August 1982 that it wasn't going to be capable of making its repayments, which sparked a debt problem all over the globe. The decades of the 1980s and 1990s were marked by a spike in financial volatility as well as an increased incidence of financial turmoil, particularly in countries that were just beginning to emerge on the market. The notion of an economic crisis on a global scale emerged in the 1990s, in particular, as a result of technological advances, an uptick in the load of the financial industries in the economies of the nations, and the reality that those same industries possess an extremely fragile framework. Each of those factors contributed to the notion of a financial downturn. Through the course of the 1990s, the Americans kept continuing to enjoy all of the benefits that came with being the sole worldwide reserve currency as well as centralized management over petrodollars in the states' economic growth.

With the conclusion of the Cold War, the reserve currency mechanism which was tied to oil continued to be the most influential component of the financial framework of the whole world. With the falling apart of the USSR, the USA emerged as the single remaining global superpower, and the greenback consolidated its status as the preeminent instrument used in worldwide transactions. That was largely attributable to the petrodollar arrangement, which assured a consistent need for United States dollars among petroleum-importing nations. As a result, the U.S. dollar remained in high demand. The petrodollar arrangement encountered difficulties in the 1990s as well as the beginning of the 2000s as a result of the efforts of certain nations, including Iraq and Iran, to value their oil shipments in euros instead of USD. Nevertheless, the U.S.A. was able to keep the petrodollar arrangement functioning via the employment of both its financial and military strength, eventually rendering such attempts mostly fruitless. However, the Chinese emergence as a major economic force posed additional obstacles for the petrodollar structure, as Beijing attempted to boost usage of the country's yuan, in commercial transactions. This was caused by Beijing's desire to have a greater say in the monetary policies that affect it. The petrodollar regime has managed to maintain its preeminent position in the world economy despite those problems. It's because several regions of the globe persist in depending on petroleum and petroleum products, which contributes to the persistent need for oil that is still present.

Likewise, the USA has proceeded to employ its financial and military might to keep the mechanism running, such as imposing trade restrictions against nations that seek to depart from the scheme. This is one method by which Washington maintains its authority over the framework. Despite this, there have still been indications in latest years that the petrodollar economy can perhaps soon be confronted with fresh problems. The proliferation of digital currencies as well as blockchain-based technologies has opened up entirely novel doors for the development of independent monetary systems that are independent of governmental authority. Furthermore, nations like Beijing, as well as Moscow, have stepped up their attempts to develop competing money and banking structures that are independent of the petrodollar structure. Despite this, it is abundantly obvious that the petrodollar framework is going to be confronted with obstacles and possible upheavals in the coming decades. Ever since the 1970s, the petrodollar economy has served as a driving engine of the worldwide macroeconomic structure, and its influence is only becoming stronger. From the conclusion of the Cold War till contemporary times, the petrodollar structure has been faced with obstacles from nations that want to break out of the framework, in addition to technological advances as well as economic forces which possess the possibility of destabilizing the established order. Yet, the petrodollar regime is a durable and strong dynamic that is expected to continue to exist in the near term because of the continued need for petroleum and the predominance of the American dollar in global commerce.

Although decisive estimates made during the Iraq War projected that oil will be exhausted in 20 years, it was later discovered that the planet's oil supplies would really be adequate for at least another century and that natural gas could last for many more decades (Bentley, 2002; Bielecki, 2002). In this context, the reorganization of the existing governed oil territories in the Gulf Region is essential if the U.S. is to sustain its present supremacy and worldwide leadership. Countries around the world remain to use Middle Eastern regimes and organizations for their respective political ends, despite the region's instability. International powers' meddling, which pits Middle Eastern nations against one another and backs strong, authoritarian leaders so they may advance their national ambitions, is also a factor. Ever since Cold War's conclusion, the Arab World has become the globe's most war-torn and militarized area. The discovery of oil in the region at the turn of the twentieth century prompted a flurry of imperial ambition from countries farther afield. Whereas the Western forces (Americans- British-French) attempted not to allow invaders like German Reich and the Soviets to enter the area, they were equally involved in a struggle with one another. Shared aims include the necessity to possess the ability to manipulate marketplaces to guarantee oil supplies and mitigate the price of petroleum acquisitions. The result of major recent wars was heavily influenced by who controlled the Arabian Peninsula.

1.1. Multicollinearity of Raw Oil Prices and Currency Markets: Analysis of Its Impact

In its broadest sense, the term "foreign currency" encompasses any type of non-domestic money or any form of means of payment (Chodorow, 2016). The exchange rate refers to the rate at which one currency may be swapped for another foreign currency. Exchange rates have a significant impact on macroeconomic stability, making their monitoring and management crucial (such as unemployment, inflation, and growth). Because fluctuations in currency rates impact the direction of economic activity, a steady path, and a well-balanced exchange rate market would also benefit economic growth and stability (Razmi et al., 2012). Particularly in countries with substantial imports of raw substances as well as intermediates, low income, and chronic foreign imbalances, the relevance of currency stability grows, since the exchange rates impact both the input prices and the funding capacity of expansion (Campa & Goldberg, 1999). Variability in exchange rates may have adverse impacts on capital flows, the balance of trade with other countries, output, investments, and interest rates, making it crucial to assess the situation and take corrective action if necessary. One position on exchange rate stability defines it as the proximity of the present currency rate and the desired exchange rate (Bilson, 2013), while another defines it as the lack of severe currency fluctuations (Koujianou Goldberg & Hellerstein, 2013). Again, in a capitalist economy, exchange rate stability may be defined as the absence of sudden and dramatic shifts in real currency rates (Yoshino et al., 2014). Lastly, some perspectives describe the path of exchange rates as evolving per the macroeconomic trajectory of the nation, and perspectives regard monetary stability as attaining its genuine value as a consequence of reasonable exchange-rate policy.

Too much swinging in the market might put off foreign investments, raise the expense of products supplied by raising the risk premium, limit capital mobility, and dampen the desire for risk. There may be a drop in the number of international investors and the need for external investment instruments. It's worth repeating that corporations may be hesitant to engage in new initiatives if fluctuation in exchange rates lowers the predicted earnings of their overseas ventures. Long-term cash flows might be hampered and commercial risk in global financial and business operations can rise (Mishkin, 1999). Second, a decline underneath the equilibrium position of local currencies may start to severely affect GDP and prices, while an overvaluation of currencies can harm exporters and industries by adding a risk premium to the pricing of products. Third, significant fluctuation in currency rates might discourage investment by raising concerns about the security of one's financial assets and the unpredictability of potential gains from participation in international commerce (Suliman et al, 2015). As for the fourth point, rising inflation is a result of higher production costs brought about by rising currency fluctuations. However, if material prices go up, the domestic output will suffer, export prices will go up, and exports will fall, potentially worsening the balance of trade. Because of this, currency exchange rates are likely to vary once again, starting a potentially self-perpetuating cycle. Fifth, resource distribution may be skewed due to swings in currency exchange because of the increased mobility of comparable prices and economic ratios (Alagidede & Ibrahim, 2017). When there are large swings in the value of one currency compared to another, currency values are unable to help domestic policymakers keep prices stable. Sixth, a positive correlation exists between the return on currency conversion and the variability of interest rates (Menike, 2006). Consequently, the Central Bank must ensure that exchange rate swings stay within predetermined bands to protect the economy's long-term goals. The worldwide financial crisis, along with its accompanying market volatility, offsetting, and pure speculation motivations, have all contributed to a rise in the need for accurate market forecasts. Gaining economic security in the marketplaces now requires, at the very least, an awareness of the factors that contribute to market fluctuations.

Previous researchers confirm that natural resources and intermediate inputs, as opposed to primary commodities, display the currency exchange pass-through impact, thereby meeting the entire trading criterion. That is to say, in the case of these items, exogenous shocks may have an impact on exchange rates. Energy is a major component of this category of primary and secondary resources. Furthermore, crude oil is utilized as a primary raw ingredient by several sectors today, and hundreds of goods are derived from petroleum. Since the rising cost of oil has an impact on the demand for local currency, pushing up exchange rates, there is also a rising strain on local inflationary pressures. The pricing of international consumer products, capital equipment, and imported commodities, as well as local prices for goods and services denominated in foreign currency, may reflect the conversion rate's impact on these markets. Another possible effect of rising currency fluctuations on inflation is a rise in expected inflation and salary aspirations (Coibio & Gorodnichenko, 2015). An increase in oil prices, for instance, has a negative impact on the purchasing power of nations that import oil since the cost of imports rises while the cost of exports falls. If the monetary authority does not adjust its macroeconomic variables, a spike in the nominal currency rate would devalue the holdings of oil-importing nations and drive up demand for foreign reserves denominated in the United States dollar (Habib et al., 2016). After the 1973 and 1979 oil crises, researchers began to pay more attention to the consequences of the oil crisis on the macroeconomic conditions. As a result of the oil crunch, neoliberal ideas have gained popularity across the globe, and developing economies underwent a radical shift in the 1980s to adopt them. Since the state has become less influential in the economic system, capital flows and money markets have been liberalized, interest rates, as well as currency exchange, have been determined by the market, convertibility was achieved in 1989, and the dollarization trend has taken hold, the significance of macroeconomic policies has grown. Several upheavals have occurred throughout the globe as a result of this new approach. Most notably, there were crises in Chile and Mexico in 1982, the European Monetary System in 1992, Mexico in 1994, Asia in 1997, Russia in 1998, Turkey and Argentina in 2001, and the world economy in 2008 (Barkbu et al., 2012).

After 1980, a more accurate and adjustable exchange rate system was introduced; nonetheless, due to the limited participation of other market players, a restricted variable exchange rate mechanism was used. with the Asian Crisis of 1997 and the Russian crisis of 1998, shipments slowed, and currency rates changed once again.

The Central banks avoided a catastrophe by keeping up with the surging demand for foreign cash. Even though the drop in oil prices as a result of such crises helped lessen import strain, the current account deficit began rising to hazardous levels once more, and inflation stayed high when the economy contracted in 1999 in the wake of the dot com bubble. The 2008 financial crisis marked the beginning of a new era. As a consequence of the disruptions, global unpredictability grew dramatically, and macroeconomic indices such as development, unemployment, bond yields, asset prices, and currency rates began to vary. It is anticipated that this variability will persist until the long-term optimum value is reached. The downturn in demand in both industrialized and developing countries, particularly in the Chinese economy, resulted in the rise in commodity and oil price increases (along with energy prices) as shown in Figures 1 and 2. These figures also show that production slowed down, global trade decreased, and market participants anticipated a slow recovery in the nearest term because of those factors. For instance, the price of crude oil has dropped to its lowest level in 12 years, from 115 USD in 2014 to 30 dollars at the beginning of 2016 (Macrotrends, 2022). The sluggish prognosis of the world economy, the drop in performance in the Chinese economy, price competition, the FED's expansion in bond yields, and the increase in the values of the US dollar all played a role in this (Basher et al., 2012). The United States enhanced shale oil output, OPEC did not decrease its production, energy efficiency increased, and the US dollar appreciated. The Federal Reserve raised interest rates by 25 basis points to a range of 0.25 percent to 0.50 percent at the year's end of 2015. What signified is that the dollar made a global comeback and strengthened versus the rest of the currency market. Second, the price of oil and the currency have often moved in opposing ways over time. Oil and other commodities prices fall when the US dollar rises, while the opposite is true when the dollar falls (Arfaoui & Ben Rejeb., 2017).



Table1 Source: Macrotrends (2022)

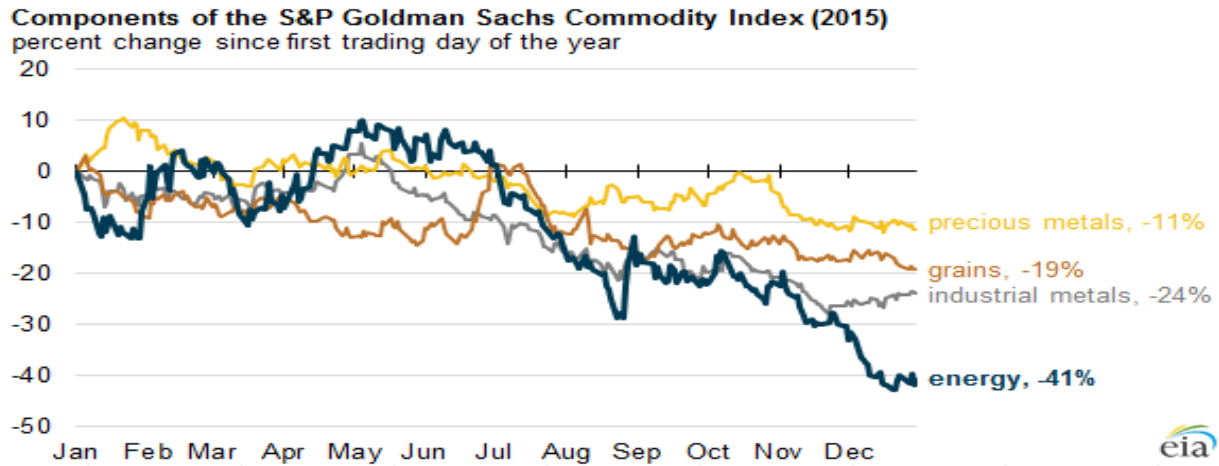


Table 2 Source: US Energy Information Administration

Furthermore, Table 3 shows that the expansion of the coronavirus epidemic, which managed to reach a worldwide scale in 2020 and triggered record price declines in the global economy, also contributed to the precipitous drop in oil and commodities prices (Jackson, 2021). As a result of the widespread spread of the Corona virus, industrial production, and human activity have both slowed significantly. As a result, there was an immediate drop in energy use. Oil prices started falling as a result of this decline in demand. As demand fell, supply cutbacks were made to maintain price stability. OPEC and certain non-OPEC nations agreed at the start of April to reduce daily oil output by 10%. (Stevens, 2020) Even with the price decreases, it seems that they were unable to stop the decline. For the reason that the decline in demand has outpaced the decline in supply. As industrial output has slowed, petroleum utilized in the industry has become less attractive. Transportation and automotive fuel usage have also seen a significant drop in demand throughout the outbreak. The demand for oil had indeed been low in recent years until people started moving and producing. The oil supply could not be significantly reduced despite the dramatic decline in demand brought on by the pandemic.

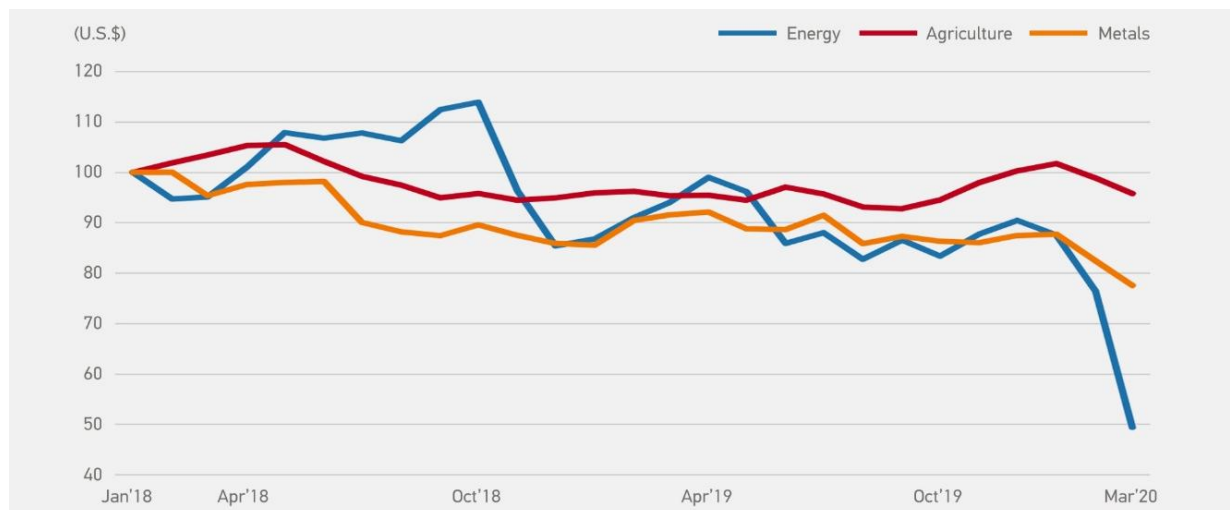


Table 3 Source: World Bank; CGTN

Literature Review

The literature on the subject provides a large amount of coverage of the topic of the correlation of crude oil prices with macroeconomic indicators. Especially, people have been curious about and discussing the good and bad consequences of the two great oil 1970s economic shocks on the economic systems of various nations and the world economy as a whole.

The available research on economics is replete with findings demonstrating that higher oil prices lead to lower levels of economic activity. Research on the topic has traditionally focused on the developed world, but recently, it has also received more attention in the developing world.

In their research, Gately and Huntington (2002) looked at the 96 most populous nations on Earth. They studied how price and revenue shifts affected energy use. It is found that oil importers outside of the OECD area, which have relatively sluggish and unequal income development, have a sustained income elasticity of 0.5. In addition, the research found that price rises prompted a faster response from energy consumption in both OECD and non-OECD nations than price drops did and that the pace of adjustment of energy consumption was lesser than shifts in income.

On the contrary, several scholars have attempted to clarify the impact of fluctuations in oil prices on departmental macroeconomic policy. In their research, Davis and Haltiwanger (2001) found that oil shocks account for 20-25% of job gains and 100% of the growth in macroeconomic policy. Furthermore, it may be seen that the rise in employment reacts differently to the rise and fall in oil prices. Oil price shocks were studied by Aye et al. (2014), who looked at how they affected demand and supply across different sectors.

From January 1998 until December 2008, Asteriou et al. (2013) used the Granger causality model and Vector Autoregression (VAR) methods to analyze the impact of oil price fluctuation on financial markets and bond yields in both net oil exporter and net oil importer nations. The research found that the relationship between oil prices and the short- and long-term financial markets was stronger than the relationship between the price of oil and the cost of borrowing. This significant relationship was found to be more prominent in oil-importing nations than in oil-exporting nations.

From December 31, 1992, till October 31, 2005, Basher, Haug, and Sadorsky (2018) used a multi-factor approach to estimate how fluctuations in oil prices in 21 emerging economies affected share prices. Their research led them to conclude that the periodicity of data utilized may affect the correlation between oil market sensitivity and share price gains within those nations. The authors of the research noted that fluctuations in oil prices have an impact on stock prices due to their impact on the cost structures of firms that do not produce oil.

Fang and You (2014) used a similar method to analyze the impact of fluctuations in oil prices on the stock markets of developing countries. The researchers determined that the sudden increase in oil prices had an influence on the stock in all 3 emerging economies, namely Russia, China, and India.

Methodology

This paper analyzes how U.S. policy in the Middle East influences global oil prices. This study employs a qualitative technique predicated on the in-depth examination of relevant texts and archival materials. The information used in this study comes from a wide variety of journals, newspapers, and governmental documents. Sources like Google Scholar, JSTOR, ResearchGate, and ProQuest are used for the research. "U.S. Middle East policy", "oil", "prices", "Petrodollar", "global economy", and similar phrases are utilized in the searches. Academic publications are prioritized. Only the publications most pertinent to the study's aims are used.

Understanding of the objectives and tactics of the authorities in the Arab World as well as the U.S. is provided through several official papers. Internet resources like those maintained by the United States Department of State and the United States Energy Information Administration serve as gateways to those materials. Recent affairs and advancements in the Middle East, as well as the United States, are continually shifting; therefore, newspaper reports constitute an additional part of the procedure for gathering information. Boolean expressions are used in the searches to narrow down the list of results. Proper citations are included. The investigation involves utilizing key phrases and sources to guarantee that the information gathered is exhaustive and indicative of the issue at hand. The research is also spread out over the course of many weeks. Academic journals, official records, and news items are all used in the information-gathering method. All information is gathered digitally and kept safely, and all quotations are properly credited and referenced.

This study employs a thematic analysis of the data obtained. We look for trends and correlations involving U.S. policies regarding the Middle East as well as the evolution of global market rates.

The study is deductive. Triangulation is used in the research to provide a more complete picture of the issue at hand. The results are examined in light of the prior literature to spot holes in the present investigation and provide avenues for further study. A thorough examination of the papers as well as books is required. The information is divided into overarching topics and more specific subtopics, and their interconnections are investigated.

Steps are made to guarantee the honesty and integrity of the study. Newspaper articles as well as other non-academic materials recede in importance to scholarly journals and official government materials. Moral concerns are considered throughout the study. Ethical concerns and steps are taken to assure the study's reliability and accuracy. Moreover, the study has used a mixed-methods approach, integrating quantitative as well as qualitative information processing to draw conclusions on the effects of U.S. oil policy in the Middle East on the global economy as well as the setting of pricing. The technique used in this study has been meticulously planned to assure the reliability of the results. The research strategy, data collecting, data processing, and ethical issues have all been detailed in this chapter's discussion of methodology.

Chapter 2. The Short-Term and Long-Term Effects of an Upsurge in The Value of Oil

It has been noticed that the short-term and long-term consequences of a rise in oil prices on the global economy are distinct. Short-term, a wealth shift takes place among oil producers and consumers, with the biggest impact seen by customers, and throughout the long-term investing choices shift, wealth generation and business output fluctuate on a global scale (Katircioglu et al. 2015). How much of a hit the economy takes from a rise in oil prices varies depending on a variety of factors, including the proportion of GDP allocated to oil prices, consumer propensity to save, the efficiency with which oil is used, and the penetration of other energy sources. When it comes to the price of oil on the international market, production expenses are also crucial. Typically, production and shipping expenses account for a third of overall expenditures. Members of OPEC have an edge above all other oil-producing nations due to the lower cost of oil production in the Arabian Peninsula compared to other places. The rising cost of oil is a contributing factor to the widening current account deficit.

Economies slow down as oil prices rise, but don't rebound as quickly when prices drop. Economic growth is dampened by rising oil costs more than it is boosted by falling ones. Since the world oil marketplace sets oil prices in US dollars, a weakening dollar affects the income of oil-exporting countries. A rise in oil prices might have a negative impact on low-income nations that buy oil. If oil prices drop, it would be good news for nations that buy their fuel in bulk. The biggest oil importer nations, including China, Japan, the United States, and European Union states, benefit from the price reduction. Fuel prices in the long haul are affected by the volume and consistency of investments in exploratory drilling, modernization, and extraction. States and oil businesses throughout the world must plan their investments in areas such as exploration for fresh reserves, technological advancement, extraction, refining, and distribution in light of projected oil prices.

2.1. The Impacts of Demand along with Supply on the Creation of Marketplaces That Are Important

It has been noted that fluctuations in petroleum prices reduce spending because of the effect they have on pricing, as well as how a decline in energy supply has an impact on economic activity, productive capacity, and job growth. Because of the unpredictability of the environment, such condition has a serious impact on choices about both expenditure and investment. These choices rely on how quickly and inexpensively power can be delivered. Although consumers are spending less on capital items, particularly vehicles, and homes, the effect these purchases have on the financial and capital markets continues to influence investment choices.

It is believed that the cost of oil plays a role in the incongruence as well as financial inefficiency in aspects of the reduction in employment formulated by the rising cost of oil and its impact on the rise in the overall price level. Among its key implications is that, in the near term, it brings about a fall in the desire for investment items. When there is a decline in prices, the need in certain industries falls, the jobless workforce is not moved to another location. As a result, it has been concluded that the notion that drops could play a restorative role in the slump that was caused by rises is incorrect (Hamilton, 2003: 5-7).

In the joint report backed by the International Energy Agency (IEA), Organization for Economic Co-operation and Development, as well as the research division of the IMF, it was noted that in the three years following the downturn in 2001, the GDP of OECD states reduced by 0.4% over the initial two years, with an oil price rise of \$10, under the presumption that the currency value remained the same. The ratio is 0.3% in the United States of America. Their impacts on GDP are significant in the near term in the Eurogroup, which is heavily reliant on imports. In developing nations that have substantial energy and particularly petroleum reliance and lower power utilization efficiency, their impacts are greater. Those same impacts result in a rise of 0.5% in inflation. In the European Monetary Union, which is largely reliant on imports, those impacts on the GDP are significant in the near run.

2.2. The Factors That Contribute to the Unpredictable nature of the Oil Market Rates

Even though conceptual and conventional empirical research conducted by organizations like the International Monetary Fund as well as the European Central Bank is inadequate, several research investigations have taken place to attempt to forecast the oil market prices at different periods. The marketization of the oil industry causes the marketplaces to respond fast, which makes it hard to arrive at accurate predictions owing to the economy's volatile nature. It's been noted that the accuracy of predicting pricing is poor, particularly during times whenever price movements are significant. Depending upon the quantity of space available for storing, the expectations surrounding the upcoming price of petroleum as a resource have a major influence on the process of deciding the spot rate. The forward price is the cost at which a commodity is purchased in the coming years. The spot rate is the cost at which a commodity is purchased in the present.

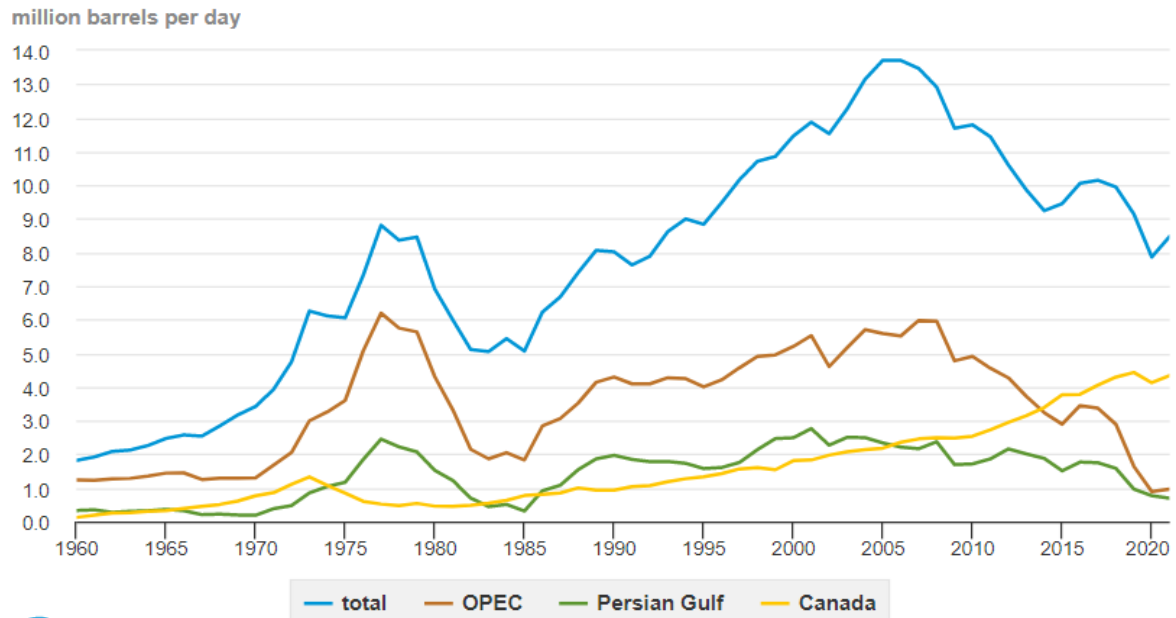
In the process of attempting to clarify the fluctuations in the price of oil, researchers have observed that it's hard to foresee the actual price movements using statistical data. The premise that petroleum is a scarce commodity, storing arbitrage, commercial futures contracts, and the comparatively small sensitivity of supplies as well as short-term demand, all of which make them susceptible to interruptions, are the primary factors that prohibit prices from becoming maintained in equilibrium. Researchers have noticed that there's not a good bond seen between oil market prices with the constant rise in fuel oil prices because of the growing demand for petroleum products, especially from emerging Asia, China, as well as India, in addition to the worldwide supply-and-demand disruptions that arise from plenty of macroeconomic factors.

Chapter 3: Distinct American Petrodollar Strategy

The United States has distinctive practices in comparison to other nations in its use of oil. 67.2% of America's oil consumption is for use in autos (EIA, 2022). As a result, the oil demand is rising at an exponential rate. Increasing fuel costs have an immediate and detrimental impact on American society. As a result, the United States government perpetually underwrites the price of gasoline to maintain its historically low levels. Although U.S. oil consumption was 7.26 billion barrels in 2021, just 9 percent of that total was imported from the gulf nations, and that share has been continuously declining (EIA, 2022). On the one hand, the United States is working to diversify its energy supply by producing domestic resources like shale oil, and on the other, it has just presented new oil-rich nations like Mexico as a potential substitute to the Gulf Region. Accordingly, the United States of America does not require the oil as well as natural gas that the Middle East possesses. The United States may have limited oil deposits, but it is the global leader in oil and gas production.

The USA has surpassed long-standing leaders like Saudi Arabia or Russia to become the biggest producer worldwide of natural gas and oil. The United States is becoming less reliant on oil imports, particularly from the Arabian Peninsula.

U.S. petroleum imports: total, and from OPEC, Persian Gulf, and Canada, 1960-2021



Data source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, Tables 3.3a, 3.c, and 3.3d, October 2022

From the opening of the year 2003, Iran has already been paying for its oil exports in euros. Moreover, Venezuela and Indonesia partly converted to the euro in oil sales. On the opposing side, Malaysia and Iran suggested that international commerce between Islamic nations should be conducted using freshly minted gold dinar money rather than the United States dollar or the euro. When it came to oil transactions, Iraq became the initial nation to make the changeover from the US currency to the euro in November of the year 2000. Tehran's aspirations to build nuclear weapons are not the source of tension between the United States and Iran; Iran's attempts to alter the petrodollar system and the probability of such operations causing damage to the United States are significant. Iran, in addition to its efforts to lessen the significance of the American dollar in international oil sales, is looking to undermine the authority and strength that the United States as well as major American corporations within that marketplace by creating multiple alternatives for the already established oil pipe infrastructure. The relocation of global commerce to the Middle East from the United States and Britain is one of the consequences that may result from the formation of Iran's Oil Market.

3.1. How Oil has been used as a tool of foreign policy

There has historically been a lengthy and substantial connection between oil and U.S. world politics, with oil being utilized as an instrument of international policy to accomplish strategic goals. The United States has an intense commitment to the petroleum resources of other nations, especially those located in the Middle East, due to its position as the world's biggest economy and its high oil consumption. This section of the article will examine the United States' utilization of various instruments of power to control the flow of oil, along with the strategies it has deployed and the consequences it has brought about.

3.1.1. Sanctions as an instrument of power

Sanctions are a frequent method of using oil as a geopolitical policy instrument. The United States has long used oil sanctions as an instrument of foreign policy to wield control over nations it views as threats. U.S. sanctions against the Islamic Republic of Iran are a prime example of how powerful states can employ oil as an instrument of foreign policy. The United States placed sanctions against Iran's economy in 1979, primarily affecting the country's oil shipments. Inflationary increases, wage stagnation, and destitution were all results of the United States sanctions against the Iranian economy. The price of crude oil saw the effects of those same restrictions. U.S. sanctions against Iran date back more than 40 years and were only partially lifted after the Iran nuclear agreement in 2015, only to be discarded by the Trump presidency the following year.

The United States sanctions targeting Iraq in the 1990s are another representation of the utilization of oil as an instrument of foreign policy. U.S. sanctions on Iraq during the Gulf War of 1991 entailed limits on the country's ability to export oil. There was rampant starvation, sickness, and mortality among the Iraqi people as a consequence of U.S. sanctions. Sanctions had a disproportionately large effect on the civilian population, resulting in immense misery and thousands of fatalities. Sanctions resulted in an upsurge in the amount of corruption that occurred as well as participation on the black market. These processes eventually resulted in the upsurge of prices of oil in the global market.

3.1.2 The Provision of Aid and Assistance as A Tool of Foreign Policy

The United States has exploited oil both militarily and economically as an instrument of foreign policy, alongside interventions and sanctions. Technical aid, financial backing, and new facilities are all examples of this kind of help. Several economic goals have prompted the offering of aid and support to oil-producing nations. The United States has prioritized increasing the oil that is available to the international economy by encouraging economic growth in oil-rich nations. The United States has worked to stabilize oil prices and maintain a stable amount of petroleum for national use by aiding in the development of the infrastructure and technological knowledge required to retrieve and produce oil. For instance, after the 1940s, the United States supported Saudi Arabia. The United States has attempted to increase its influence over the global oil market by establishing dependent ties with oil-producing nations via the provision of financial and technical aid. After invading Iraq in 2003, the United States has supplied substantial aid to help rebuild the state's oil refineries and boost output.

Supporting oil-producing nations via assistance and financial support may improve regional political resiliency and peace. The United States may help foster circumstances conducive to petroleum extraction and transportation by investing in economic growth and offering aid to countries. The United States of America has been of significant support to Egypt in the form of monetary support and technical knowledge to increase the nation's petroleum reserves. Egypt's oil industry has benefited from the aid offered by the United States, enabling the country to boost its production capacity, modernize, and adopt new technology. The United States and the oil-producing nations' economies have benefited greatly from the supply of technical and financial support. Economic growth and a rise in the worldwide supply of oil, thanks in part to U.S. aid, have assisted in keeping prices stable and guaranteeing a consistent oil supply for local use. Oil-producing nations have developed a dependence on the United States for technical as well as financial help. The U.S. wants to dominate the economics of other countries, and the giving of help and assistance may be considered a sort of neo-colonialism.

Chapter 4: TURKEY: An Example of a State with A Sizeable Industrial Capacity in A Constant Need for Oil Imports

The most significant components of the overall expense of manufacturing are the input expenses for crude oil and natural gas. The majority of Turkey's need for petroleum is supplied by imports. Fluctuations in energy prices have a substantial influence on manufacturing enterprises and the nation's economic performance. Exchange rate swings impact energy prices and the prices of intermediate products and raw materials. This drives up input expenses and renders prices more unpredictable.

Turkey's export industries rely heavily on imports, and the country has a significant necessity for international currency. A rise in exchange rates could potentially favor global exports by giving firms a price advantage. The primary reason for selecting Turkey as a case study is its significant manufacturing base, which is directly tied to oil imports. Shifts in currency exchange rates and Brent oil valuation significantly impact input prices and share returns. Economic expansion raises fuel demand, increasing energy prices, which affects financial markets and share prices. The Turkish economic system is exposed to risks regarding exchange rates. Oil is an essential component of Turkey's industrial base. Fluctuations in oil prices have a sizeable bearing on manufacturing expenditures and exports. There is a positive connection between Brent oil price fluctuations, USD exchange rate, and share index returns. Movements in the USD have unequal impacts on stock market returns of manufacturing firms.

Oil is a significant component of contemporary economies due to industrialization. Emerging countries have increasing energy demand. Oil price swings influence investment returns and stock markets. Turkey is a significant energy gateway and imports large amounts of oil. Disruptions in the oil market influence national indexes. The current account balance of Turkey is sensitive to oil price fluctuations. Rising petroleum import costs strain the current account and may cause inflation. Oil prices affect economic expansion and business profitability. Turkey's high manufacturing output demonstrates the critical role of energy prices. Discovering the causal relationship between oil prices and stock market strength is essential. Changes in the stock index influence international investments, capital provision, interest rates, and exchange rates. Economic plans require extra attention due to these impacts. Forthcoming research should consider national variations, macroeconomic variables, and developmental phases among nations.

Chapter 5: Shifting Global Power Balance

The current global distribution of power has significantly influenced the United States' approach to the Middle East. Since the end of WWII, the US has been the preeminent power in world politics. The growth of China and the resurgence of Russia have threatened this status. The United States shows economic and military strength in the Arabian Peninsula to preserve its global power. The US faces resistance from China, Russia, Iran, shifting power in Syria, and various rebel groups. US Middle East strategies are influenced by its strategic objectives and the larger geopolitical struggle for worldwide authority.

5.1. The People's Republic of China

US policy in the Middle East has been influenced by geopolitical shifts. China's rise as a global power challenges US regional dominance. China relies increasingly on Middle Eastern oil and has invested in Saudi Arabia, Iran, and Iraq, gaining economic influence. US control over oil and military presence has been challenged by China's rise. Competition affects international oil markets and regional economies. The US boosts domestic petroleum production and strengthens ties with Saudi Arabia, UAE, and Israel to counter China's influence.

5.2 The Russian Federation

The US faces rivalry from other powers in the Middle East. Russia has strong ties with Iran and Syria and has increased its influence in the region. Russian military actions in Syria have altered regional power dynamics. US and allies worry Russia may gain influence at their expense. Russia's activities affect the global oil market, including stabilizing prices via OPEC agreements and supporting sanctioned nations. Russia's growing presence threatens US hegemony and impacts regional strategy and oil markets.

5.3. The Islamic Republic of Iran

Tehran has emerged as a major geopolitical player. Iran is a key oil supplier with influence in Iraq, Syria, and Lebanon. US dominance in the Middle East is challenged by Iran, increasing rivalry over regional power and oil. US measures include sanctions, military threats, and support for allies like Saudi Arabia and Israel. Relations between the US and Iran affect global oil trade and prices. Tehran's nuclear program and US withdrawal from the nuclear deal have intensified regional tensions and impacted oil markets. Iran's rise threatens US status and continues to shape American Middle East policy.

5.4. Power Relations in Syria

The Syria crisis has had major international impacts. Regional and global powers, including the US, Russia, Iran, and Turkey, are involved. Violence has disrupted oil production and supply lines, affecting global oil trade and prices. US involvement includes supporting Kurdish forces to counter Russia and Iran, causing tensions with Turkey. Saudi Arabia is also engaged to limit Iranian influence. The crisis affects US Middle East strategy, regional power dynamics, and global energy security.

5.5 Growing Anti-American attitude in the whole region.

Rising anti-American sentiment threatens US influence in the Middle East. It has been fueled by support for autocratic regimes, the 2003 Iraq invasion, and backing for Israel, strengthening non-state actors like Hezbollah, Hamas, ISIS, and al-Qaeda. These groups challenge US-backed governments, increase terrorism, and disrupt oil production and shipping, affecting global oil prices. Historical examples include Iran's 1979 halt in oil shipments and ongoing conflicts like Yemen.

The shifting global power balance further complicates US strategy. China's rise, bolstered by the Belt and Road Initiative, increases its dependence on Gulf oil, intensifying competition with the US. Russia's close ties to Iran and Syria and military involvement in the region pose additional challenges. Iran, as a major oil supplier and regional power, contests US dominance, influencing oil markets.

In response, the US has strengthened military and economic ties with regional allies like Saudi Arabia, the UAE, and Israel, and boosted domestic oil and gas production to limit reliance on Middle Eastern energy. Overall, US Middle East policy is shaped by geopolitical competition, regional instability, and the critical link between energy security and global oil markets.

Chapter 6: Policy Recommendations to Challenge U.S Middle East Policy of Strategic Hegemony

Scholars and officials alike have been more concerned and critical of U.S. geopolitical predominance in the region in the past few decades. There has been increased suspicion of American motivations and a rise in regional instability, according to critics of the United States' strategy (Ülgül,2020; Rubin. 2021). Guidelines for policy change are needed that question the United States' existing course of action and provide other ways to foster security and stability in the region. Greater regional involvement, an increased focus on diplomatic and multilateral cooperation, and a reevaluation of the United States' relationship with major regional players are just a handful of the ideas that will be laid forth in the following piece of paper.

6.1. Potential New Alliances to Counter the Effects Of U.S Policy of Hegemony in The Middle East on Oil Prices

The desire to ensure access to petroleum resources and retain the power to regulate the global price of energy, especially oil prices, has long been a driving factor in U.S. strategy in the Middle East. While this strategy has been effective in protecting U.S. economic interests and maintaining U.S. hegemony in the area, it has posed difficulties for the world's economy, most notably in the form of rising oil prices.

Alternative collaborations might be investigated as a means of overcoming these obstacles. The United States isn't the only major country interested in the region's prospects for its oil reserves. As a result of expanding industrialization and demographic size, several parts of the globe, including certain countries in Asia, Africa, and Europe, have come to prominence as prospective markets and consumers for natural gas and crude oil, and the following sections will demonstrate particular prospects that offers enormous potential.

6.1.1. China

China's rise as a global power has been accompanied by a growing demand for energy, making the Middle East—a major oil supplier—a focal point of its strategy. Over the past decade, China has expanded its involvement in the region to secure energy supplies and increase geopolitical influence. Chinese state-owned enterprises, such as the China National Petroleum Corporation (CNPC), have invested heavily in oil and gas projects in Iran, Iraq, and Saudi Arabia.

Beyond energy, China has funded infrastructure initiatives—including ports, railroads, and pipelines—to facilitate trade and provide alternative energy transport routes. These efforts give Middle Eastern countries leverage to reduce dependence on the U.S. market and negotiate better terms for their resources.

China's expanding presence has caused concern in the U.S., which has long been the dominant actor in the region. While China's influence may challenge U.S. hegemony, it is unlikely to diminish in the near future, given China's growing economy and persistent energy needs. Middle Eastern nations, especially Iran, may benefit by diversifying partners and boosting revenues, but policymakers must monitor China's activities to ensure regional stability and protect the interests of other major actors.

6.1.2. India

India, with one of the world's fastest-growing economies and high energy consumption, is an attractive trade partner for Middle Eastern nations. As the third-largest oil consumer, India is a key market for Middle Eastern oil exports. Their shared cultural and economic heritage allows room for stronger collaboration. India's growing energy demand has made it a major player in the global energy market. Middle Eastern nations, seeking to diversify and reduce dependence on oil, find India appealing (Cohen, 2022; ET Online, 2022). There is potential for a mutually beneficial relationship. By supplying India's rising energy needs, Middle Eastern nations can expand exports and India can diversify imports at favorable prices.

India has recently strengthened relations with Middle Eastern countries. Long-term energy security is a priority for both India and Saudi Arabia, leading to a bilateral agreement to stockpile emergency crude reserves. The Indian Strategic Petroleum Reserves Limited (ISPRL) leased part of the 2.5 million tonne Padur storage from Saudi Aramco (Chadhury, 2019). India also invested \$600 million in Abu Dhabi National Oil Company reserves in the UAE (Baghci, 2018). In September 2019, PM Narendra Modi visited the UAE and Bahrain to develop trade and strategic ties (Matthew, 2019). Modi's foreign policy strengthens India's trading relations with the Gulf, while remaining neutral in regional conflicts.

Geopolitical events have influenced India–Middle East cooperation. China's rise as a major power has shifted regional influence. To balance China, India has strengthened ties with Middle Eastern nations. U.S. sanctions on Iran and Iraq have pushed India to diversify energy sources. The COVID-19 pandemic highlighted the need for closer cooperation to protect the energy sector. In October 2022, Saudi Energy Minister Prince Abdulaziz bin Salman visited India to strengthen energy ties. India relies on Saudi Arabia for 18% of oil and 22% of LNG imports, making the relationship strategic (Narayanan, 2022). Oil prices are affected by demand, supply, conflicts, and financial speculation. Cooperation between India and Middle Eastern nations can reduce market dependence and stabilize prices. By diversifying partners, Middle Eastern states can counter U.S. strategic influence, create a more secure energy market, and reduce volatility.

6.1.3. Europe

A change in the worldwide energy balance came about as a direct result of the Russian invasion of Ukraine in 2022. This change was most noticeable in Europe. Middle Eastern states identified a possibility to deepen their ties with European nations as Europe started to wean itself off of its dependency on energy supplied by Russia. These countries also saw a chance to perhaps bargain better pricing for their natural assets. The region's economy has always placed a significant amount of its reliance on the market in the United States for the sale of its energy exports; however, the events that transpired in 2022 brought to light the necessity of diversifying and other collaboration arrangements.

The region around the Persian Gulf has been an important supplier of natural gas and petroleum for a very long time, and Europe is a big user of both of these commodities. The crisis between Russia and Ukraine brought to light the need of diversifying one's supply chain, especially in situations in which one of those suppliers is involved in antagonistic behaviour (Siddi, 2022). As a direct reaction to this, Europe has been making efforts to increase the variety of its sources of energy and decrease its reliance on energy supplied by Russia. This gives a chance for states of the Middle East to improve their connections with the different countries of Europe while offering an alternative supply of energy.

The expanding connection that binds the United Arab Emirates (UAE) with Germany is one illustration of this tendency. The United Arab Emirates and Germany agreed to investigate potential areas of collaboration in the energy industry by signing an agreement of agreement in 2022 (Habibic, 2022). The accord places an emphasis, in addition to that placed on petroleum and natural gas, on alternative and sustainable forms of energy. The United Arab Emirates (UAE) is lessening its dependency on the market in the United States and increase its ability to access marketplaces in Europe via the formation of a partnership with Germany. In turn, Germany is working on expanding its sources of energy to lessen its reliance on the energy that is produced in Russia.

Several additional countries in the Middle East are also investigating the possibility of forming alliances with states in Europe. For instance, Saudi Arabia has been expanding the number of goods it ships to Europe and has been actively attempting to forge deeper relations with significant countries in Europe, like Germany and France (Alhamawi, 2022, Arab News, 2023). These collaborations have the potential to create possibilities for investment as well as economic expansion in addition to the provision of an alternate source of energy.

The move toward more intimate ties between nations in the Middle East and European states also has repercussions for the international oil market. As nations in the Middle East increase their access to other markets, there is a chance that they will be prepared to reach agreements on higher prices for the commodities that they export. This might result in more competition and perhaps reduced oil prices, both of which have the possibility to significantly affect the economy of the entire globe.

Yet there also exist other obstacles that come along with this change in the dynamics of energy. Because Europe is a very competitive market, nations in the Middle East are going to have to be ready to provide pricing that is highly competitive as well as supply networks that are dependable in order to position themselves as significant energy partners. Furthermore, there is the potential for forging tighter relationships with European states to present some political problems. In spite of these obstacles, the move toward more intimate ties between nations in the Middle East and Europe promises tremendous potential for both of these regions (Furness & Markus, 2021).

Middle Eastern nations may lessen their dependence on marketplaces in the United States and perhaps bargain more favourable rates for their natural assets if they diversify the sources of their energy and broaden their access to alternate markets. This will allow nations to increase their economic opportunities. Simultaneously, European countries may lessen their reliance on energy supplied by Russia while forming new relationships for economic expansion and investment. These relationships are going to become more vital for both areas for them to fulfil their energy and economic objectives as the world's energy equations keep altering.

6.2 Diplomatic Efforts to Restore Stability

The region around the Persian Gulf holds an essential function in the worldwide supply of energy, which is important for both exporting and importing countries. Nevertheless, the region's economic progress has been stunted by ongoing wars and unsteadiness, which has resulted in a major effect on oil prices throughout the world. As a result, the orderly functioning of the energy market relies on Middle Eastern countries making diplomatic initiatives to maintain regional peace and settle crises. In this part of the article, we will address the significance of diplomatic efforts concerning the Middle East, as well as investigate current geopolitical changes in the area that have had an impact on the energy sector. Furthermore, we will investigate the effects of these alterations on the worldwide price of oil and the region's contribution to shaping them.

6.2.1. Syria

The Syrian civil war is a major geopolitical event that has had far-reaching consequences for the whole Middle Eastern area. The international energy industry has felt the effects of the war's destabilization since its inception in 2011. The crisis has disrupted the extraction and distribution of petroleum and natural gas from various big producers in the area, even though Syria itself is not a large oil exporter (Almohamad & Dittmann, 2016). Oil extraction and shipment have been drastically reduced as both the Damascus administration and opposition factions have attacked energy facilities, particularly fields of petroleum and transmission lines, in the ongoing civil conflict (Jaffe & Ellass, 2015). Due to this interruption in oil extraction and transportation, oil prices worldwide have risen.

In addition, the Syrian crisis has heightened hostilities between regional heavyweights, most notably Saudi Arabia and the Islamic Republic of Iran (Akbarzadeh, 2022). Syria's Assad government has received significant backing from Tehran, while the Syrian opposition has received assistance from Riyadh. This backing for opposing groups has exacerbated a geopolitical rivalry involving the two nations. It has been difficult to negotiate a diplomatic resolution to the Syrian crisis because of the antagonism involving Saudi Arabia and Iran.

In order to avoid further delays in the petroleum industry and preserve stable oil prices globally, diplomatic actions to end the Syrian crisis and foster regional peace are essential. Resuming oil extraction and transportation in the area after a political settlement in Syria would lessen the likelihood of supply interruptions and their effect on the price of oil worldwide.

6.2.2. Yemen

The price of petroleum and the stability of the Middle East have been significantly affected by the continuing war in Yemen. Millions of people have been forced to flee their homes since the violence broke out in 2015 (Jaffe & Ellass, 2015). Meanwhile, the number of fatalities is climbing. Since Riyadh and Tehran are directly involved in the crisis in Yemen as proxies, the two countries have come into immediate tension with one another. The Iranian-backed Houthi insurgents in Yemen have been met with support from Saudi Arabia and its close collaborators. Oil extraction and distribution have been severely impacted by the war, especially in the Strait of Bab el-Mandeb, a vital route for transporting oil from the Arabian Peninsula to Europe (Khoshnaw, 2022). Because of its strategic location among Yemen, Djibouti, and Eritrea, the Strait has the potential to significantly impact world oil prices if oil transportation is interrupted (Cordesman, 2019). Due to the Houthi rebels' repeated assaults on Saudi petroleum tankers in the Strait, the cost of transporting oil and the cost of insurance for shipping vessels have both gone up. The prices of petroleum worldwide have risen as a result.

The war in Yemen has not only disrupted oil delivery but also caused a humanitarian catastrophe. Many people have gone famished, and others have fallen victim to cholera due to shortages of clean water and medicine. Millions have been displaced, and many have sought asylum in neighboring nations. With investors worried about supply interruptions and the possibility of greater violence, the instability of the region has contributed to the increase in the price of oil worldwide (Smith, 2022).

Preventing further breakdowns in the energy system and maintaining steady oil prices necessitates diplomatic actions to end the crisis in Yemen and foster peace in the area. In the past few years, there have been numerous instances of peace negotiations with the United Nations' participation. A sustainable peace accord has not yet been struck. The humanitarian situation in Yemen may be eased and regional peace and security improved if the war there could be resolved, fostering long-term economic development and helping maintain steady oil prices worldwide.

6.2.3. Qatar and Saudi Arabia

The continuous conflict that Saudi Arabia engaged with Qatar has had a considerable influence on the region and global oil prices. In 2017, Riyadh alongside other Gulf nations cut off all trade with Qatar, blaming it for funding terrorist activities and maintaining connections to Iran (DW, 2017). Many of the globe's greatest crude oil reserves are located in the Gulf region, and this conflict has disrupted oil extraction and shipment. Qatar's oil and gas exports via pipelines in Saudi Arabia and the UAE have been affected. Since then, Qatar has been obliged to divert some of its energy imports and exports via the Bab el-Mandeb or Strait of Hormuz. The closing of Qatar's sole land frontier with Saudi Arabia has also impacted regional trade. Raised instability in the price of oil worldwide may be attributed in part to the dispute. Geopolitical tensions in the Persian Gulf region are a major factor in oil price volatility.

Stabilization in the area and steady world oil prices depend on diplomatic attempts to resolve the dispute. Several promising advances occurred in the United States mediating efforts. The boycott of Qatar was lifted in January 2021 when the GCC confirmed that Saudi Arabia, Bahrain, the UAE, and Egypt would resume political and economic connections with Qatar (Swilam, 2023). However, several problems remain unsolved, and hostility between the two nations persists. The competition is projected to continue due to opposing regional goals. Maintaining diplomatic endeavors to support regional peace and prevent further disruptions to the energy market is critical. Ensuring steady global oil prices necessitates diplomatic actions to settle the conflict and support peace in the area. All sides must remain in contact and attempt to work together to resolve the issue amicably.

6.3 Alternative Approaches for the U.S to Ameliorate Relations

For quite some time, oil and stability in the region have been at the forefront of America's foreign policy priorities in the Arab World. Yet, the United States' long-term objectives and the political and financial growth of the area have suffered as a result. In this part, we'll look at methods for a more politically and economically viable Middle East approach. To promote peace and safeguard American interests, the United States has long maintained a strategy of military involvement. Unfortunately, such a strategy often fails and causes further unrest. Negotiations and communication would take precedence over armed intervention. Strategy should emphasize diplomatic and political means over military involvement. Honest engagement with public bodies, civil society groups, and other players would focus on establishing areas of agreement via compromise. The United States and the Gulf Region would benefit from a more consistent climate conducive to economic development and investment. Military involvement is expensive and riskier. Regional disputes have deep social, ideological, and institutional origins that need ongoing communication and collaboration. Prioritizing communication may address core frustrations and foster long-term stability. Strategy should also emphasize economic growth and opportunities. The United States can help make the area less susceptible to violence by emphasizing economic growth. This includes financial backing for infrastructure, generating employment, and supporting existing businesses. Encouraging economic growth opens new markets for American firms and employees. It may also solve structural complaints like high unemployment, fostering political stability. Investing in economic growth can create a more stable Arabian Peninsula and new opportunities for the United States. Renewable power and non-oil energy would lessen dependence on oil and reduce conflict risks. This also contributes to global environmental sustainability.

Another method is human rights and democratic reform. The United States may foster democratic principles and human rights via nonviolent methods instead of backing corrupt governments. Supporting human rights, free journalism, and NGOs through technical and financial help is one option.

Diplomacy and financial power can encourage autocratic nations to uphold democratic principles. Advocating for democracy may help develop peaceful and secure communities. This approach may improve trust in the United States. Democratic and transparent nations have greater potential for innovation and economic growth. Promoting democracy and human rights aligns the Middle East more with U.S. principles and interests.

Moreover, multilateralism and collaborative partnerships are essential. The United States may engage with other nations and global institutions instead of relying on armed pressure. Organizations like the UN and Arab League can advance regional peace and security (Allen et al., 2017). Cooperation can ease tensions and find common ground. The United States can also encourage other nations to contribute resources to solve regional issues like terrorism, refugee crises, and environmental destruction. By stressing multilateralism, the United States can develop more effective and lasting responses (Bureau Of Conflict And Stabilization Operations, 2022). This increases confidence and collaboration between the United States and other nations. Stability, peace, and prosperity in the Middle East benefit everyone.

In sum, outside conventional methods, there are alternative approaches for a long-term viable Middle East policy. Civil rights and democratization advocacy, economic growth, and multilateralism are central strategies. Each has advantages and disadvantages but aims to protect American interests while bolstering long-term regional security and development. Officials must opt for methods consistent with these goals to strive for a viable and equitable future.

Conclusion

As industrialization moves forward, oil becomes a crucial component of all industrialized nations. While wealthy nations have excellent energy productivity, emerging countries' economies have rising energy needs. In many emerging market economies, the use of petroleum is vital. Because of this, the economy of those nations is more vulnerable to fluctuations in oil prices. Oil price swings influence the stock market's performance. Nations throughout the Middle East with a plentiful oil supply view the correlation of oil prices with stock market index value as contentious, while oil-importing nations like Turkey see it as vital. To comprehend the consequences of oil price variations on stock indices, it is vital to expose the causation pattern connecting oil prices with stock market value. Investments in the nation's stock exchanges rise in response to a spike in the index's value. The overall capital within nations is impacted by foreign investments, which also affects currency exchange rates and interest rates. The findings show how American hegemony in the Middle East is linked to management of oil supplies and dominance over nations as producers or consumers of oil.

The US position regarding the Gulf is shaped by political, economic, and strategic stakes in oil. This approach includes advancement and continued operation of petroleum pursuits, keeping oil flowing reliably and cheaply, preventing the region from falling under adversary control, and stopping the misuse of authority that would impede oil delivery. This stance is reflected in U.S. foreign policy, notably after the Gulf Wars. Multinational corporations can occasionally use the inclinations of American collaborators for advantage, which demonstrates U.S. hegemony in practice. Oil has continually been the most strategically valuable commodity globally. Its impact on the economy and international policy will remain until new energy sources meet industrial needs. Governments may set effective operational and strategic objectives with this knowledge. The United States' image as a global powerhouse stems from its hegemony over key energy-producing areas. Only if the United States maintains control in energy-related regions can it govern the international order to maintain global supremacy. Protecting American energy interests requires friendly partners, not foes. Due to declining strength and rising challenges to its hegemony, the United States has shown hints of being unable to protect these objectives independently. Nevertheless, it relies on military might and hard-line policies rather than collaboration, prompting anti-Americanism globally. This benefits Russia and China. All crises, disputes, and battles in the Middle East since the twentieth century have mostly been linked to control over the region's oil reserves.

List of references:

- Abbasi, S. N., & Nasir, S. (2021). Hybrid Warfare: A Reorientation of Russian Foreign Policy in Syria. *Pakistan Journal of International Affairs*, 4(2).
- Akbarzadeh, S., Gourlay, W., & Ehteshami, A. (2022). Iranian proxies in the Syrian conflict: Tehran's 'forward-defence' in action. *Journal of Strategic Studies*, 1-24.
- Al Salehi, H. (2021). *The Saudi-led Intervention in Yemen* (Doctoral dissertation, Lebanese American University).
- Alagidede, P., & Ibrahim, M. (2017). On the causes and effects of exchange rate volatility on economic growth: Evidence from Ghana. *Journal of African Business*, 18(2), 169-193.
- Alamgir, F., & Amin, S. B. (2021). The nexus between oil price and stock market: Evidence from South Asia. *Energy Reports*, 7, 693-703.
- Alhamawi, L. (2022, July 29). *The strategic partnership that underpins the enduring Saudi-French relationship*. Arab News. <https://www.arabnews.com/node/2131146/world>
- Allen, C., Nejdawi, R., El-Baba, J., Hamati, K., Metternicht, G., & Wiedmann, T. (2017). Indicator-based assessments of progress towards the sustainable development goals (SDGs): a case study from the Arab region. *Sustainability Science*, 12, 975-989.
- Almohamad, H., & Dittmann, A. (2016). Oil in Syria between terrorism and dictatorship. *Social Sciences*, 5(2), 20.
- Andrews-Speed, P., & Lixia, Y. (2021). China's evolving energy relations with the Middle East. In *Routledge Handbook ON China–Middle East Relations* (pp. 227-244). Routledge.
- Arab News. (2023, May 5). *Saudi Arabia's energy minister seeks to boost ties with Germany during visit*. <https://www.arabnews.com/node/2297596/business-economy>
- Arfaoui, M., & Ben Rejeb, A. (2017). Oil, gold, US dollar, and stock market interdependencies: a global analytical insight. *European Journal of Management and Business Economics*, 26(3), 278-293.
- Asteriou, D., Dimitras, A., & Lendewig, A. (2013). The influence of oil prices on stock market returns: empirical evidence from oil exporting and oil importing countries. *International Journal of Business and Management*, 8(18), 101-120.
- Aye, G. C., Dadam, V., Gupta, R., & Mamba, B. (2014). Oil price uncertainty and manufacturing production. *Energy Economics*, 43, 41-47.
- Azadeh, A., Shafiee, F., Yazdanparast, R., Heydari, J., & Keshvarparast, A. (2017). Optimum integrated design of crude oil supply chain by a unique mixed integer nonlinear programming model. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 56(19), 5734-5746.
- Bagchi, A. (2018, February 11). *ONGC, partners acquire 10% stake in Abu Dhabi oilfield for \$600 million*. Business Today. <https://www.businesstoday.in/latest/economy-politics/story/ongc-partners-acquire-10-per-cent-stake-in-abu-dhabi-oilfield-for-600-million-dollar-101484-2018-02-11>
- Barkbu, B., Eichengreen, B., & Mody, A. (2012). Financial crises and the multilateral response: What the historical record shows. *Journal of International Economics*, 88(2), 422-435.
- Basher, S. A., Haug, A. A., & Sadorsky, P. (2012). Oil prices, exchange rates and emerging stock markets. *Energy economics*, 34(1), 227-240.
- Basher, S. A., Haug, A. A., & Sadorsky, P. (2018). The impact of oil-market shocks on stock returns in major oil-exporting countries. *Journal of International Money and Finance*, 86, 264-280.
- Beck, M. (2020). The aggravated struggle for regional power in the Middle East: American allies Saudi Arabia and Israel versus Iran. *Global Policy*, 11(1), 84-92.
- Bentley, R. W. (2002). Global oil & gas depletion: an overview. *Energy policy*, 30(3), 189-205.

Bernanke, B. S., Gertler, M., Watson, M., Sims, C. A., & Friedman, B. M. (1997). Systematic monetary policy and the effects of oil price shocks. *Brookings papers on economic activity*, 1997(1), 91-157.

Berriault, L. (2022, April 20). *China's growing economic impact on the Middle East*. GIS Reports. <https://www.gisreportsonline.com/r/china-middle-east/>

Bielecki, J. (2002). Energy security: is the wolf at the door?. *The quarterly review of economics and finance*, 42(2), 235-250.

Bonizzi, B., Kaltenbrunner, A., & Powell, J. (2020). Subordinate financialization in emerging capitalist economies. In *The Routledge International Handbook of Financialization* (pp. 177-187). Routledge.

Bridge, G., Özkaynak, B., & Turhan, E. (2018). Energy infrastructure and the fate of the nation: Introduction to special issue. *Energy research & social science*, 41, 1-11.

Bureau Of Conflict And Stabilization Operations. (2022, July 15). *United States strategy to prevent conflict and promote stability*. United States Department of State. <https://www.state.gov/united-states-strategy-to-prevent-conflict-and-promote-stability/>

Burton, G. (2019, August 6). *India's "Look west" policy in the Middle East under Modi*. Middle East Institute. <https://www.mei.edu/publications/indias-look-west-policy-middle-east-under-modi>

CGTN. (2020, April 24). *Most commodity prices to drop in 2020 amid pandemic: World Bank*. Jiang Zemin passes away - CGTN. <https://news.cgtn.com/news/2020-04-24/Most-commodity-prices-to-drop-in-2020-amid-pandemic-World-Bank-PXoQMdwGas/index.html>

Chadhury, D. R. (2019, October 29). *India signs deal with Saudi Arabia for strategic oil reserves & retail matters*. The Economic Times. <https://economictimes.indiatimes.com/news/politics-and-nation/india-signs-deal-with-saudi-arabia-for-strategic-oil-reserves-retail-matters/articleshow/71811385.cms?from=mdr>

Chen, Y., Xu, J., & Hu, M. (2022). Asymmetric volatility spillovers and dynamic correlations between crude oil price, exchange rate and gold price in BRICS. *Resources Policy*, 78, 102857.

Chodorow, A. (2016). Bitcoin and the definition of foreign currency. *Fla. Tax Rev.*, 19, 365.

Cohen, A. (2022, August 19). *India, The Rising Power, Is Seeking Oil From The Middle East And Russia*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/arielcohen/2022/08/19/india-the-rising-power-is-seeking-oil-from-the-middle-east-and-russia/?sh=26087aef7b1e>

Coibion, O., & Gorodnichenko, Y. (2015). Is the Phillips curve alive and well after all? Inflation expectations and the missing disinflation. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 7(1), 197-232.

Cordesman, A. H. (2019). The Strategic Threat from Iranian Hybrid Warfare in the Gulf. *Center for Strategic and International Studies*, 13.

Das, H. J. (2019, September 4). *Narendra Modi's visit to UAE and Bahrain*. Vivekananda International Foundation | Seeking Harmony in Diversity. <https://www.vifindia.org/article/2019/septembr/04/narendra-modi-s-visit-to-uae-and-bahrain>

DAVIS, S.J. and J. Haltiwanger, "Sectoral Job Creation and Destruction Responses to Oil Price Changes", *Journal of Monetary Economics*, 48(3), 2001, pp.465-512.

Doğrul, H. G., & Soytaş, U. (2010). Relationship between oil prices, interest rate, and unemployment: Evidence from an emerging market. *Energy Economics*, 32(6), 1523-1528.

DW. (2017, June 5). *Arab states cut ties with Qatar* – DW – 06/05/2017. [dw.com. https://www.dw.com/en/arab-states-cut-ties-with-qatar-in-terror-spat/a-39115580](https://www.dw.com/en/arab-states-cut-ties-with-qatar-in-terror-spat/a-39115580)

ET Online. (2022, September 15). *Saudi beats Russia to become India's second-largest oil supplier in August*. The Economic Times. <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/foreign-trade/saudi-beats-russia-to-become-indias-second-largest-oil-supplier-in-august/articleshow/94217838.cms>

Fang, C. R., & You, S. Y. (2014). The impact of oil price shocks on the large emerging countries' stock prices: Evidence from China, India and Russia. *International Review of Economics & Finance*, 29, 330-338.

Fettahoğlu, S. (2019). Relationship Between Credit Default Swap Premium and Risk Appetite According to Types of Investors: Evidence From Turkish Stock Exchange. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi (MUVU)/Journal of Accounting & Taxation Studies (JATS)*.

Fulton, J. (2020). Situating Saudi Arabia in China's belt and road initiative. *Asian Politics & Policy*, 12(3), 362-383.

Furness, M., Markus L. (2021, 18). *Focussing European cooperation with the Middle East and North Africa on social contracts*. German Institute of Development and Sustainability (IDOS). <https://www.idos-research.de/en/briefing-paper/article/focussing-european-cooperation-with-the-middle-east-and-north-africa-on-social-contracts/>

Gately, D., & Huntington, H. G. (2002). The asymmetric effects of changes in price and income on energy and oil demand. *The Energy Journal*, 23(1).

Gordon, J. (2019). The hidden power of the new economic sanctions. *Current History*, 118(804), 3-10.

Güneylioğlu, M. (2023). The Russia-Iran Alignment in the Middle East: The Main Dynamics and Limits of the Bilateral Security Cooperation. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 23(1), 50-62.

Habib, M. M., Bützer, S., & Stracca, L. (2016). Global exchange rate configurations: do oil shocks matter? *IMF Economic Review*, 64, 443-470.

Habibic, A. (2022, September 28). *Germany and UAE reinforce energy partnership*. Offshore Energy. <https://www.offshore-energy.biz/germany-and-uae-reinforce-energy-partnership/>

Hoffman, J. (2021). The Return of Great-Power Competition to the Middle East: A Two-Level Game. *Middle East Policy*, 28(1), 87-104.

Hoh, A. (2019). China's belt and road initiative in Central Asia and the Middle East. *Digest of Middle East Studies*, 28(2), 241-276.

Holmes, J. C., Mendjoge, A. V., & McVay, D. A. (2006). Quantification of oil price uncertainty in economic evaluation using sequential gaussian simulation. *Petroleum science and technology*, 24(8), 943-962.

Huntington, S. P. (1999). The lonely superpower. *Foreign affairs*, 35-49.

Husain, A. S., & Sahide, A. (2023). China's Business and Politics in the Middle East: Energy Security Approach. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 9(11), 445-457.

Ikhsan, S., Putra, T. A. P. S., Sugiyanto, S., Dasuki, R., & Herdiansyah, E. (2022). The effect of exchange rate and interest rate on share prices in the manufacturing sector with inflation as moderation. *Jurnal Riset Akuntansi Kontemporer*, 14(2), 226-236.

Jaffe, A. M., & Elass, J. (2015). War and the oil price cycle. *Journal of International Affairs*, 69(1), 121-137.

Jones, T. C. (2010). *Desert kingdom: How oil and water forged modern Saudi Arabia*. Harvard University Press.

Kaiser, J., & Hagan, J. (2018). Crimes of terror, counterterrorism, and the unanticipated consequences of a militarized incapacitation strategy in Iraq. *Social Forces*, 97(1), 309-346.

Karamollaoğlu, N., & Yalçın, C. (2020). Exports, real exchange rates and dollarization: empirical evidence from Turkish manufacturing firms. *Empirical Economics*, 59, 2527-2557.

Khidhir, Z. M. (2022). Theoretical Analysis of the US Foreign Policy Towards Kurds in Syria After 2011. *Journal of University of Raparin*, 9(5), 53-71.

Khoshnaw, Y. (2022). How Yemen Became and Has Remained a Territory of Strategic Importance.

Koduvayur, V. (2019, March 22). *Saudi Arabia may be courting Asian partners, but it will always need the US* | CNN business. CNN. <https://edition.cnn.com/2019/03/22/perspectives/saudi-arabia-mbs-asia-allies/index.html>

Kösebalaban, H. (2020). Transformation of Turkish foreign policy toward Syria: The return of securitization. *Middle East Critique*, 29(3), 335-344.

Larchenko, L. V., & Kolesnikov, R. A. (2017). The development of the Russian oil and gas industry in terms of sanctions and falling oil prices. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 352-359.

Litvak, M. (2021). The West Bank and the Gaza Strip: The Intifada. In *Middle East Contemporary Survey* (pp. 245-273). Routledge.

Liu, F., Umair, M., & Gao, J. (2023). Assessing oil price volatility co-movement with stock market volatility through quantile regression approach. *Resources Policy*, 81, 103375.

Lons, C., & Petrini, B. (2023). The Crowded Red Sea. *Survival*, 65(1), 57-67.

Macrotrends. (2022). *WTI crude oil prices - 10 year daily chart*. Macrotrends | The Long Term Perspective on Markets. <https://www.macrotrends.net/2516/wti-crude-oil-prices-10-year-daily-chart>

Maher, D., & Pieper, M. (2021). Russian intervention in Syria: exploring the nexus between regime consolidation and energy transnationalisation. *Political Studies*, 69(4), 944-964.

Mathilde Carlier. (2022, July). Vehicle sales in the United States 1976-2021. Statista. <https://www.statista.com/statistics/199983/us-vehicle-sales-since-1951/#:~:text=In%202021%2C%20the%20auto%20industry,11.6%20million%20light%20truck%20units>

Matthew, G. (2019, August 22). *Arabianbusiness.com*. Dubai News, Abu Dhabi News, Middle East Business News, Gulf Financial & Industry Events and Information - ArabianBusiness.com. <https://www.arabianbusiness.com/politics-economics/426265-revealed-indian-pm-modis-plans-for-uae-bahrain-visits>

McFarland, V. (2019). Saudi Arabia-US Relations. In *Oxford Research Encyclopedia of American History*.

Menike, L. M. C. S. (2006). The effect of macroeconomic variables on stock prices in emerging Sri Lankan stock market.

Mishkin, F. S. (1999). Global financial instability: framework, events, issues. *Journal of economic perspectives*, 13(4), 3-20.

Mitchell, J. V., & Mitchell, B. (2014). Structural crisis in the oil and gas industry. *Energy Policy*, 64, 36-42.

Mohaddes, K., & Pesaran, M. H. (2016). Country-specific oil supply shocks and the global economy: A counterfactual analysis. *Energy Economics*, 59, 382-399.

Mordechai Chaziza. (2023, May 5). *The global security initiative: China's new security architecture for the Gulf*. The Diplomat – The Diplomat is a current-affairs magazine for the Asia-Pacific, with news and analysis on politics, security, business, technology and life across the region. <https://thediplomat.com/2023/05/the-global-security-initiative-chinas-new-security-architecture-for-the-gulf/>

- Moret, E. S. (2015). Humanitarian impacts of economic sanctions on Iran and Syria. *European security*, 24(1), 120-140.
- Naqvi, S. F. H., & Rogers, R. A. (2021). China's Interdependent Relations with the Middle Eastern States: Prospects for Reconciliation and Peace. *Contemporary Chinese Political Economy and Strategic Relations*, 7(3), 1481-XXI.
- Narayanan, N. (2022, October 23). *Saudi energy minister meets top Indian officials to strengthen economic ties*. Arab News. <https://www.arabnews.com/node/2186446/business-economy>
- Nelson-Pallmeyer, J. (2017). *Brave new world order: must we pledge allegiance?*. Wipf and Stock Publishers.
- O'Hara, S. (2004). Great game or grubby game? The struggle for control of the Caspian. *Geopolitics*, 9(1), 138-160.
- Oil imports and exports. <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/use-of-oil.php>
- OPEC: *Iran*. (2023, May 8). The Organization of the Petroleum Exporting Countries. https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/163.htm
- Ottaway, M. (2022). The United States and the Middle East: Playing Alice in Wonderland's Croquet Game. In *US Leadership in a World of Uncertainties* (pp. 49-66). Cham: Springer International Publishing.
- Pieper, M. (2019). An Iran nuclear deal without the United States? Chinese, European, and Russian interests and options after the US Withdrawal from the Joint Comprehensive Plan of Action. *Contemporary Issues in International Political Economy*, 35-53.
- Potter, P. B., & Blair, C. W. (2022). The Strategic Logic of Large Militant Alliance Networks. *Available at SSRN 4225113*.
- Qian, X., & Fulton, J. (2017). China-Gulf economic relationship under the "Belt and Road" initiative. *Asian Journal of Middle Eastern and Islamic Studies*, 11(3), 12-21.
- Robertson, N. (2023, March 15). *China has shattered the assumption of US dominance in the Middle East*. CNN. <https://edition.cnn.com/2023/03/15/world/us-saudi-china-relations-intl/index.html>
- Rolland, N. (2015). China's new silk road. *The national bureau of Asian research*, 12.
- Rubin, B. (2021). The United States and the Middle East. In *Middle East Contemporary Survey* (pp. 19-32). Routledge.
- Salehi, H. (2015). *The history of stagflation: A review of Iranian stagflation* (Doctoral dissertation).
- Sharp, J. M. (2022). *Egypt: Background and US relations*. congressional Research SVC.
- Shehu, E. (2021). United States and China Power Transition in the Middle East: The cases of the Kingdom of Saudi Arabia and the Islamic Republic of Iran.
- Siddi, M. (2022). EU-Russia energy relations. In *Handbook of Energy Governance in Europe* (pp. 237-261). Cham: Springer International Publishing.
- Smith, M. (2022, January 12). *The Yemen war: An underestimated risk for oil prices*. OilPrice.com. <https://oilprice.com/Energy/Energy-General/The-Yemen-War-An-Underestimated-Risk-For-Oil-Prices.html>
- Stern, R. J. (2016). Oil scarcity ideology in us foreign policy, 1908–97. *Security Studies*, 25(2), 214-257.
- Stevens, P. (2020, April 9). OPEC and Allies agree to historic 10 million barrel per day production cut. CNBC. <https://www.cnbc.com/2020/04/09/oil-jumps-ahead-of-make-or-break-opec-meeting.html>

- Suliman, A., Elmawazini, K., & Shariff, M. Z. (2015). Exchange rates and foreign direct investment: Evidence for sub-Saharan Africa. *The Journal of Developing Areas*, 203-226.
- Swilam, A. (2023, April 12). *Qatar and Bahrain say they will resume diplomatic ties*. Reuters. <https://www.reuters.com/world/middle-east/qatar-bahrain-say-they-will-resume-diplomatic-ties-2023-04-12/>
- Tian, M., Li, W., & Wen, F. (2021). The dynamic impact of oil price shocks on the stock market and the USD/RMB exchange rate: Evidence from implied volatility indices. *The North American Journal of Economics and Finance*, 55, 101310.
- Tierney, D. (2022). Why Does the United States Keep Helping Iran?. *Orbis*, 66(2), 232-248.
- Tuba Sahin. (2021, February 12). *Turkey's 2020 current account deficit at \$36.7B: CBank*. Anadolu Agency. <https://www.aa.com.tr/en/economy/turkeys-2020-current-account-deficit-at-367b-cbank/2142391#:~:text=Amid%20pressure%20from%20the%20coronavirus,with%20revisions%2C%20the%20bank%20said>
- Tuğal, C. (2022). Politicized megaprojects and public sector interventions: Mass consent under neoliberal statism. *Critical Sociology*, 08969205221086284.
- U.S. Energy Information Administration (EIA). (2022, July 1). Oil and petroleum products explained
- U.S. Energy Information Administration (EIA). (2022, July 1). Use of oil. <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/use-of-oil.php>
- U.S. Energy Information Administration (EIA). (2022, July 1). Use of oil. <https://www.eia.gov/energyexplained/oil-and-petroleum-products/use-of-oil.php>
- Ülgül, M. (2020). Mixing Grand Strategies: Trump and International Security. *The International Spectator*, 55(3), 98-114.
- US Energy Information Administration. (2016, January). Prices for oil and natural gas commodities fell during 2015. U.S. Energy Information Administration (EIA). <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=24392>
- Vatandoust, G. R., & Sheipari, M. (2023). Modified J-Curve Theory, Iran's Socio-Economic Bottlenecks and the 1979 Fall of the Pahlavi Monarchy. *Middle East Critique*, 1-17.
- Wong, C. (2022, January 15). *China and Iran cooperation deal comes into force*. South China Morning Post. <https://www.scmp.com/news/china/diplomacy/article/3163528/china-and-iran-seek-boost-infrastructure-and-energy-links>
- Yoshino, N., Kaji, S., & Asonuma, T. (2014). Dynamic transition of exchange rate regime in China. *China & World Economy*, 22(3), 36-55.
- Zahlan, R. S. (2016). *The making of the modern gulf states: Kuwait, Bahrain, Qatar, the United Arab Emirates and Oman*. Routledge.
- Zweig, D., & Jianhai, B. (2005). China's global hunt for energy. *Foreign affairs*, 25-38.

TRANSITION TO A CIRCULAR ECONOMY

Kenan Abbasov Polad

Mingeçevir Devlet Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Ekonomi ve Yönetim Bölümü.

Özet

Geleneksel doğrusal ekonomi yaklaşımı, kaynakların sınırsız olduğu varsayımına ve “al-kullan-at” anlayışına dayalı bir üretim ve tüketim sistemini esas almaktadır. Bu model, kısa vadede ekonomik büyümeyi desteklese de uzun vadede çevre kirliliği, kaynakların tükenmesi ve iklim değişikliği gibi ciddi sorunlara yol açmaktadır. Döngüsel ekonomi ise kaynakların verimli kullanılmasını, atıkların yeniden üretime kazandırılmasını ve doğal dengeyi korumayı temel prensip olarak benimser. Bu araştırma, döngüsel ekonominin kuramsal altyapısını, dünya genelindeki uygulamalarını ve Azerbaycan için barındırdığı imkânları incelemektedir. Yapılan literatür taramasında Avrupa Birliği’nin Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, Çin’in endüstriyel ekoloji yaklaşımları ve İskandinav ülkelerinin yenilikçi iş modelleri ele alınmıştır. Ayrıca, Azerbaycan’da enerji sektörü, atık yönetimi, tarım ve sanayi alanlarında mevcut fırsatlar ve karşılaşılan güçlükler değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, döngüsel ekonominin yalnızca çevresel faydalar sağlamadığını, aynı zamanda ekonomik çeşitliliğe, yeni istihdam olanaklarına ve rekabet gücünün artmasına da katkı sunduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bu sistemin başarılı şekilde uygulanabilmesi için güçlü bir yasal zemin, uygun finansman araçları, etkili bir eğitim sistemi ve kamuoyu bilincinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: döngüsel ekonomi, sürdürülebilirlik, kaynak verimliliği, Azerbaycan, yeşil dönüşüm

Abstract

The conventional linear economy model is based on the presumption of limitless resources and a production-consumption system characterized by the “take-use-discard” principle. While this framework encourages short-term economic expansion, it inevitably leads to environmental deterioration, depletion of resources, and climate challenges in the long run. In contrast, the circular economy emphasizes optimizing resource efficiency, reintroducing waste into production cycles, and safeguarding ecological balance. This study explores the theoretical foundations of the circular economy, its international applications, and its potential within Azerbaijan. The literature review examines the European Union's Circular Economy Action Plan, China's industrial environmental strategies, and the innovative business models from Scandinavian countries. Additionally, opportunities and challenges in energy, waste management, agriculture, and industry in Azerbaijan are assessed. Research findings indicate that the circular economy not only provides environmental benefits but also presents new opportunities for economic diversification, job creation, and enhanced competitiveness. However, successful implementation of this model necessitates a robust legal framework, financial mechanisms, education, and public awareness.

Keywords: circular economy, sustainability, resource efficiency, Azerbaijan, green transformation.

GİRİŞ

Doğrusal ekonominin yarattığı sorunlara karşı bir çözüm arayışı olarak döngüsel ekonomi anlayışı geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, üretim ve tüketim döngülerinde kaynakların daha etkin kullanılmasını, ürün ömrünün uzatılmasını ve atıkların yeniden ekonomiye kazandırılmasını amaçlamaktadır. Döngüsel ekonomi, doğrusal modelin olumsuzluklarına alternatif olarak ortaya çıkmış ve sürdürülebilir kaynak yönetimini öne çıkarmıştır.

Bu sistemde, ürünlerin kullanım süresinin artırılması ve atıkların yeniden değerlendirilmesi temel önceliklerden biridir. Geleneksel doğrusal ekonominin çevresel ve ekonomik sorunları karşısında geliştirilen döngüsel ekonomi yaklaşımı, kaynak verimliliğini yükseltmeyi, tüketimden doğan atıkları yeni üretim süreçlerine dahil etmeyi ve ürünlerin yaşam döngüsünü mümkün olduğunca uzatmayı hedefler. Döngüsel ekonomi kavramı, doğrusal üretim-tüketim modelinin yarattığı olumsuzluklara karşı sürdürülebilir bir alternatif olarak gündeme gelmiştir. Bu modelde atık, yalnızca bertaraf edilmesi gereken bir unsur değil, aynı zamanda yeniden işlenebilir değerli bir kaynak olarak ele alınmaktadır. Böylece ekonomik sistem, doğadaki ekosistemlerin işleyişine benzer bir kapalı döngü içinde faaliyet göstermektedir (Ellen MacArthur Vakfı, 2020).

Döngüsel ekonomi kavramının kökenleri 20. yüzyılın ikinci yarısına dayansa da, temel ilkeleri çeşitli disiplinlerden etkilenmiştir. Ekolojik ekonomi, doğal kaynakların sınırlılığına vurgu yaparak, endüstriyel ekolojik üretim süreçlerinde "bir işletmenin atığı, diğerinin hammaddesidir" ilkesini geliştirmiştir. "Beşikten beşiğe" (cradle-to-cradle) tasarım anlayışı, ürünlerin yaşam döngüsü sonunda atık olarak değerlendirilmemesini, aksine yeni değer üreten unsurlar şeklinde tasarlanmasını öngörmektedir (Stahel, 2016). Bu yaklaşım ve benzerleri, günümüz döngüsel ekonomi paradigmasının teorik temel taşlarını oluşturmaktadır. 21. yüzyılda döngüsel ekonomi, yalnızca çevreyi korumaya yönelik bir zorunluluk değil, aynı zamanda ekonomik büyüme ve yeni fırsatlar yaratan stratejik bir model haline gelmiştir. Dünya Ekonomik Forumu ve OECD raporları, döngüsel ekonomiye geçişin 2030 yılına kadar küresel ölçekte trilyonlarca dolarlık ekonomik değer yaratabileceğini ortaya koymaktadır. Bu dönüşüm aynı zamanda yeni istihdam alanları açacak, teknolojik ilerlemeyi ve inovasyonu hızlandıracaktır (OECD, 2019). Döngüsel ekonomi, enerji, atık yönetimi, tarım, tekstil ve elektronik gibi pek çok sektörde uygulanabilir niteliktedir. Uluslararası alanda da önemli adımlar atılmıştır: Avrupa Birliği, 2015 ve 2020 yıllarında yayımladığı Döngüsel Ekonomi Eylem Planları ile geri dönüşüm hedefleri ve sürdürülebilir üretim stratejilerini belirlemiştir. Çin ise 2009 tarihli Döngüsel Ekonomiye Teşvik Yasası çerçevesinde sanayi parkı sistemleri geliştirerek kaynakların kapalı devre kullanımını teşvik etmiştir. İskandinav ülkeleri ise paylaşım ekonomisi, ürün kiralama uygulamaları ve tamir atölyeleri yoluyla döngüsel ekonominin sosyal yönünü öne çıkarmıştır. Azerbaycan bağlamında ise döngüsel ekonominin önemi giderek artmaktadır. Ülke uzun süredir enerji kaynaklarına dayalı bir ekonomik yapıya sahip olmakla birlikte, son yıllarda petrol dışı sektörlerin gelişmesi ve yeşil ekonomiye verilen önemin artması dikkat çekmektedir. Azerbaycan'ın "Yeşil Büyüme" konsepti, döngüsel ekonomi yaklaşımının yalnızca enerji sektöründe değil, aynı zamanda atık yönetimi, tarım ve sanayi alanlarında da hayata geçirilmesini öngörmektedir. Ayrıca, ülkenin yenilenebilir enerji potansiyeli, stratejik coğrafi konumu ve bölgesel işbirliği imkanları, Azerbaycan'ın bu alanda öncü bir konuma yükselmesi için güçlü dayanaklar sunmaktadır. Bu nedenle, döngüsel ekonomi, hem küresel hem de ulusal ölçekte sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik bir araçtır. Bu çalışma, döngüsel ekonominin kavramsal çerçevesini sunmayı, uluslararası uygulamaları incelemeyi ve Azerbaycan'daki mevcut potansiyeli ve zorlukları analiz etmeyi amaçlamaktadır.

YÖNTEM

1. Araştırma Yaklaşımı

Çalışmanın amacı, doğrusal ekonomi modelinin sınırlılıklarını ortaya koymak ve döngüsel ekonominin daha sürdürülebilir bir alternatif olarak nasıl değerlendirilebileceğini göstermektir. Bu bağlamda özellikle Azerbaycan için uygulanabilirlik, güçlü ve zayıf yönler, riskler ve fırsatlar üzerinde durulmuştur. Nitel bir araştırma yaklaşımı benimsenmiştir; çünkü konu yalnızca istatistiksel verilerle açıklanamayacak kadar dar kapsamlı olup, aynı zamanda kavramsal, normatif ve stratejik çerçevelerin anlaşılmasını da gerektirir.

2. Veri Kaynakları.

Araştırma kapsamında, birincil ve ikincil kaynakların sistematik analizi gerçekleştirilmiştir: Birincil kaynaklar arasında uluslararası politika belgeleri ve raporlar (AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı 2015, 2020; OECD, Dünya Bankası ve BM raporları) yer almaktadır.

İkincil kaynaklar ise Web of Science, Scopus ve Google Akademik veri tabanlarında yayımlanmış akademik çalışmalar ve kitap bölümleridir. Ulusal düzeyde Azerbaycan'ın "Yeşil Büyüme" konsepti, petrol dışı sektörlerle ilişkin devlet stratejileri ve ilgili bakanlık raporları değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra, atık yönetimi, tarımsal geri dönüşüm teknolojileri ve enerji sektöründeki yenilenebilir enerji projelerine ilişkin seçilmiş vaka çalışmaları incelenmiştir.

3. Kullanılan Yöntemler

- **Literatür Taraması:** Döngüsel ekonomi üzerine 2000 sonrası akademik makaleler, uluslararası raporlar ve bölgesel belgeler incelenmiş ve ana temalar belirlenmiştir.
- **Karşılaştırmalı Analiz:** Azerbaycan'daki mevcut durum, Avrupa Birliği, Çin ve İskandinav ülkelerindeki uygulamalarla karşılaştırılmıştır. Bu yöntem, uluslararası en iyi uygulamaların ulusal bağlama nasıl uyarlanabileceğini ortaya koymak amacıyla seçilmiştir.
- **İçerik Analizi:** Ana içerik, Azerbaycan için seçilen belgelerden ve stratejik programlardan çıkarılmış ve "Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler (GZFT)" çerçevesinde analiz edilmiştir.
- **Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlamaları**

Çalışmada esasen kavramsal ve stratejik düzeyde bir analiz gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel göstergeler kullanılsa da, ülke düzeyinde politikaların uyumlaştırılmasına daha fazla odaklanılmıştır. Çalışmanın sınırlılıkları arasında şunlar yer almaktadır:

- Azerbaycan'da döngüsel ekonomi üzerine mevcut durumda çok az ampirik çalışma bulunmaktadır.
- Resmi veriler zaman zaman eksik ve parçalıdır.
- Uluslararası göstergeler, ülke bağlamıyla tam olarak örtüşmemektedir.
- **Araştırma Süreci**

İlk aşamada uluslararası literatür taraması yapılmış, ardından Azerbaycan'a dair veriler toplanmıştır. İkinci aşamada, farklı ülkelerin deneyimleri karşılaştırmalı bir yaklaşımla incelenmiştir. Son aşamada ise tüm bu bilgiler sistematik hale getirilerek sonuçlar ve öneriler oluşturulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

1. Döngüsel Ekonominin Kavramsal Temeli

Klasik doğrusal modelin (çıkar-üret-tüket-at) aksine, döngüsel ekonomi, ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsünü mümkün olduğunca uzatmayı hedefleyen bir yaklaşım sunmaktadır. Bu modelde her ürün bir "kaynak bankası" olarak değerlendirilmektedir; yani ürünün yaşam döngüsü sona erdiğinde, içerdiği malzemeler kaybolmaz, aksine üretime yeniden dahil edilerek değer yaratır (Geissdoerfer vd., 2017). Ekolojik bir perspektiften bakıldığında, bu sistem doğadaki kapalı döngüyü model almaktadır. Örneğin, bir ağaç dökülen yaprakları ile toprağa besin sağlar ve bu şekilde yaşam döngüsüne geri döner. Döngüsel ekonomi de benzer bir şekilde, atıkların sıfırlandığı veya en aza indirildiği bir ekonomik sistem oluşturmayı amaçlamaktadır (Kirchherr vd., 2017).

2. Uluslararası Deneyimlerden Elde Edilen Bulgular

2.1. Avrupa Birliği (AB), döngüsel ekonomi konusunda en kapsamlı ve kurumsallaşmış girişimlerden birini hayata geçirmiştir. 2015 yılında kabul edilen ilk Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, öncelikli olarak atık yönetimi ve geri dönüşüm stratejilerine odaklanmıştır. 2020 yılında yürürlüğe giren yeni eylem planı ise ürün tasarımı, tüketici alışkanlıklarına, yenilenebilir enerji uygulamalarından paylaşım ekonomisine kadar daha geniş bir çerçeveyi kapsamaktadır. Bu doğrultuda 2030 yılına kadar şu hedefler belirlenmiştir:

- Plastik atıkların en az %55'inin geri dönüştürülmesi,
- Elektrikli ve elektronik cihazların kullanım ömrünün uzatılması,
- Hukuki çerçeveye desteklenen paylaşım platformlarının yaygınlaştırılması (Avrupa Komisyonu, 2020).

Alınan bu tedbirler, yalnızca çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamakla kalmamış, aynı zamanda AB ekonomisinde yenilikçiliğin teşvik edilmesine ve yeni istihdam alanlarının açılmasına da hizmet etmiştir.

2.2.Çin

Çin, döngüsel ekonomi yaklaşımını ulusal politika gündeminin merkezine taşıyan ilk ülkelerden biri olarak öne çıkmaktadır. 2009 yılında kabul edilen "Döngüsel Ekonomiye Teşvik Yasası" ile özellikle sanayi bölgelerinde kapalı devre üretim sistemleri hayata geçirilmiştir. Bu model kapsamında, bir işletmenin atıkları diğer bir işletme için hammaddeye dönüştürülmektedir. Söz konusu yaklaşım; metalurji, enerji ve kimya sektörlerinde yaygın biçimde uygulanmaktadır. Çin örneği, döngüsel ekonominin yalnızca ekolojik faydalar yaratmadığını, aynı zamanda uluslararası rekabet gücünü artıran stratejik bir ekonomik araç olarak da işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.

2.3. İskandinav Ülkeleri

İsveç ve Finlandiya, döngüsel ekonomiyi daha çok sosyal ve teknolojik inovasyon aracı olarak benimsemiştir. İsveç'te, ürün onarımı için devlet destekli atölyeler açılmış ve vatandaşlar eski eşyalarını onarmaları konusunda maddi olarak teşvik edilmiştir. Finlandiya'da ise paylaşım ekonomisi platformları (araç paylaşımı, alet kiralama sistemleri) yaygın hale gelmiştir. Bu uygulamalar, toplumun döngüsel ekonomi kültürünü benimsemesine katkı sağlamıştır.

3. Azerbaycan'da Döngüsel Ekonomi Potansiyeli

3.1. Enerji Sektörü

Azerbaycan ekonomisi uzun yıllar boyunca petrol ve doğal gaz gelirlerine dayalı bir yapı sergilemiştir. Ancak son on yılda yenilenebilir enerji yatırımları ön plana çıkmaya başlamıştır. Hızı ve Garadağ bölgelerinde kurulan güneş ve rüzgar enerjisi santralleri, ülkenin enerji çeşitliliğini artırma ve döngüsel ekonomi modeline geçiş sürecinde stratejik bir temel oluşturmuştur. Bu gelişmeler, karbon salınımlarını azaltmanın yanı sıra enerji güvenliğinin güçlendirilmesine de katkı sağlamaktadır.

3.2. Atık Yönetimi

Başkent Bakü ve diğer büyük şehirlerde plastik atıkların azaltılması ve geri dönüşümünün sağlanması amacıyla çeşitli pilot projeler yürütülmektedir. Ancak, özellikle endüstriyel atıkların etkin yönetimi konusunda halen ciddi sorunlar mevcuttur. Geri dönüşüm tesislerinin sayısının artırılması, kaynak israfının önlenmesi, yeni istihdam alanlarının yaratılması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

3.3. Tarım

Azerbaycan'ın tarım sektörü döngüsel ekonomi uygulamaları için önemli fırsatlar barındırmaktadır. Hayvansal atıklardan biyogaz üretimi, organik gübre kullanımı yoluyla toprakların zenginleştirilmesi ve su kaynaklarının verimli kullanımını sağlayan damla sulama sistemleri bu potansiyelin başlıca örnekleridir. Bu uygulamalar, tarımsal verimliliği yükseltmenin yanı sıra doğal kaynakların korunmasına da hizmet edecektir.

3.4. Sanayi ve Teknoloji

Kimya ve metalurji sanayilerinde atıkların yeniden değerlendirilmesi ve kapalı devre üretim sistemlerinin uygulanması, ülkenin sanayi kapasitesini güçlendirecektir. Bununla birlikte, 3D yazıcı teknolojileri ve ekotasarım yaklaşımları gibi yenilikçi çözümler, döngüsel ekonomi modelinin geniş ölçekte uygulanmasına olanak sağlamaktadır.

4. Zorluklar ve Güçlü Yönler

Zorluklar:

- Döngüsel ekonomiyi destekleyen kapsamlı bir yasal çerçeve henüz oluşturulmamıştır.
- Finansal kaynaklar ve yeşil yatırım mekanizmaları sınırlıdır.
- Kamuoyunda çevresel farkındalık yeterince güçlü değildir.
- İleri teknoloji ve yenilikçi çözümler açısından dışa bağımlılık devam etmektedir.

Güçlü Yönler

- Zengin yenilenebilir enerji potansiyeli (rüzgar, güneş, hidroelektrik).
- "Yeşil büyüme" politikasına devlet desteği.
- Stratejik coğrafi konum ve bölgesel iş birliği fırsatları.
- Genç ve yenilikçi nüfus.

5. Sosyo-Ekonomik Etkiler

Döngüsel ekonomi yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik yararlar da sunar:

- İstihdam: Geri dönüşüm, onarım ve yeniden üretim alanlarında yeni istihdam olanakları oluşturulacaktır.
- İnovasyon: Girişimler için yeni iş modelleri - paylaşım platformları, eko-tasarım merkezleri - ortaya çıkacaktır.
- Çevresel faydalar: Atık azaltma, toprak verimliliğinin korunması, su ve hava kalitesinin iyileştirilmesi.

6. Genel Değerlendirme

Yapılan analizler, döngüsel ekonominin yalnızca gelişmiş ülkeler için değil, Azerbaycan gibi gelişmekte olan ülkeler için de güncel ve stratejik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bu model, ülkenin ekonomik çeşitlenmesine, petrol dışı sektörlerin gelişimine ve uluslararası rekabet gücünün artırılmasına katkı sağlayabilir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, döngüsel ekonominin kavramsal çerçevesi, uluslararası uygulamaları ve Azerbaycan bağlamındaki potansiyeli incelenmiştir. Analizler, doğrusal ekonomi modelinin artık küresel ölçekte sürdürülebilirlik sağlamadığını ve yeni ekonomik yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur. Döngüsel ekonomi, bu boşluğu kapatacak önemli alternatiflerden biridir. Yapılan analizlerden elde edilen temel sonuçlar şunlardır:

1.1 Küresel bir trend haline gelen döngüsel ekonomi, Avrupa Birliği'nden Çin'e ve İskandinav ülkelerine kadar farklı sistemlere sahip ekonomiler tarafından benimsenmektedir. Bu durum, yaklaşımın çevresel sürdürülebilirlik kadar ekonomik rekabet için de zorunlu olduğunu kanıtlamaktadır.

1.2. Döngüsel ekonomi, Azerbaycan için stratejik bir öneme sahiptir. Ülkenin enerji kaynaklarına uzun vadeli bağımlılığı, onu petrol piyasasındaki dalgalanmalara karşı savunmasız kılmaktadır. Döngüsel yaklaşımlar, petrol dışı sektörlerin gelişimi ve ekonominin çeşitlendirilmesi için önemlidir.

1.3. Enerji, tarım, sanayi ve atık yönetimi, kilit alanlardır. Bu sektörlerde döngüsel ekonomi ilkesine dayalı reformlar, hem ekonomik değer hem de çevresel faydalar yaratacaktır.

1.4. Sosyal ve kültürel faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Döngüsel ekonominin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi yalnızca teknolojik yeniliklerle mümkün değildir; vatandaşların davranış değişiklikleri, kamu bilinci ve eğitim programları da aynı derecede önemlidir.

Öneriler

Araştırma sonuçlarına dayanarak, Azerbaycan için özel politika ve eylem önerileri şu şekilde gruplandırılabilir:

2.1. Politika ve Yasal Çerçeve

- Ulusal düzeyde bir "Döngüsel Ekonomi Stratejisi" geliştirilip devlet programına dahil edilmelidir.
- Atık yönetimi, kaynakların yeniden kullanımı ve yenilenebilir enerji konularında yasal çerçeve güçlendirilmelidir.
- Şirketlerin döngüsel modellere geçişi, vergi indirimleri ve teşvik mekanizmaları ile desteklenmelidir.

2.2. Ekonomik ve Finansal Mekanizmalar

- Döngüsel projelere finansal destek sağlamak amacıyla bir "yeşil fon" veya özel yatırım mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ'ler) geri dönüşüm, eko-tasarım ve hizmet odaklı modellere geçişini desteklemek için yumuşak krediler sağlanmalıdır. Yabancı yatırımcılara ekolojik ve döngüsel sektörlerde faaliyet göstermeleri için özel ayrıcalıklar tanınmalıdır.

2.3. Teknoloji ve İnovasyon

- Üretim ve tüketim döngüsünde kaynakların optimize edilmesi için dijital teknolojiler (IoT, Büyük Veri, yapay zeka) kullanılmalıdır.
- Atıkların azaltılması için 3D baskı teknolojisi ve eko-tasarım yaklaşımları yaygınlaştırılmalıdır.
- Üniversite-sanayi iş birliği artırılmalı ve girişimcilik ekosistemi desteklenmelidir.

2.4. Sosyal ve Eğitsel Adımlar

- Okullarda ve üniversitelerde döngüsel ekonomi ile ilgili özel eğitim programları geliştirilmelidir.
- Toplumsal farkındalık kampanyaları (örneğin, yeniden kullanım, paylaşım platformları, plastik kullanımının azaltılması) aracılığıyla vatandaşların davranış değişiklikleri teşvik edilmelidir.
- Kadınların ve gençlerin yeşil iş alanlarına entegrasyonu için özel destek programları oluşturulmalıdır.

2.5. Bölgesel ve Uluslararası İş Birliği

- Azerbaycan, Orta Asya ve Kafkas ülkeleriyle bölgesel düzeyde döngüsel projeler geliştirebilir.
- Avrupa Birliği, BM ve Dünya Bankası gibi kuruluşlarla iş birliği güçlendirilmeli, teknoloji transferi ve finansal destek sağlanmalıdır.
- Hazar ötesi iş birliği platformları aracılığıyla enerji ve ulaşım sektörlerinde döngüsel modeller geliştirilmelidir.

3. Gelecek Perspektifi

Döngüsel ekonomi, sadece mevcut sorunların çözümüne yönelik değil, aynı zamanda gelecek nesillerin daha sürdürülebilir bir dünyada yaşamaları için de stratejik bir öneme sahiptir. Küresel ölçekte, dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9,7 milyara ulaşması beklenmektedir. Bu büyüme, kaynak talebini önemli ölçüde artıracak ve doğrusal ekonomik modelin sınırlarını daha belirgin hale getirecektir. Bu nedenle, gelecekte döngüsel ekonominin yalnızca bir seçenek değil, aynı zamanda zorunlu bir kalkınma modeli olması kaçınılmazdır. Azerbaycan bağlamında, döngüsel ekonomi önümüzdeki on yıllarda ekonomi politikasının temel önceliklerinden biri haline gelebilir. Enerji kaynaklarından elde edilen gelirlerin yeşil teknolojilere ve döngüsel ekonomi projelerine yönlendirilmesi, ülkenin ekonomik çeşitlenmesini hızlandıracaktır. Bu yaklaşım, Azerbaycan'ı bölgede "yeşil dönüşümün lideri" konumuna getirebilir. Ayrıca, gelecekte aşağıdaki alanlar ön plana çıkacaktır:

1. Teknolojik yenilikler: Yapay zeka, büyük veri analitiği, dijital ikizler ve 3D baskı gibi teknolojiler, kaynak kullanımını optimize edecek ve döngüsel sistemleri daha verimli hale getirecektir.
2. Toplumsal davranış değişikliği: Gelecekte toplumlarda paylaşım ekonomisi, ürün yerine hizmet odaklı tüketim ve yeniden kullanıma dayalı bir yaşam tarzı daha yaygın hale gelecektir.
3. Küresel iş birliği: İklim değişikliği ve kaynak kıtlığı ile mücadele, yalnızca ulusal düzeyde değil, aynı zamanda uluslararası iş birliği çerçevesinde de sağlanabilir. Bu bağlamda, Azerbaycan'ın bölgesel girişimlere aktif katılımı büyük önem taşımaktadır.
4. Yeni ekonomik fırsatlar: Döngüsel ekonominin gelişmesiyle birlikte "yeşil işler" adı verilen yeni istihdam alanları ortaya çıkacaktır. Bu, gençlerin ve kadınların ekonomik faaliyetlerini artırarak toplumsal refahı yükseltecektir.
5. Kültür ve eğitim: Döngüsel yaklaşımın gelecekte başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için kültürel değişimler ve eğitim programları daha da önemli hale gelecektir. Okul ve üniversitelerde bu alanla ilgili derslerin öğretilmesi, yeni nesilde ekolojik farkındalık oluşturacaktır.

Genel olarak, döngüsel ekonominin gelecek perspektifi, bu modelin yalnızca çevresel faydalar sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda ekonomik ve sosyal alanlarda köklü değişimlere de yol açtığını göstermektedir. Azerbaycan gibi gelişmekte olan ülkeler için bu yaklaşım, hem ekonomik modernleşme hem de uluslararası imaj açısından önemli bir fırsat olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

Ellen MacArthur Foundation. (2020). What is a circular economy? Retrieved from [Ellen MacArthur Foundation](https://ellenmacarthurfoundation.org)

European Commission. (2020). A new circular economy action plan: For a cleaner and more competitive Europe. Brussels: European Union.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768.

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 221–232.

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46.

Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The circular economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, 140, 369–380.

OECD. (2019). *Business models for the circular economy: Opportunities and challenges for policy*. Paris: OECD Publishing.

Stahel, W. R. (2016). Circular economy: A new relationship with our goods and materials. *Nature*, 531, 435–438.

Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227.

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations.

World Bank. (2021). *Circular economy and the green recovery*. Washington, DC: World Bank.

Zink, T., & Geyer, R. (2017). Circular economy rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593–602.

İSTEHSAL VƏ İSTEHLAK TULLANTILARININ İDARƏ EDİLMƏSİ İQTİSADI TƏHLÜKƏSİZLİYİN YENİ PARADİQMASI KİMİ

Ceyhun Mahmudov

Azərbaycan Respublikası, Mingəçevir şəhəri, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İqtisadiyyat və idarəetmə fakültəsi, Biznes və menecment kafedrası iqtisad üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, ORCID ID: 0000-0001-9408-2673

Xülasə

Müasir dövrdə sənaye və istehlak sahələrinin intensiv inkişafı nəticəsində yaranan tullantıların həcmi sürətlə artır və bu proses həm ekoloji, həm də iqtisadi təhlükəsizlik üçün ciddi çağırışlar yaradır. Məhz bu baxımdan məqaləmizdə istehsal və istehlak tullantılarının iqtisadi mahiyyətini və onların effektiv idarə olunmasının milli iqtisadi təhlükəsizliyə təsirini araşdırmağa çalışmışıq. Tədqiqat obyektimizin aktuallığı ondan ibarətdir ki, tullantıların idarə olunmasında sistemsiz və qeyri-səmərəli yanaşmalar yalnız ətraf mühitin çirklənməsi ilə nəticələnmir, eyni zamanda, təbii ehtiyatların tükənməsi, ekoloji fəlakətlərin yaranması və uzunmüddətli sosial-iqtisadi sabitliyin pozulması kimi təhlükələr doğurur. Başqa sözlə desək, istehsaldan istehlaka qədər çox böyük tullantı kütlələrinin toplanması ekoloji təhlükəsizlik problemlərini, o cümlədən təbiətin mühafizəsi, təbii sərvətlərdən səmərəli istifadə, ekoloji fəlakətlərin qarşısının alınması və davamlı inkişafın təmin edilməsi kimi problemləri ön plana çıxarır. Çünki ətraf mühitin vəziyyəti və təbiətin mühafizəsi səviyyəsi cəmiyyətin iqtisadi rifahına birbaşa təsir göstərir. Bu nöqteyi-nəzərdən ekoloji təhlükəsizlik iqtisadi təhlükəsizliyin mühüm tərkib hissəsinə çevrilmişdir və tullantıların səmərəli idarə olunması bu istiqamətdə strateji əhəmiyyət kəsb edir. Araşdırmamızda istehsal və istehlak tullantılarının ümumi xarakteristikasını təqdim etməklə yanaşı, tullantıların atılması üzrə tətbiq edilən ödəniş mexanizmləri, ekoloji vergi sistemləri və bu sahədəki normativ-hüquqi baza təhlil edilmiş, eyni zamanda, tullantıların idarə olunmaması nəticəsində yaranan potensial iqtisadi zərərlər, müəssisələrin maliyyə davamlılığına və ümumi iqtisadi rifaha təsiri qiymətləndirilmişdir. Bu kontekstdən çıxaraq ekoloji auditin tətbiqi imkanları və onun tullantıların azaldılması sahəsindəki rolu da xüsusi vurğulanmışdır. Məqalənin mühüm nəticələrindən biri ondan ibarətdir ki, iqtisadi siyasətin ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyaların tətbiqinə istiqamətləndirilməsi innovativ tərəqqi üçün vacib mexanizmdir. Bu yanaşma yalnız ətraf mühitin mühafizəsinə deyil, eyni zamanda, istehsal və xammal xərclərinin azaldılması hesabına müəssisələr üçün iqtisadi səmərəliliyin artırılmasına da xidmət edir. Qeyd edək ki, yanaşmamız daha təmiz istehsal hesabına ölkənin iqtisadi sabitliyini gücləndirməklə yanaşı, uzunmüddətli iqtisadi təhlükəsizliyin ilkin şərtlərini yaradaraq davamlı inkişafı təşviq edir. Beləliklə, tullantıların kompleks və məqsədyönlü idarə olunması davamlı iqtisadi inkişafın təmin olunmasında və ölkənin iqtisadi təhlükəsizliyinin möhkəmləndirilməsində əsas rol oynayır.

Açar sözlər: İstehsal Və İstehlak Tullantıları, Ekoloji Təhlükəsizlik, İqtisadi Təhlükəsizlik, Tullantıların İdarə Edilməsi, Davamlı İnkişaf.

MANAGEMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE AS A NEW PARADIGM OF ECONOMIC SECURITY

Abstract

In the contemporary era, the rapid development of industrial and consumer sectors has significantly increased the volume of waste, posing substantial risks to both environmental and economic security. This article investigates the economic essence of production and consumption waste and assesses how its effective management contributes to national economic security. The relevance of the study stems from the fact that uncoordinated and inefficient waste management not only leads to environmental degradation but also accelerates the depletion of natural resources, triggers ecological crises, and undermines long-term socio-economic stability. The accumulation of vast waste volumes throughout the production-consumption cycle highlights critical concerns such as environmental protection,

sustainable resource use, ecological disaster prevention, and the achievement of sustainable development. Since environmental quality directly influences societal welfare, environmental security is increasingly regarded as a core component of economic security.

This research analyzes the key characteristics of production and consumption waste, the existing payment mechanisms for waste disposal, environmental tax systems, and the legal-regulatory framework. It also evaluates the potential economic losses resulting from inadequate waste management, along with its implications for enterprise financial sustainability and overall economic welfare. Furthermore, the role of environmental audits in minimizing waste and enhancing accountability is emphasized. The findings suggest that aligning economic policy with the adoption of environmentally sound technologies is vital for fostering innovation and improving economic efficiency. Such an approach not only ensures environmental protection but also reduces production and raw material costs. Ultimately, integrated and strategic waste management emerges as a critical driver of sustainable economic development and a safeguard for national economic security.

Keywords: Production And Consumption Waste, Environmental Security, Economic Security, Waste Management, Sustainable Development.

GİRİŞ

Tədqiqatın aktuallığı. Müasir dövrdə istehsal və istehlak tullantılarının iqtisadi mahiyyətinin öyrənilməsi xüsusi aktuallıq kəsb edir. Sürətli texnoloji inkişaf nəticəsində ətraf mühitin ekoloji vəziyyəti ciddi şəkildə pisləşmişdir. Bu prosesin əsas təhlükəsi istehsal və istehlak mərhələlərində böyük həcmdə yaranan tullantıların toplanması və düzgün idarə olunmamasıdır. Nəticədə ətraf mühitin çirklənməsi baş verir ki, bu da birbaşa olaraq insan sağlamlığı üçün ciddi risklər yaradır.

Təəssüf ki, ətraf mühitə mənfi təsir göstərən iqtisadi fəaliyyətlərə alternativ olaraq həyata keçirilən mühafizə tədbirləri təbii ehtiyatların tükənmə sürətinə və ekoloji sistemlərin deqradasiyası prosesinə adekvat cavab verə bilmir. Mövcud vəziyyət ətraf mühitin mühafizəsi, təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə, ekoloji fəlakətlərin qarşısının alınması və davamlı inkişafın təmin olunması kimi ekoloji təhlükəsizlik məsələlərinin aktuallığını artırır. Ekoloji təhlükəsizlik isə iqtisadi təhlükəsizliyin əsas komponentlərindən biri kimi çıxış edir. Çünki ətraf mühitin mövcud vəziyyəti və onun mühafizəsi səviyyəsi birbaşa şəkildə cəmiyyətin sosial-iqtisadi rifahına təsir göstərir.

Tədqiqatın məqsədi iqtisadi təhlükəsizlik sisteminin tərkib hissəsi kimi istehsal və istehlak tullantılarının iqtisadi mahiyyətinin kompleks şəkildə təhlil edilməsindən ibarətdir.

Tədqiqatın obyektı iqtisadi təhlükəsizlik kontekstində istehsal və istehlak tullantılarının təsirinin öyrənilməsindən ibarətdir.

Tədqiqatın predmeti istehsal və istehlak tullantılarının idarə olunması sahəsində iqtisadi təhlükəsizliyin təmin edilməsinə yönəlmiş iqtisadi şərtlərin təhlilindən ibarətdir.

ARAŞDIRMA METOD VƏ MATERIALLARI

Elmi məqalənin hazırlanması zamanı təhlil, sintez, müqayisə, ümumiləşdirmə, deduksiya və s. kimi tədqiqat üsullarından istifadə edilmişdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün məqalədə aşağıdakı vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur:

- İstehsal və istehlak tullantıları haqqında ümumi təsəvvürün formalaşdırılması;
- Tullantıların atılması və ya yerləşdirilməsi ilə bağlı ödəniş mexanizmlərinin normativ-hüquqi müddələrinin öyrənilməsi;
- Ekoloji vergitutmanın əsas xüsusiyyətlərinin təhlil edilməsi;
- Tullantıların idarə edilməsi ilə bağlı potensial iqtisadi zərərin təhlil edilməsi;
- Tullantıların idarə edilməsi kontekstində ekoloji auditin perspektivlərinin müəyyən edilməsi.

Peter Stoett, Vitoria M. Scrich, Carla I. Elliff, Mariana M. Andrade, Natalia de M. Grilli, Alexander Turra (Stoett et al., 2024), Odia U.L. (Odia, 2022: 95), Jiawei Wu, Xunrong Ye, Huachun Cui (Wu et al., 2025), Ali Tighnavard Balasbaneh, Willy Sher, Jingnan Li, Ashraf Ashour (Balasbaneh et al., 2025: 530-535) və digərlərinin əsərlərində istehsal və istehlak tullantılarının idarə edilməsinin müxtəlif aspektləri nəzərdən keçirilmişdir.

Tədqiqatın məlumat (informasiya) bazası yerli alimlərin elmi əsərlərinə, analitik məlumatlara və internet resurslarına əsaslanır.

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏLƏR

Tullantılar – insanın həyatı fəaliyyəti və ya iqtisadi fəaliyyət nəticəsində yaranan, meydana gəlmiş mühitdə ilkin funksional dəyərini və ya istehlak xüsusiyyətlərini tam və ya qismən itirmiş, müəyyən təyinatı olmayan maddə və ya obyektlər kimi xarakterizə olunur.

Tullantıların təsnifatı onların yaranma mənbəyinə əsaslanaraq həyata keçirilir və bu baxımdan onlar əsasən istehsal və istehlak tullantıları kimi qruplaşdırılır:

✓ **İstehsal tullantıları** – məhsul və ya xidmətlərin istehsalı prosesində yaranan, funksional xüsusiyyətlərini itirdiyi və ya təkrar istifadəyə yararsız olduğu üçün artıq dəyərə malik olmayan maddə və materiallardır. Bu növ tullantılar müxtəlif forma və məzmunu malik olub material, enerji, su və digər resursların istifadə olunmamış və ya israf olunmuş qalıqları kimi meydana çıxırlar. Tipik istehsal tullantılarına toz hissəcikləri, material qırıntıları, sərf olunmuş məhlullar və kimyəvi reagentlərin qalığı kimi nümunələr daxildir. İstehsal tullantıları tərkibində potensial zərərli maddələrin mövcudluğu səbəbindən ətraf mühit üçün ciddi risklər yarada bilər və bu səbəbdən onların idarə olunması xüsusi emal və ya utilizasiya proseslərinin tətbiqini zəruri edir.

Bu tip tullantılar ətraf mühitin çirklənməsinə, torpaq, su və hava keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb ola bilər. Buna görə də onların təhlükəsiz şəkildə zərərsizləşdirilməsi və ya təkrar emalı məqsədilə müvafiq texnoloji və ekoloji standartlara cavab verən metodların tətbiqi vacibdir.

✓ **İstehlak tullantıları** – insanların gündəlik həyat fəaliyyəti və məhsullardan istifadə prosesi nəticəsində yaranan tullantılardır. Bu tullantı növü müxtəlif fiziki və kimyəvi tərkibə malik olub, əksər hallarda məişət tullantılarının strukturunda üstünlük təşkil edir. Onlara əsasən qablaşdırma materialları (plastik, karton, metal və s.), istismar müddətini başa vurmuş istehlak malları, qida qalıqları, kağız və şüşə tullantıları daxildir. Tərkibinə görə istehlak tullantıları üzvi və qeyri-üzvi komponentlərə bölünür və bu da onların toplanması, çeşidlənməsi və təkrar emalı proseslərinə bilavasitə təsir göstərir.

İstehlak tullantılarının lazımi şəkildə utilizasiya olunmaması və ya təkrar emala cəlb edilməməsi ətraf mühit üçün ciddi ekoloji təhlükələr yarada bilər. Bu səbəbdən istehlak tullantılarının idarə olunması prosesinə şüurlu yanaşmanın tətbiqi zəruridir. Xüsusilə tullantıların çeşidlənməsi onların utilizasiyası və təkrar emalı üçün ilkin mərhələ kimi əhəmiyyət kəsb edir. Bu yanaşma tullantıların ətraf mühitə mənfi təsirinin azaldılmasına, eyni zamanda, təbii resurslardan daha səmərəli və rəşional istifadənin təmin olunmasına mühüm töhfə verir (Qurbanov, Məmmədov, 2024:130-133).

İstehsal və istehlak tullantılarının idarə olunması prosesində iqtisadi aspektlərin təhlili xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu kontekstdə tullantıların idarə edilməsinin əsas iqtisadi komponentlərinin sistemli şəkildə araşdırılması zəruridir. Məhz bu baxımdan istehsal və istehlak tullantılarının idarə edilməsinin əsas iqtisadi komponentlərini nəzərdən keçirək:

1. Yeni məhsulların istehsalında ikinci dərəcəli maddi resurslardan istifadə olunması – resursların təkrar dövriyyəyə cəlb edilməsi vasitəsilə qapalı iqtisadiyyat tsiklinin formalaşdırılmasına şərait yaradır. Bu yanaşma tullantıların iqtisadi dəyərə çevrilməsini təmin etməklə yanaşı, həm də təbii resurslara olan tələbatı azaldır və davamlı istehsal modelinin təşviqinə töhfə verir. Hazırda ikinci dərəcəli maddi resursların istifadəsinə əsaslanan istehsal modelləri xüsusi aktualıq kəsb edir və əhəmiyyətli iqtisadi potensiala malik olduğu üçün sürətlə inkişaf etdirilir. Bu tendensiyanın əsas hərəkətverici qüvvələrindən biri təbii ehtiyatlara və ilkin xammala olan tələbatın azaldılmasıdır ki, bu da müəssisələr üçün yeni materialların alınması ilə bağlı xərclərin optimallaşdırılmasına şərait yaradır.

Eyni zamanda, bu yanaşma mövcud resurslardan daha səmərəli istifadəni təmin etməklə yanaşı, ətraf mühitə olan mənfi təsirlərin minimuma endirilməsinə də mühüm töhfə verir.

Təkrar emal edilmiş materiallardan istifadə dövrü iqtisadiyyatın inkişafına, tullantıların bərpası və yenidən emalına yönəlmiş innovativ biznes modellərinin formalaşmasına mühüm töhfə verir. Bu cür yanaşmalar yalnız resursların daha səmərəli istifadəsini təmin etmir, eyni zamanda, tullantıların təkrar emalı və emal sənayesində yeni iş yerlərinin yaradılması üçün geniş imkanlar yaradır.

Bundan əlavə, təkrar emal edilmiş materialların seçilməsi və istifadəsi xarici mənbələrdən, xüsusilə də idxal olunan xammaldan asılılığın azaldılmasına, nəticə etibarilə isə ölkənin iqtisadi təhlükəsizliyinin möhkəmləndirilməsinə töhfə verir. Ümumilikdə, bu yanaşma müəssisələrin rəqabət qabiliyyətinin artırılmasına, istehsalat xərclərinin azaldılmasına və onların ekoloji imicinin yaxşılaşdırılmasına şərait yaradır.

Ümumilikdə, təkrar emal edilmiş materiallardan istifadə ölkənin iqtisadi təhlükəsizliyinin təmin olunmasında, təbii resursların qorunmasında və ətraf mühitə mənfi təsirlərin azaldılmasında mühüm rol oynayır. Bu yanaşma həmçinin mövcud materialların təkrar istifadəsi hesabına iqtisadi səmərəliliyi artırır və xərclərə qənaət edilməsinə şərait yaradır. Eyni zamanda, təkrar emal edilmiş materialların tətbiqi dairəvi iqtisadiyyatın təşviqinə töhfə verir və xaricdən idxal olunan xammaldan asılılığın azaldılmasına kömək edir. Bu qeyd olunanlar nəticədə ölkənin iqtisadi təhlükəsizliyini gücləndirir, davamlı inkişafı təmin edir və iqtisadi riskləri azaldır.

Beləliklə, ikinci dərəcəli maddi resurslardan istifadə böyük iqtisadi potensiala malikdir ki, bu da həm müəssisələrə, həm də bütövlükdə cəmiyyətə əhəmiyyətli faydalar gətirə bilər.

2. Tullantıların utilizasiyası (atılması) ilə bağlı ödənişlərin tətbiqi. Tullantıların idarə olunması sahəsində iqtisadi alətlərdən biri kimi tullantıların utilizasiyası üçün ödənişlərin tətbiqi ətraf mühitə mənfi təsirlərin azaldılması və resurslardan daha səmərəli istifadə üçün stimullaşdırıcı rol oynayır.

İstehsal və istehlak tullantılarının idarə edilməsi sahəsində iqtisadi tənzimləmənin əsas doktrinal prinsiplərinə aşağıdakı aspektlər daxildir:

- ✓ tullantıların əmələgəlmə həcmnin azaldılması və onların iqtisadi dövriyyəyə inteqrasiyası;
- ✓ tullantıların atılması üçün məcburi ödənişlər;
- ✓ tullantıların idarə olunması təcrübəsini təkmilləşdirmək üçün sahibkarlıq subyektlərinin iqtisadi motivasiyası.

“Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanununa istinadən qeyd etmək olar ki, “istehsalat və məişət tullantılarının yerləşdirilməsi, emalı, basdırılması və ya saxlanması” üçün ödənişlər ətraf mühitin qorunmasına yönəlmiş əsas maliyyə alətlərindən biri kimi qiymətləndirilir. Bu ödənişlər tullantıların yerləşdirilməsi, emalı, basdırılması və ya saxlanması (utilizasiyası) zamanı ekoloji standartlara əməl olunmasını iqtisadi cəhətdən stimullaşdırmaq məqsədi daşıyır. “Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanununa əsasən tullantıların yerləşdirilməsi, emalı, basdırılması və ya saxlanması üçün ödənişlər qanunvericiliklə müəyyən edilmiş qaydada və məbləğdə müəssisələrdən, təşkilatlardan və vətəndaşlardan alınır. Bu mexanizm ətraf mühitin çirklənməsinə görə maliyyə məsuliyyətinin artırılmasına və çirkləndirici fəaliyyətlərin iqtisadi tənzimlənməsinə xidmət edir.

Azərbaycan Respublikasının hökuməti tullantıların yerləşdirilməsi, emalı, basdırılması və ya saxlanması üzrə ödənişlərin əsas prinsiplərini və standartlarını müəyyən edir. Bu standartlar ölkənin müxtəlif regionlarında mövcud olan ekoloji şəraitin spesifikliyini nəzərə almağa imkan verən ödənişlərin formalaşdırılması üçün baza rolunu oynayır. Başqa sözlə desək, tullantıların yerləşdirilməsi də daxil olmaqla, təbii resursların istifadəsi və ətraf mühitə atılan zərərli maddələr üçün limitlər və kvotalar müəyyən edilir. “Ətraf mühitin mühafizəsi haqqında” Azərbaycan Respublikasının Qanununa əsasən tullantıların yerləşdirilməsi, emalı, basdırılması və ya saxlanması ilə bağlı ödənişlərin məbləği və dərəcələri “qanunvericiliklə müəyyən edilmiş qaydada” tutulur. Bu yanaşma ekoloji şəraitdəki dəyişikliklərə daha çevik reaksiya verilməsini təmin edir və tullantıların idarə olunmasının yerli səviyyədə daha səmərəli şəkildə həyata keçirilməsinə şərait yaradır.

Nəticə etibarilə bu siyasət davamlı regional inkişafı dəstəkləməklə yanaşı, eyni zamanda, ölkənin iqtisadi təhlükəsizliyinin möhkəmləndirilməsinə də töhfə verir (Zhang et al., 2024).

3. Ekoloji vergi. Ətraf mühitə yönəlik vergitutma sistemində vergitutma obyektləri əsasən ətraf mühitə təsir baxımından üç əsas kateqoriyada qruplaşdırılır: atmosfərə emissiyalar, su obyektlərinə atılmalar və sənaye ilə istehlak fəaliyyəti nəticəsində yaranan tullantılar. Bu kateqoriyalar ətraf mühitin çirklənmə mənbələrinin təsnifatı və ekoloji vergilərin tətbiq sahələrinin müəyyənləşdirilməsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu proseslər vergi ödəyicilərinin maliyyə resurslarına və ekoloji risklərin idarə edilməsinə bilavasitə təsir göstərdiyi üçün iqtisadi baxımdan qiymətləndirilir.

1. Beynəlxalq təcrübə göstərir ki, ekoloji vergi dərəcələri iqtisadiyyatın sektorundan və tullantı səviyyəsindən asılı olaraq dəyişir. Avropada ekoloji vergilər karbon tutumlu məhsul və xidmətlərin dəyərinin 5%-dən 25%-ə qədərini təşkil edir. Məsələn, İsveçdə karbon vergisi karbon dioksid tullantılarının hər tonuna təxminən 114 avro təşkil edir. Almaniyada isə karbon vergisi hər ton üçün təxminən 25 avrodur (<https://lta.az/az/article/environmental-taxes-in-azerbaijan>).

Parantez açaraq qeyd edək ki, Azərbaycan Respublikasının İqtisadiyyat Nazirliyi yanında Dövlət Vergi Xidməti ölkə iqtisadiyyatının dayanıqlı inkişafını hədəfləyən geniş miqyaslı islahatlar proqramının bir hissəsi olaraq ekoloji vergilərin hazırlanması və tətbiqi üzərində fəal şəkildə çalışır. Bu dəyişikliklər bir çox ölkələrin prioriteti olan qlobal ətraf mühitin qorunması və dayanıqlı inkişaf meyillərinə uyğun gələcəkdir. Ekoloji vergilərin tətbiqi biznes subyektlərini zərərli tullantıların azaldılmasına, yaşıl texnologiyaların tətbiqinə təkan verəcək və biznesin təbiətə mənfi təsirlərini azaltmağa təşviq edəcəkdir.

Ekoloji vergitutma və tənzimləyici mexanizmlərin gücləndirilməsi fonunda müxtəlif iqtisadi sektorlar üzrə spesifik tələblər formalaşmaqdadır:

✓ *Enerji tutumlu sahələr* – istehsalat müəssisələri, resursların hasilatı və emalı ilə məşğul olan təşkilatlar, eləcə də energetika sektoru tullantıların azaldılması və istehsal proseslərinin optimallaşdırılması istiqamətində məcburi tədbirlər həyata keçirməli olacaqlar. Bu sahələrdə enerji səmərəliliyinin artırılması prioritet istiqamət kimi çıxış edir.

✓ *Nəqliyyat sektoru* – nəqliyyat və logistika xidmətləri göstərən şirkətlər yanacaq sərfiyyatı və karbon emissiyaları ilə bağlı artan vergi yükü ilə qarşılaşa bilərlər. Bu isə alternativ və ekoloji cəhətdən daha təmiz nəqliyyat vasitələrinin tətbiqini zəruri edəcəkdir.

✓ *Tikinti sektoru* – tikinti və infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsi zamanı ətraf mühitin qorunması ilə bağlı normativ tələblərə uyğunluq təmin olunmalıdır. Yeni layihələrin planlaşdırılması və icrası mərhələsində ekoloji standartlara riayət olunması hüquqi və maliyyə məsuliyyəti kontekstində aktuallaşır.

✓ *Kiçik və orta sahibkarlıq subyektləri* – bu kateqoriyaya aid biznes qurumları fəaliyyətlərinin ekoloji təsirdən asılı olaraq ya vergi güzəştləri ilə təşviq edilə bilər, ya da ətraf mühiti çirkləndirən fəaliyyətlərə görə əlavə fiskal öhdəliklərlə qarşılaşa bilərlər.

✓ *Pərakəndə ticarət və xidmət şəbəkələri* – bu müəssisələr üçün təkrar emal oluna bilən materiallardan istifadə, enerji və su istehlakının optimallaşdırılması kimi ekoloji yanaşmaların tətbiqi zəruridir. Belə yanaşmalar uzunmüddətli perspektivdə vergi yükünün azalması ilə nəticələnə bilər.

Ekoloji vergilər ətraf mühitə mənfi təsirlərin azaldılması və davamlı inkişaf strategiyalarının dəstəklənməsi istiqamətində mühüm iqtisadi alət kimi çıxış edir. Bu növ vergilər vergiödəyicilərini ekoloji cəhətdən üstün olan təmizləmə texnologiyalarını və təkrar emal sistemlərini tətbiq etməyə təşviq etməklə resurslardan daha səmərəli istifadəni stimullaşdırır. Həmçinin, ekoloji vergitutma mexanizmləri dövlətin ekoloji təhlükəsizliyinin gücləndirilməsinə, eyni zamanda, iqtisadi xərclərin optimallaşdırılmasına töhfə verir.

Qeyd edək ki, bu yenilik şirkətləri istehsal proseslərini müasirləşdirməyə, ekoloji təmiz texnologiyalardan istifadə etməyə və xammal və enerji sərfini optimallaşdırmağa təşviq edəcəkdir.

Bu tədbirlər biznes üçün əlavə xərclər kimi görünə bilsə də, uzunmüddətli perspektivdə əməliyyat xərclərinin azalmasına, şirkətin imicinin yaxşılaşdırılmasına və rəqəbətqabiliyyətliliyinin artmasına gətirib çıxaracaqdır (Малей, Трубович, 2022: 49).

4. Tullantıların idarə olunması ilə bağlı ekoloji zərər. Tullantıların idarə olunması sahəsində tətbiq edilən qeyri-effektiv və qeyri-dayanıqlı yanaşmalar əhəmiyyətli ekoloji zərərlərə və təbii resursların itirilməsinə səbəb ola bilər. Bu proseslər, torpaq, su və hava resurslarının çirklənməsi ilə yanaşı, biomüxtəlifliyin azalması və ekosistem xidmətlərinin zəifləməsi kimi ciddi ekoloji nəticələrə yol açır.

Ekoloji zərər ekoloji qanunvericiliyin pozulması, biznes əməliyyatları və ya təbii fəlakətlər nəticəsində müşahidə edilə bilən ekoloji, iqtisadi və sosial itkilərin məcmusu kimi müəyyən edilir. Ətraf mühitə dəymiş zərərin qarşısının alınması məqsədilə müəyyən edilmiş kompensasiya, qəbul olunmuş ekoloji standartlara uyğun olaraq ətraf mühitin mühafizəsinə və ya onun vəziyyətinin yaxşılaşdırılmasına yönəlmiş tədbirlərin iqtisadi baxımdan (pulla) qiymətləndirilməsini əhatə edir. Bu yanaşma, ekosistem xidmətlərinin bərpası və davamlı inkişafın təmin olunması baxımından əhəmiyyətli mexanizm kimi çıxış edir. Bu fəaliyyət ətraf mühitin atmosfer havası, su, torpaq ehtiyatları, flora və fauna kimi müxtəlif komponentlərini əhatə edir (Lingaitiene, Burinskiene, 2024).

Qarşısı alınmış ekoloji zərərin müəyyən edilməsi metodologiyası beynəlxalq ekoloji sazişlərə və milli ekoloji ekspertiza çərçivəsinə uyğun olaraq dövlət ekoloji nəzarəti, ekoloji proqramların icrası və ətraf mühitin mühafizəsinə yönəlmiş tədbirlər vasitəsilə qarşısı alına biləcək zərərin ümumiləşdirilmiş ekoloji-iqtisadi qiymətləndirilməsinin formalaşdırılmasını nəzərdə tutur. Bu metodologiya ətraf mühitə potensial təsirlərin proqnozlaşdırılması və onların minimuma endirilməsi məqsədilə qərarverici mexanizmlərin elmi əsaslarla dəstəklənməsinə xidmət edir.

Təqdim olunan metodologiyaya əsasən ətraf mühitə dəymiş zərər regional xüsusiyyətlər nəzərə alınmaqla ətraf mühit komponentlərini — su hövzələri, atmosfer havası, torpaq örtüyü və bioloji müxtəlifliyi — çirkləndirən maddələrin kütləsi (miqdarı) və təhlükəlilik dərəcəsi əsasında hesablanır. Bu yanaşma ətraf mühitə təsirlərin obyektiv və miqyas baxımından müqayisə edilə bilən şəkildə qiymətləndirilməsinə imkan verir. Qiymətləndirmənin əsas funksional modeli aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$Z = \sum_{i=1}^n (M_i \times H_i \times K_r)$$

Burada, Z – ətraf mühitə dəymiş ümumi zərərin ekoloji-iqtisadi dəyəri (manatla və ya digər uyğun vahidlərdə);

M_i – i -ci çirkləndirici maddənin ətraf mühitə atılan miqdarı (kq və ya tonla);

H_i – i -ci maddənin təhlükəlilik əmsalı (maddənin toksikliyində, bioakkumulyasiyasına və parçalanma müddətinə görə müəyyən edilir);

K_r – regional düzəliş əmsalı (ərazinin ekoloji həssaslığı və sosial-iqtisadi əhəmiyyəti nəzərə alınmaqla tətbiq olunur);

n – nəzərə alınan çirkləndirici maddələrin sayı.

Qeyd edək ki, bu düstur vasitəsilə zərərin (ziyanın) qiymətləndirilməsi yalnız ekoloji deyil, həm də iqtisadi amillərin nəzərə alınmasına şərait yaradır. Beləliklə, dövlət və özəl sektor səviyyəsində ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində daha rəşional və əsaslandırılmış qərarların qəbuluna töhfə verir.

Çirklənməni və zərəri (və ya ziyanı) müasir texnologiyalar və şirkətlərin iqtisadi imkanları ilə məqbul səviyyəyə endirmək istəyi bu metodologiyaya görə optimal strategiyadır (Ociepa-Kicinska, 2023: 579-582).

5. Tullantıların idarə edilməsi kontekstində ətraf mühitin auditi (və ya ekoloji audit). Tullantıların idarə olunması sahəsində ekoloji audit təşkilatların ətraf mühitin mühafizəsi və ekoloji təhlükəsizlik üzrə fəaliyyətlərinin sistemli şəkildə qiymətləndirilməsinə yönəlmiş mühüm alət hesab olunur.

6. Ekoloji auditin əsas məqsədi təsərrüfat subyektlərinin ekoloji siyasətlərinin işlənilib hazırlanması və həyata keçirilməsi prosesində dəstək göstərmək, eyni zamanda, bu subyektlərin mövcud ekoloji riskləri idarə etmək bacarığını artırmaqdır.

Bu audit növü aşağıdakı əsas prinsiplərə əsaslanır:

- Obyektivlik – audit qiymətləndirmələrinin qərəzsiz və əsaslandırılmış olması;
- Müstəqillik – auditorların yoxlanılan təsərrüfat subyektlərindən və üçüncü tərəflərdən institusional və funksional baxımdan asılı olmaması.

Ekoloji auditin səmərəli şəkildə həyata keçirilməsi üçün auditorlardan ətraf mühitin mühafizəsi, təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadə, ekoloji və texnoloji təhlükəsizlik sahələrində yüksək peşəkar bilik və praktik təcrübəyə malik olmaları tələb olunur. Bundan əlavə audit olunan subyektin fəaliyyət sahəsinin xüsusiyyətləri və yerli ekoloji kontekst haqqında dolğun məlumat da zəruridir. Bu yanaşma təşkilatların ekoloji fəaliyyətinin şəffaflığını və hesabatlılığını artırmaqla yanaşı, ekoloji risklərin azaldılması və davamlı inkişaf prinsiplərinin reallaşdırılması baxımından da əhəmiyyətlidir.

Ekoloji audit prosesi yalnız təşkilatın təsis sənədlərinin deyil, həmçinin onun fəaliyyəti ilə bağlı bütün normativ hüquqi sənədlərin, o cümlədən ekoloji icazələrin, ətraf mühitə uyğunluğun monitoring sisteminin, tətbiq edilən ekoloji və sənaye təhlükəsizliyi standartlarının, təbii ehtiyatların idarə olunmasına və texnoloji proseslərin idarəsinə dair sənədlərin kompleks şəkildə təhlilini əhatə edir. Audit çərçivəsində toplanmış məlumatlar əsasında həm təşkilatın ekoloji fəaliyyətindəki risklər və uyğunsuzluqlar, həm də mövcud yaxşı təcrübələr müəyyən edilir. Auditin yekun mərhələsində əldə edilən nəticələrin sistemli təhlilini özündə əks etdirən və həm əsaslandırılmış, həm də əsaslandırılmamış müşahidələri ehtiva edən rəsmi audit hesabatı hazırlanır. Bu hesabat audit olunan subyektin ekoloji fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi üçün tövsiyələri və qərarların əsaslandırılmasını təqdim etməklə təşkilatın ekoloji idarəetmə sisteminin səmərəliliyinin artırılmasına xidmət edir.

Təhlükəli tullantıların idarə olunması üzrə auditin nəticələri ekoloji qanunvericiliyin tələblərinə riayət olunma səviyyəsinin qiymətləndirilməsinə, ekoloji risklərin və potensial insidentlərin qarşısının alınmasına yönəlmiş tədbirlərin müəyyənəndirilməsinə, eləcə də təbii sərvətlərdən istifadənin səmərəliliyinin dəyərləndirilməsinə imkan yaradır. Bu amillər, öz növbəsində, ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində iqtisadi təhlilin aparılması və elmi əsaslandırılmış qərarların qəbul edilməsi üçün mühüm informasiya bazası rolunu oynayır (Маковецкий, Скирневская, 2023: 96-97).

Nəticə etibarilə, iqtisadi siyasətin ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyaların tətbiqinə yönəldilməsi innovativ inkişafın mühüm komponentinə çevrilir və istehsalla yanaşı, istehlak tullantılarının idarə olunmasında səmərəliliyin artırılmasını hədəfləyir. Bu yanaşma daha təmiz istehsal modellərinin tətbiqi vasitəsilə ölkənin iqtisadi sabitliyinin möhkəmləndirilməsinə xidmət etməklə bərabər, uzunmüddətli iqtisadi təhlükəsizliyin təmin olunması üçün zəruri ilkin şərtləri formalaşdıraraq davamlı inkişaf prosesini stimullaşdırır.

NƏTİCƏ

Dayanıqlı iqtisadiyyatın əsas aspekti ölkənin iqtisadi təhlükəsizliyi ilə birbaşa əlaqəli olan istehsal və istehlak tullantılarının hərtərəfli və düşünülmüş şəkildə idarə olunmasıdır. İstehsal və istehlak tullantılarının effektiv idarə edilməsi təkcə ekoloji problemlərin qarşısını almağa kömək etmir, həm də xammal və istehsal xərclərini azaltmaqla iqtisadi fayda gətirir. Bu sahədə fəaliyyətlərin diqqətlə planlaşdırılması təkcə tullantıların əmələ gəlməsinin minimuma endirilməsini deyil, həm də onların təkrar emalı və təkrar istifadəsi yollarının intensiv şəkildə araşdırılmasını əhatə edir. Tullantıların təkrar emalında innovativ texnologiyaların tətbiqi təkcə xammal bazasını genişləndirmir, həm də istehsal gücünü artırır, bu da öz növbəsində məhsulların maya dəyərini aşağı salır və ümumi iqtisadi vəziyyəti yaxşılaşdırır. Elm və texnikanın inkişafı ikinci dərəcəli ehtiyatlardan daha səmərəli və rəasional istifadə üçün yeni imkanlar açır ki, bu da uzun illər iqtisadi təhlükəsizliyin təmin edilməsində həlledici amilə çevrilir.

ƏDƏBİYYAT

Peter Stoett, Vitoria M. Scrich, Carla I. Elliff, Mariana M. Andrade, Natalia de M. Grilli, Alexander Turra. (2024). Global plastic pollution, sustainable development and plastic justice. *World Development*, Volume 184. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X24002262>

Odia U. L. (2022). Impact of recycling sustainability on organizational performance. *Linguistics and Culture Review*, 6(S1), pages 93-105. <https://doi.org/10.21744/lingcure.v6nS1.1977>

Jiawei Wu, Xunrong Ye, Huachun Cui (2025). Recycled Materials in lonstruction: trends, status and future of research. *Sustainability*, 17, 2636, MDPI, Basel, Switzerland, 38 pages/ <https://doi.org/10.3390/su17062636>

Ali Tighnavard Balasbaneh, Willy Sher, Jingnan Li, Ashraf Ashour (2025). Systematic Review of Construction Waste Management Scenarios: Informing life cycle cuctainability analysis, *Circular Economy and Sustainability*, Volume 5, pages 529-553.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s43615-024-00424-z>

Qurbanov S.N., Məmmədov Z.F. (2024). Yaşıl iqtisadiyyat: ekoloji və iqtisadi krizlərə qarşı antiböhran idarəetmə modeli, Bakı, 424 səh.

Zhechen Zhang, Zhonghao Chen, Jiawen Zhang, Yunfei Liu, Lin Chen, Mingyu Yang, Ahmed I. Osman, Mohamed Farghali, Engui Liu, Dalia Hassan, Ikko Ihara, Kun Lu, David W. Rooney, Pow-Seng Yap. Municipal solid waste management challenges in developing regions: A comprehensive review and future perspectives for Asia and Africa. (2024), *Science of the Total Environment*, Volume 930, 17 pages.

<https://lta.az/az/article/environmental-taxes-in-azerbaijan>

Малей Е.Б., Трубович Р.О. (2022). Экономическая сущность и оценка биомассы коммунальных отходов, *Вестник Полоцкого государственного университета, Серия D, Экономические и юридические науки*, №12, с. 47-51. DOI 10.52928/2070-1632-2022-62-12-47-51

Olga Lingaitiene, Aurelija Burinskiene (2024). Development of Trade in Recyclable Raw Materials: Transition a circular economy, *Economies*, 12 (2), 48, MDPI, MDPI, Basel, Switzerland, 24 pages/ <https://doi.org/10.3390/economies12020048>

Elzbieta Ociepa-Kicinska (2023). Socio-Economic Challenges of Removing and Disposing of Illegal Hazardous Waste Dumps: Poland Case Study, *European Research Studies Journal*, Volume XXVI, Issue 3, p. 570-583.

Маковецкий С.А., Скирневская Л.Н. (2023). Экологическое управление промышленными предприятиями и научное обоснование экономической концепции бионического производства, *Вести Автомобильно-дорожного института*, № 1(44), с. 90-98.

YAŞIL İNŞAAT TEKNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ VƏ ONLARIN AZƏRBAYCANDA DAYANIQLI İNKİŞAF PROSESİNƏ TƏSİRİ

Müəllim Nərgiz MUSTAFAYEVA

Mingəçevir Dövlət Universiteti, İqtisadiyyat, İqtisadiyyat kafedrası, Mingəçevir, Azərbaycan, 0009-0006-5371-6645

Xülasə

Son onilliklərdə dünya miqyasında ətraf mühitin mühafizəsi və resurslardan səmərəli istifadə məsələləri global gündəmin əsas istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir. Bu kontekstdə yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Yaşıl inşaat – təbiətə zərərini minimuma endirilməsi, enerji sərfiyyatının azaldılması, alternativ enerji mənbələrindən istifadənin genişləndirilməsi, su ehtiyatlarının səmərəli idarə olunması və ekoloji təmiz tikinti materiallarının tətbiqi ilə fərqlənir. Bu texnologiyalar sayəsində həm ekoloji təhlükəsizlik təmin olunur, həm də sosial-iqtisadi səmərəlilik artırılır. Azərbaycanda son illər aparılan genişmiqyaslı tikinti layihələri, şəhərləşmənin sürətlənməsi və yeni infrastrukturun formalaşması yaşıl inşaatın aktuallığını daha da artırır. “Ağıllı şəhər” və “ağıllı kənd” konsepsiyalarının həyata keçirilməsi, Qarabağ və Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonlarında “yaşıl enerji zonaları”nın yaradılması ekoloji dayanıqlılığın təmininə yönəlmiş mühüm addımlardır. Günəş panellərinin, külək enerjisinin, istilik izolyasiyasının və suyun təkrar emal texnologiyalarının tətbiqi bu sahədə praktik nümunələr hesab olunur. Eyni zamanda yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi ölkənin iqtisadi inkişafına da müsbət təsir göstərir. Enerji xərclərinin azaldılması və resurslardan qənaətli istifadə tikinti sektorunu daha cəlbedici edir, yeni investisiyaların cəlb olunmasına şərait yaradır. Bundan əlavə, innovativ yanaşmaların tətbiqi tikinti sənayesində müasir standartların formalaşmasına gətirib çıxarır və əhalinin həyat keyfiyyətini yüksəldir. Nəticə olaraq, yaşıl inşaat texnologiyalarının Azərbaycanda tətbiqi yalnız ekoloji mühitin qorunmasına deyil, həm də sosial və iqtisadi inkişafın davamlı şəkildə təmin edilməsinə xidmət edir. Bu iş ölkənin uzunmüddətli inkişaf strategiyasında əsas hədəflərdən biri kimi ön plana çıxır.

Açar sözlər: Yaşıl inşaat, dayanıqlı inkişaf, enerji səmərəliliyi, ekoloji texnologiyalar, ağıllı şəhər.

Abstract

In recent decades, environmental protection and the efficient use of resources have become one of the key priorities on the global agenda. In this context, the application of green construction technologies plays a particularly important role. Green construction is characterized by minimizing environmental damage, reducing energy consumption, expanding the use of alternative energy sources, managing water resources efficiently, and utilizing environmentally friendly construction materials. Through these technologies, both ecological safety is ensured and socio-economic efficiency is enhanced. In Azerbaijan, the large-scale construction projects implemented in recent years, the rapid pace of urbanization, and the development of new infrastructure further increase the relevance of green construction. The implementation of the "smart city" and "smart village" concepts, as well as the creation of "green energy zones" in the Karabakh and East Zangezur economic regions, are significant steps aimed at ensuring ecological sustainability. The application of solar panels, wind energy, thermal insulation, and water recycling technologies are considered practical examples in this regard. At the same time, the use of green construction technologies has a positive impact on the country's economic development. Reducing energy costs and ensuring efficient use of resources make the construction sector more attractive, while also creating favorable conditions for new investments. Furthermore, the adoption of innovative approaches leads to the establishment of modern standards in the construction industry and contributes to the improvement of the population's quality of life. In conclusion, the application of green construction technologies in Azerbaijan serves not only to protect the ecological environment but also to ensure sustainable socio-economic development. This, in turn, emerges as one of the main directions in the country's long-term development strategy.

Keywords: Green construction, sustainable development, energy efficiency, environmental technologies, smart city.

GİRİŞ

XXI əsrdə sürətli urbanizasiya, sənayeləşmə və əhalinin artımı inşaat sektorunda böyük həcmdə enerji sərfiyyatına, ekoloji tarazlığın pozulmasına və təbii resursların sürətlə tükənməsinə səbəb olmuşdur. Tikinti sənayesi dünyada enerji sərfiyyatının təxminən 30–40 faizini təşkil etməklə yanaşı, karbon emissiyalarının da əsas mənbələrindən biri sayılır. Bu səbəbdən yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi həm global miqyasda, həm də milli səviyyədə vacib strateji hədəfə çevrilmişdir.

Azərbaycan Respublikasında dayanıqlı inkişaf konsepsiyasının həyata keçirilməsi, “Azərbaycan 2030: Sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər” sənədində və BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədlərində əks olunmuş ekoloji çağırışlarla bilavasitə bağlıdır. Xüsusən də Qarabağ və Şərqi Zəngəzurdə aparılan genişmiqyaslı bərpa–quruculuq işlərində yaşıl enerji zonalarının yaradılması, “ağıllı şəhər” və “ağıllı kənd” konsepsiyalarının tətbiqi mövzusunun aktuallığını daha da artırır.

Yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi yalnız ekoloji sabitliyə xidmət etmir, eyni zamanda enerji səmərəliliyinin artırılması, tikinti xərclərinin optimallaşdırılması və insanların sağlam yaşayış mühitinin formalaşdırılması baxımından da mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu yanaşma iqtisadi inkişafda ekoloji təhlükəsizliyin uzlaşdırılmasına, şəhərsalmanın yeni modelinin formalaşdırılmasına və Azərbaycanın beynəlxalq “yaşıl iqtisadiyyat” trendlərinə inteqrasiyasına imkan yaradır.

Beləliklə, mövzusun aktuallığı ondan ibarətdir ki, yaşıl inşaat texnologiyaları Azərbaycan üçün həm ekoloji zərurət, həm də sosial-iqtisadi inkişafın yeni mərhələsini şərtləndirən əsas amillərdən biri kimi çıxış edir.

Ənənəvi inşaat texnologiyaları uzun illər ərzində sürətli urbanizasiya proseslərini təmin etsə də, onların ekoloji və iqtisadi nəticələri getdikcə daha qabarıq şəkildə özünü göstərir. Bu sahədə əsas problemlər yüksək enerji sərfiyyatı, tikinti tullantılarının idarə olunmaması, atmosfərə karbon emissiyalarının artması və təbii resurslardan qeyri-səmərəli istifadənin üstünlük təşkil etməsidir. Nəticədə, şəhərlərdə ekoloji tarazlıq pozulur, sosial rifah göstəriciləri zəifləyir və dayanıqlı inkişaf prinsiplərinin tətbiqi çətinləşir.

Azərbaycan kontekstində isə yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi hələ tam sistemli xarakter daşmır. Tikinti sektorunda enerji səmərəliliyi və ekoloji standartların tətbiqi sahəsində müəyyən addımlar atılsa da, maliyyələşmə mexanizmlərinin məhdudluğu, normativ-hüquqi bazanın yetərsizliyi, müasir texnologiyaların geniş şəkildə mənimsənilməməsi və kadr potensialının məhdudluğu problemləri aktuallığını qorumaqdadır. Xüsusən də şəhərsalma layihələrində bəzən iqtisadi səmərəlilik ekoloji dəyərlər üzərində üstünlük qazanır ki, bu da uzunmüddətli perspektivdə sosial və ekoloji risklər yaradır.

Tədqiqatın məqsədi yaşıl inşaat texnologiyalarının mahiyyətini, onların Azərbaycan üçün strateji əhəmiyyətini və dayanıqlı inkişaf prosesinə təsirini kompleks şəkildə öyrənməkdir. Buraya beynəlxalq təcrübənin təhlili, milli reallıqlara uyğun olaraq yaşıl inşaatın tətbiqi imkanlarının araşdırılması, mövcud problemlərin müəyyənləşdirilməsi və onların həlli üçün praktik tövsiyələrin işlənilib hazırlanması daxildir.

Beləliklə, tədqiqatın məqsədi yalnız mövcud vəziyyətin analizi ilə məhdudlaşmır, eyni zamanda Azərbaycanda ekoloji dayanıqlı urbanizasiya və inşaat siyasətinin formalaşdırılmasına elmi əsaslar yaratmaqdan ibarətdir. aşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi Azərbaycanın sosial-iqtisadi inkişafında mühüm dönüş nöqtəsi ola bilər. Belə ki, bu texnologiyalar enerji səmərəliliyini artırmaqla ölkənin enerji təhlükəsizliyinə töhfə verir, tikinti tullantılarının azalmasına xidmət etməklə ekoloji mühitin qorunmasını təmin edir və vətəndaşların sağlam yaşayış mühitində yaşamasına şərait yaradır. Eyni zamanda, yaşıl inşaat sahəsində innovativ yanaşmalar tikinti sektorunun modernləşdirilməsini, yeni iş yerlərinin yaradılmasını və iqtisadiyyatın diversifikasiyasını dəstəkləyir.

Tədqiqatın elmi əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, yaşıl inşaat texnologiyaları yalnız texniki yanaşma kimi deyil, həm də dayanıqlı inkişafın əsas elementlərindən biri kimi nəzərdən keçirilir. Burada şəhərsalmanın yeni modelləri, ekoloji normativlərin tətbiqi və beynəlxalq təcrübənin milli şəraitə uyğunlaşdırılması üçün nəzəri-praktik əsaslar formalaşdırılır.

Gözlənilən nəticələr sırasında:

Azərbaycanda yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqinin mövcud vəziyyətinin və problemlərinin elmi təhlili;

- 1) beynəlxalq uğurlu təcrübələrin öyrənilməsi və milli şəraitə uyğunlaşdırılması;
- 2) ekoloji, iqtisadi və sosial baxımdan dayanıqlı urbanizasiya modellərinin formalaşdırılması;
- 3) dövlət qurumları, özəl sektor və cəmiyyət üçün konkret tövsiyələrin hazırlanması xüsusi yer tutur.

Beləliklə, tədqiqat nəticələri həm dövlət siyasətinə, həm də praktiki inşaat fəaliyyətinə töhfə verərək Azərbaycanın “yaşıl iqtisadiyyat”a keçidində əhəmiyyətli rol oynaya bilər.

METODOLOGİYA

Tədqiqatın nəzəri bazası

Bu tədqiqatın nəzəri bazasını formalaşdıran əsas yanaşma dayanıqlı inkişaf konsepsiyasıdır. BMT tərəfindən irəli sürülən bu konsepsiya indiki nəsillərin ehtiyaclarını ödəyərək gələcək nəsillərin imkanlarını məhdudlaşdırmamağı nəzərdə tutur. Dayanıqlı inkişafın əsas prinsipləri iqtisadi səmərəlilik, ekoloji təhlükəsizlik və sosial rifahın tarazlaşdırılmasına əsaslanır. Bu yanaşma xüsusilə inşaat sektorunda daha aktualdır, çünki tikinti fəaliyyəti həm böyük həcmdə enerji və resurs sərfiyyatı ilə müşayiət olunur, həm də ətraf mühitə təsirən ən yüksək olduğu sahələrdən biridir.

Nəzəri bazanın mühüm istiqamətlərindən biri də ekoloji modernləşmə və dövrü iqtisadiyyat (circular economy) yanaşmalarıdır. Ekoloji modernləşmə nəzəriyyəsinə görə texnoloji yeniliklər və düzgün idarəetmə vasitəsilə iqtisadi inkişaf ətraf mühitin məhv edilməsi ilə deyil, onun qorunması ilə paralel şəkildə həyata keçirilə bilər. Dövrü iqtisadiyyat prinsipi isə inşaat materiallarının təkrar istifadəsi, tullantıların minimuma endirilməsi, modulluq və uzunömürlü konstruksiyaların tətbiqi ilə yaşıl inşaatın nəzəri çərçivəsini gücləndirir. (Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Administrasiyası, 2021)

Eyni zamanda, sistemli yanaşma nəzəriyyəsi tədqiqatın əsas metodoloji dayaqlarından biridir. Bu yanaşmaya əsasən inşaat yalnız bir bina və ya tikili ilə məhdudlaşmır, şəhərin, regionun və bütövlükdə ekosistemin bir parçası kimi qiymətləndirilməlidir. Şəhərsalmada enerji, su və material dövriyyəsinin optimallaşdırılması, iqlim dəyişikliyi risklərinə qarşı dayanıqlılığın artırılması, həmçinin sosial infrastrukturun nəzərə alınması sistemli yanaşmanın mahiyyətini təşkil edir.

Tədqiqatın nəzəri bazasını gücləndirən digər istiqamət ekoloji iqtisadiyyat və xarici təsirlər nəzəriyyəsidir. Tikinti prosesində yaranan karbon emissiyaları, hava çirklənməsi və enerji itkiləri bazar qiymətlərində öz əksini tam tapmadığı üçün dövlətin normativ-hüquqi müdaxiləsi zəruri olur. Bu baxımdan vergi güzəştləri, “yaşıl kreditlər”, ekoloji standartların tətbiqi və enerji sertifikatlaşdırılması nəzəri əsaslara söykənən mühüm siyasət alətləridir.

Yaşıl inşaat sahəsində beynəlxalq səviyyədə qəbul olunmuş standartlar və sertifikatlaşdırma sistemləri də nəzəri bazanın ayrılmaz hissəsidir. Bunlara LEED, BREEAM, EDGE, WELL kimi qiymətləndirmə sistemləri, həmçinin ISO 14001 (ekoloji idarəetmə), ISO 50001 (enerji idarəetmə), LCA (həyat dövrü analizi) kimi beynəlxalq standartlar daxildir. Bu çərçivələr inşaat prosesində resursların istifadəsindən binanın sökülməsinə qədər bütün mərhələlərdə ekoloji səmərəliliyin təmin olunmasına yönəlib.

Bundan əlavə, bina fizikasının qanunları – istilikkeçirmə, havalandırma, günəş işığından düzgün istifadə və istilik izolyasiyası kimi məsələlər də yaşıl inşaatın nəzəri əsaslarını təşkil edir.

“Passiv ev” yanaşması, təbii işıqlandırma və ventilyasiya, bərpa olunan enerji mənbələrinin integrasiyası kimi həllər bu nəzəri prinsiplərin praktik nəticələridir.

Nəhayət, nəzəri bazanın sosial ölçüsü də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Burada əsas məqsəd yalnız ekoloji və iqtisadi effektivlik deyil, həm də insanların sağlamlığı, rifahı və rahat yaşayış mühitinin təmin edilməsidir. Daxili hava keyfiyyəti, gün işığından səmərəli istifadə, səs və istilik komfortu yaşıl inşaatın sosial dayanıqlılıq prinsipləri ilə uzlaşır. (Aliyev, 2020)

Beləliklə, bu tədqiqatın nəzəri bazası çoxşaxəlidir və ekoloji iqtisadiyyat, sistemli yanaşma, dövrü iqtisadiyyat, beynəlxalq standartlar və bina fizikasının qanunları üzərində qurulmuşdur. Bu yanaşmaların sintezi Azərbaycanda yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqinə elmi əsas yaratmaqla yanaşı, dayanıqlı inkişaf prosesinin daha səmərəli həyata keçirilməsinə də xidmət edir.

Müqayisəli təhlil metodu

Yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqinin öyrənilməsində analitik və müqayisəli yanaşma mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu yanaşma bir tərəfdən Azərbaycanın mövcud inşaat sektorunun vəziyyətini dərin təhlil etməyə, digər tərəfdən isə beynəlxalq təcrübələrlə müqayisə apararaq oxşarlıqları və fərqlilikləri müəyyənləşdirməyə imkan verir. Beləliklə, mövcud problemlərin köklü səbəbləri daha aydın şəkildə ortaya çıxarılır və gələcək inkişaf istiqamətləri üçün elmi əsaslandırılmış təkliflər formalaşdırılır.

Analitik yanaşma çərçivəsində ilk növbədə ölkənin tikinti sektorunun ekoloji təsirləri, enerji sərfiyyatı, istifadə olunan materialların keyfiyyəti və tullantıların idarə olunma səviyyəsi təhlil edilir. Bu zaman rəsmi statistika, dövlət proqramları, strateji yol xəritələri və beynəlxalq təşkilatların (BMT, Dünya Bankı, UNEP və s.) hesabatları əsas məlumat mənbəyi kimi çıxış edir. Təhlilin nəticələri göstərir ki, ənənəvi inşaat üsulları çox vaxt yüksək enerji itkiləri, ekoloji risklər və uzunmüddətli istismar xərcləri ilə müşayiət olunur. (Məmmədov, 2019)

Müqayisəli yanaşma isə yaşıl inşaat texnologiyalarının inkişafında Azərbaycanın mövqeyini digər ölkələrin təcrübələri ilə paralel öyrənməyə şərait yaradır. Burada xüsusilə Avropa İttifaqı ölkələrinin, ABŞ-ın, Yaponiya və Cənubi Koreya kimi texnologiya yönümlü dövlətlərin təcrübəsi diqqətə alınır. Bu ölkələrdə qəbul olunmuş LEED, BREEAM, EDGE, WELL kimi beynəlxalq sertifikatlaşdırma sistemlərinin tətbiqi, dövlətin maliyyə stimulları və enerji səmərəliliyi üzrə normativlər inşaat sektorunda köklü dəyişikliklərə səbəb olmuşdur. Azərbaycan üçün bu nümunələrin öyrənilməsi və milli şəraitə uyğunlaşdırılması böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Digər mühüm istiqamət Qarabağ və Şərqi Zəngəzur bölgələrində aparılan bərpa-quruculuq işləridir. Bu proseslərdə “ağıllı şəhər” və “yaşıl enerji zonaları” konsepsiyalarının tətbiqi faktiki olaraq Azərbaycanın yaşıl inşaat təcrübəsini sınaqdan keçirmək üçün əlverişli model rolunu oynayır. Bu nümunələr beynəlxalq miqyasda həyata keçirilən “eko-şəhər” layihələri ilə müqayisə edilərək ölkənin inkişaf potensialını qiymətləndirməyə imkan verir. (Bayramov, 2021)

Beləliklə, analitik yanaşma vasitəsilə yaşıl inşaatın Azərbaycanda mövcud vəziyyəti elmi əsaslarla təhlil olunur, müqayisəli yanaşma isə ölkənin bu sahədəki nailiyyətlərini və çatışmazlıqlarını beynəlxalq təcrübə fonunda dəyərləndirməyə imkan yaradır. Bu iki yanaşmanın sintezi nəticəsində əldə edilən məlumatlar həm nəzəri nəticələrin, həm də praktiki tövsiyələrin əsasını təşkil edəcək.

Statistik və empirik analiz

Yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi və onların dayanıqlı inkişaf prosesinə təsirini öyrənmək yalnız nəzəri çərçivə ilə məhdudlaşa bilməz. Bu sahənin daha dərinlən araşdırılması üçün real faktlar, rəsmi göstəricilər və praktik müşahidələr əsasında empirik yanaşmaya xüsusi diqqət yetirilir. Empirik metodların tətbiqi həm əldə edilən nəticələrin obyektivliyini artırır, həm də təhlilin yalnız nəzəri deyil, praktik əsaslara söykənməsini təmin edir. Əvvəla, tədqiqatda statistik məlumatların toplanması və təhlili əsas üsullardan biridir.

Dövlət Statistika Komitəsinin hesabatları, Energetika Nazirliyi və Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin rəsmi göstəriciləri, eyni zamanda BMT, Dünya Bankı, UNDP, UNEP kimi beynəlxalq təşkilatların açıqladığı qlobal hesabatlar müqayisəli qiymətləndirmə aparmaq üçün mühüm mənbədir. Bu məlumatlar əsasında tikinti sektorunda enerji sərfiyyatı, tullantıların həcmi, karbon emissiyaları və materiallardan istifadə dinamikası müəyyənəşdirilir.

İkinci mühüm üsul sənəd analizi və normativ araşdırmaadır. Bu çərçivədə Azərbaycanda qəbul edilmiş “Azərbaycan 2030: Sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər”, “Yaşıl Enerji Zonaları” konsepsiyası, Qarabağ və Şərqi Zəngəzurda həyata keçirilən şəhərsalma layihələri və digər strateji sənədlər öyrənilir. Eyni zamanda, beynəlxalq standartların (LEED, BREEAM, ISO 14001, ISO 50001 və s.) tətbiqi təcrübəsi müqayisəli şəkildə nəzərdən keçirilir.

Üçüncü istiqamət ekspert müsahibələri və sorğuların aparılmasıdır. İnşaat sahəsində çalışan mühəndislər, memarlar, dövlət qurumlarının nümayəndələri və ekoloji mütəxəssislərlə aparılan müsahibələr yaşıl texnologiyaların tətbiqində mövcud imkanları və maneələri aydınlaşdırmağa kömək edir. Bu yanaşma praktiki problemləri birbaşa sahə mütəxəssislərinin dilindən öyrənməyə şərait yaradır.

Dördüncü üsul kimi sahə müşahidələri xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiq olunduğu pilot layihələr, “ağıllı kənd” və “ağıllı şəhər” nümunələri yerində müşahidə edilərək təhlil edilir. Bu, nəzəriyyə ilə praktikanın uzlaşdırılmasına və əldə olunan nəticələrin real kontekstdə dəyərləndirilməsinə imkân verir.

Nəhayət, müqayisəli göstəricilərin statistik modelləşdirilməsi empirik araşdırmanın tamamlayıcı hissəsini təşkil edir. Bu üsul vasitəsilə Azərbaycanın yaşıl inşaat sahəsində mövcud göstəriciləri beynəlxalq standartlarla müqayisə olunur, gələcək inkişaf üçün ssenarilər və proqnozlar hazırlanır.

Beləliklə, empirik araşdırma üsulları yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi ilə bağlı yalnız nəzəri deyil, həm də faktlara əsaslanan nəticələr əldə etməyə imkan verir. Bu da tədqiqatın etibarlılığını artıraraq dövlət siyasəti və praktiki fəaliyyət üçün daha dolğun elmi əsas yaradır.

Statistik və empirik analiz

Yaşıl inşaat texnologiyalarının araşdırılması yalnız ayrı-ayrı elementlərin öyrənilməsi ilə məhdudlaşa bilməz. Bu sahənin mürəkkəbliyi ondan ibarətdir ki, enerji səmərəliliyi, ekoloji təhlükəsizlik, iqtisadi dəyər və sosial rifah bir-biri ilə sıx bağlıdır. Buna görə də tədqiqatda sistemli yanaşma əsas metodoloji çərçivə kimi qəbul olunur.

Sistemli yanaşma hər bir binanı və ya infrastruktur layihəsini təkbaşına deyil, daha geniş bir ekosistemin parçası kimi nəzərdən keçirir. Bu zaman bina yalnız memarlıq və mühəndislik məhsulu deyil, həm də şəhərsalma, ətraf mühit və cəmiyyətlə qarşılıqlı əlaqədə olan kompleks bir sistem kimi dəyərləndirilir. Məsələn, yeni bir yaşayış kompleksinin layihələndirilməsi təkcə enerji sərfiyyatına və materialların seçiminə görə deyil, həm də nəqliyyat infrastrukturuna, su təchizatına, tullantıların idarə edilməsinə və sosial həyatın keyfiyyətinə təsirlərinə görə qiymətləndirilməlidir.

Bu yanaşma çərçivəsində sintez metodu mühüm əhəmiyyət daşıyır. Sintezi metodu müxtəlif mənbələrdən əldə edilən nəzəri biliklərin, empirik nəticələrin və beynəlxalq təcrübələrin birləşdirilməsinə xidmət edir. Yəni, iqtisadiyyat, ekoloji elmlər, mühəndislik və sosial elmlərin nəticələri vahid çərçivədə birləşdirilərək yaşıl inşaat texnologiyalarının çoxölçülü təsirləri izah olunur. Bu metod həm də mövcud problemlərə kompleks həll yolları işləyib hazırlamağa imkan yaradır.

Sistemli yanaşmanın üstünlüklərindən biri də onun çoxsəviyyəli qiymətləndirmə imkanı verməsidir. Burada ayrı-ayrı binaların enerji performansını mikro səviyyədə, şəhər və regionların ekoloji davamlılığı isə makro səviyyədə təhlil edilir. Hər iki nəticə bir-birini tamamlayaraq dayanıqlı inkişafın reallaşdırılması üçün daha obyektiv mənzərə yaradır.

Eyni zamanda, sistemli yanaşma və sintezi metodu gələcək ssenarilərin hazırlanması üçün də mühüm nəzəri bazadır. İqlim dəyişikliyi, resursların məhdudluğu və urbanizasiya prosesləri nəzərə alınaraq yaşıl inşaat texnologiyalarının müxtəlif ssenarilərdə necə nəticə verə biləcəyi qiymətləndirilir.

Bununla da dövlət siyasəti, özəl sektorun qərarları və ictimai təşəbbüslər üçün daha geniş perspektivlər təqdim olunur.

Beləliklə, sistemli yanaşma və sintez metodu bu tədqiqatda yalnız analitik vasitə kimi deyil, həm də nəticələrin praktik dəyərə çevrilməsi üçün əsas mexanizm kimi çıxış edir. Bu metod sayəsində yaşıl inşaat texnologiyalarının təsirləri daha dəqiq izah olunur, müxtəlif sahələr arasında uzlaşma təmin edilir və Azərbaycanda dayanıqlı inkişaf proseslərinin elmi əsasları möhkəmləndirilir.

Analitik–proqnostik yanaşma

Yaşıl inşaat texnologiyalarının Azərbaycanda tətbiqi yalnız mövcud vəziyyətin analizi ilə məhdudlaşmamalıdır. Əsas məqsəd gələcək inkişaf perspektivlərini müəyyənləşdirmək və bu istiqamətdə elmi əsaslı proqnozlar verməkdir. Bu baxımdan proqnostik yanaşma tədqiqatın mühüm metodoloji dayaqlarından biridir.

Proqnostik yanaşma ilk növbədə mövcud empirik məlumatların təhlilinə əsaslanır və gələcək inkişaf ssenarilərinin işlənməsini nəzərdə tutur. Burada tikinti sektorunda enerji sərfiyyatı, karbon emissiyaları, material istifadəsi, binaların enerji performansı və ətraf mühitə təsirlər kimi göstəricilər əsasında dinamik modellər qurulur. Bu modellər Azərbaycanda yaşıl inşaatın yaxın 10–20 il ərzində hansı istiqamətdə inkişaf edə biləcəyini müəyyənləşdirməyə kömək edir.

Eyni zamanda, beynəlxalq təcrübələr də proqnostik yanaşmada mühüm rol oynayır. Avropa İttifaqı ölkələrinin 2030 və 2050 iqlim hədəfləri, ABŞ-ın enerji səmərəliliyi proqramları, Asiya ölkələrinin “yaşıl şəhər” konsepsiyaları Azərbaycanda həyata keçirilə biləcək siyasət və layihələr üçün müqayisəli baza rolunu oynayır. Bu nümunələr əsasında Azərbaycanın spesifik şəraitinə uyğun optimist, realist və pessimist ssenarilər işlənə bilər.

Tədqiqatın proqnostik hissəsi yalnız gələcək tendensiyaları müəyyənləşdirməklə kifayətlənmir, həm də praktik təkliflərin hazırlanmasına imkan yaradır. Təkliflər əsasən üç istiqamətdə formalaşdırılır:

Dövlət siyasəti üçün: normativ-hüquqi bazanın təkmilləşdirilməsi, yaşıl inşaat layihələri üçün vergi güzəştləri və subsidiya mexanizmlərinin yaradılması, həmçinin dövlət sifarişli layihələrdə yaşıl standartların məcburi tətbiqi.

Özəl sektor üçün: inşaat şirkətlərinin beynəlxalq sertifikatlaşdırma sistemlərinə inteqrasiyası, innovativ materiallardan istifadə, enerji səmərəliliyi və tullantıların idarə olunması üzrə texnologiyaların tətbiqi.

Cəmiyyət üçün: ictimai maarifləndirmə proqramlarının təşkili, yaşıl memarlıq və ekoloji həyat tərzinin təşviqi, əhəlinin enerji qənaəti və ekoloji mədəniyyətə cəlb edilməsi.

Beləliklə, proqnostik yanaşma və işlənmiş təkliflər yaşıl inşaat texnologiyalarının yalnız bu gün üçün deyil, həm də gələcək nəsillər üçün real dəyər yaratmasını təmin edəcək. Bu metod sayəsində Azərbaycan beynəlxalq ekoloji çağırışlara uyğunlaşa bilər, “yaşıl iqtisadiyyat”a keçidi sürətləndirə və dayanıqlı inkişaf proseslərini daha səmərəli şəkildə həyata keçirə bilər.

NƏTİCƏLƏR

Müasir dövrdə iqlim dəyişikliyi, ekoloji böhran və sürətli urbanizasiya inşaat sektorunda yeni yanaşmaların tətbiqini zəruri etmişdir. Ənənəvi inşaat metodları çox zaman yüksək enerji sərfiyyatı, təbii resursların həddindən artıq istifadəsi və tullantıların idarə olunmaması ilə xarakterizə olunur. Bu isə həm ekoloji tarazlığın pozulmasına, həm də uzunmüddətli sosial-iqtisadi problemlərin dərinləşməsinə səbəb olur. Xüsusilə karbon emissiyalarının böyük hissəsinin inşaat sahəsindən qaynaqlandığı nəzərə alınırsa, yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi qlobal və milli səviyyədə qaçılmaz zərurət kimi meydana çıxır.

Yaşıl inşaat texnologiyalarının əsas məqsədi binaların və infrastrukturaların enerji səmərəliliyini artırmaq, ekoloji təsirləri minimuma endirmək və insanların sağlamlığı üçün optimal şərait yaratmaqdır.

Bu yanaşma yalnız resursların qorunmasına deyil, həm də uzunmüddətli iqtisadi qənaətə xidmət edir. Məsələn, enerji sərfiyyatının azaldılması həm ekoloji mühitin yaxşılaşdırılmasına, həm də ailələrin və müəssisələrin maliyyə yükünün azalmasına gətirib çıxarır.

Azərbaycan üçün yaşıl inşaatın zəruriliyi xüsusilə aktuallıq kəsb edir. Ölkə sürətlə urbanizasiya mərhələsindən keçir, yeni şəhərsalma layihələri həyata keçirilir, Qarabağ və Şərqi Zəngəzur bölgəsində “ağıllı şəhər” və “ağıllı kənd” modelləri reallaşdırılır. Əgər bu layihələrdə ənənəvi tikinti üsullarına üstünlük verilsə, gələcəkdə həm ekoloji, həm də iqtisadi baxımdan ciddi problemlər yarana bilər. Halbuki yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi bu bölgələrin həm enerji baxımından müstəqil, həm də ekoloji baxımdan dayanıqlı inkişafını təmin edə bilər.

Bundan əlavə, Azərbaycan beynəlxalq təşkilatlara üzv olaraq BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Məqsədlərini qəbul etmişdir. Bu öhdəliklər çərçivəsində ölkənin inşaat sektoru ekoloji təhlükəsizliyə uyğunlaşdırılmalı və qlobal “yaşıl iqtisadiyyat” trendlərinə inteqrasiya etməlidir. Yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi bu öhdəliklərin icrası üçün mühüm alət kimi çıxış edir.

Nəhayət, yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi cəmiyyət üçün də həyati əhəmiyyət daşıyır. Daha sağlam yaşayış mühiti, keyfiyyətli daxili hava, təbii işıqlandırma və səs komfortu insanların həyat keyfiyyətini yüksəldir. Bununla da yaşıl inşaat yalnız ekoloji və iqtisadi deyil, həm də sosial rifahın təmin olunmasına xidmət edir.

Beləliklə, yaşıl inşaat texnologiyalarının zəruriliyi həm qlobal ekoloji çağırışlardan, həm Azərbaycanın milli inkişaf prioritetlərindən, həm də insanların daha sağlam və təhlükəsiz mühitdə yaşamaq tələbatından qaynaqlanır. Bu səbəbdən yaşıl inşaat yalnız seçim deyil, həm də gələcəyin inkişafı üçün qaçılmaz strateji zərurətdir. Azərbaycanın inşaat sektoru son onilliklərdə sürətli inkişaf mərhələsi keçmiş, iri şəhərlərdə və regionlarda genişmiqyaslı infrastruktur layihələri həyata keçirilmişdir. Bu inkişaf eyni zamanda yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi üçün müəyyən potensial formalaşdırmışdır. İlk növbədə, ölkənin zəngin enerji resursları və bərpa olunan enerji imkanları (günəş, külək, hidroenerji) yaşıl tikinti layihələrinin enerji təminatında mühüm üstünlüklər yaradır. Qarabağ və Şərqi Zəngəzurdə elan edilmiş “Yaşıl Enerji Zonaları” konsepsiyası, həmçinin “ağıllı şəhər” və “ağıllı kənd” modellərinin tətbiqi Azərbaycanda yaşıl inşaatın gələcək inkişafı üçün real baza rolunu oynayır.

İkinci mühüm üstünlük urbanizasiya və yenidənqurma proseslərinin intensivliyi ilə bağlıdır. Qarabağ bölgəsində aparılan bərpa-quruculuq işləri, paytaxt Bakıda və iri şəhərlərdə həyata keçirilən yeni yaşayış kompleksləri və biznes mərkəzləri yaşıl texnologiyaların tətbiqi üçün böyük imkanlar açır. Bu layihələrin başlanğıc mərhələsindən etibarən ekoloji yanaşmaların nəzərə alınması Azərbaycanın dayanıqlı şəhərsalma modelini formalaşdırmasına kömək edə bilər.

Lakin mövcud potensiala baxmayaraq, Azərbaycanda yaşıl inşaat texnologiyalarının geniş tətbiqinin qarşısında bir sıra problemlər mövcuddur. Əvvəla, normativ-hüquqi baza tam yetkin deyil. İnşaat sahəsində müəyyən enerji səmərəliliyi standartları mövcud olsa da, beynəlxalq səviyyədə qəbul olunmuş LEED, BREEAM və digər sistemlərin milli qanunvericiliyə inteqrasiyası hələ məhdud xarakter daşıyır. Bu da yaşıl tikinti layihələrinin geniş yayılmasına mane olur.

Digər mühüm problem maliyyə mexanizmlərinin zəifliyidir. Yaşıl inşaat texnologiyalarının ilkin tətbiqi ənənəvi tikintiyə nisbətən daha yüksək investisiya tələb edir. Bu səbəbdən inşaat şirkətləri çox vaxt qısamüddətli iqtisadi səmərəliliyi üstün tutaraq ekoloji baxımdan davamlı texnologiyalara maraq göstərmirlər. Bank sektorunda “yaşıl kreditlər” və dövlət dəstəyi mexanizmləri hələ kifayət qədər inkişaf etmədiyindən bu sahədə investisiya riski yüksək olaraq qalır.

Üçüncü problem texnoloji və kadr potensialının məhdudluğu ilə bağlıdır. Azərbaycanda memarlıq və mühəndislik təcrübəsi sürətlə inkişaf etsə də, yaşıl texnologiyalar üzrə ixtisaslaşmış mütəxəssislərin sayı hələ kifayət qədər deyil. Eyni zamanda, ekoloji materialların və innovativ tikinti həllərinin daxili bazarda azlığı şirkətləri xaricdən idxala məcbur edir ki, bu da layihələrin dəyərini artırır və tətbiqini çətinləşdirir. Nəhayət, cəmiyyətin ekoloji mədəniyyət səviyyəsi də yaşıl inşaatın tətbiqinə təsir edən amillərdən biridir. Əhali arasında enerji qənaəti, ekoloji tikinti və sağlam yaşayış mühiti ilə bağlı maarifləndirmə hələ geniş yayılmayıb. Halbuki sosial dəstək və ictimai tələbat olmadan yaşıl inşaat texnologiyalarının sürətli inkişafı mümkün deyil.

Beləliklə, Azərbaycanın mövcud potensialı yaşıl inşaat texnologiyalarının inkişafı üçün mühüm imkanlar yaratsa da, normativ-hüquqi, maliyyə, texnoloji və sosial sahələrdə mövcud olan problemlərin həlli bu istiqamətdə irəliləyişin əsas şərti kimi çıxış edir. Yaşıl inşaat texnologiyalarının inkişafında beynəlxalq təcrübə mühüm istinad nöqtəsidir. Çünki bu sahə yalnız lokal şərtlərlə məhdudlaşmır, qlobal ekoloji çağırışların və iqlim dəyişikliyi ilə mübarizənin bir hissəsi kimi qiymətləndirilir. İnkişaf etmiş ölkələrdə yaşıl inşaat uzun illərdir dövlət siyasətinin, normativ-hüquqi mexanizmlərin, texnoloji innovasiyaların və cəmiyyətin ekoloji mədəniyyətinin qarşılıqlı təsiri nəticəsində geniş yayılmışdır. Azərbaycanın bu təcrübəni öyrənməsi və milli şəraitə uyğunlaşdırması yaşıl inşaatın səmərəli tətbiqi baxımından həyati əhəmiyyət daşıyır.

Əvvəla, beynəlxalq təcrübə göstərir ki, dövlət siyasətinin fəal iştirakı olmadan yaşıl inşaatın geniş yayılması çətindir. Avropa İttifaqı ölkələrində yaşıl tikinti standartlarının məcburi xarakter alması, ABŞ-da “yaşıl kreditlər” və vergi güzəştləri, Asiya ölkələrində isə ekoloji şəhərsalma konsepsiyalarının dövlət proqramlarına inteqrasiya olunması bu istiqamətdə mühüm nümunələrdir. Bu təcrübə sübut edir ki, yaşıl inşaat yalnız özəl sektorun təşəbbüsü ilə deyil, dövlətin tənzimləyici və stimullaşdırıcı tədbirləri ilə dəstəklənməlidir.

İkincisi, beynəlxalq təcrübə sertifikatlaşdırma sistemlərinin əhəmiyyətini üzə çıxarır. LEED (ABŞ), BREEAM (Böyük Britaniya), EDGE (Beynəlxalq Maliyyə Korporasiyası tərəfindən), WELL (insan sağlamlığı və rifahına yönəlmiş) kimi sistemlər binaların ekoloji, enerji və sosial göstəricilərini obyektiv qiymətləndirir. Bu sertifikatlar yalnız ekoloji etiket deyil, həm də daşınmaz əmlakın bazar dəyərini artıran amildir. Azərbaycanın bu sistemlərdən öyrənəcəyi məqam, milli tikinti normalarına uyğunlaşdırılmış oxşar qiymətləndirmə mexanizminin tətbiqidir.

Üçüncüsü, beynəlxalq təcrübə göstərir ki, innovativ texnologiyaların tətbiqi yaşıl inşaatın uğurunu şərtləndirir. Məsələn, Skandinaviya ölkələrində passiv ev texnologiyaları, Yaponiya və Cənubi Koreyada yüksək səmərəli izolyasiya materialları və ağıllı enerji idarəetmə sistemləri, Almaniya da isə bərpa olunan enerji mənbələrinin binalara inteqrasiyası ekoloji sabitliyi gücləndirmişdir. Azərbaycanın da bu texnologiyaları mənimsəməsi və daxili bazarda tətbiqi mühüm nəticələr verə bilər.

Nəhayət, beynəlxalq təcrübənin öyrədiyi ən vacib dərslərdən biri ictimai şüurun və maarifləndirmənin əhəmiyyətidir. Məsələn, Avropada əhalinin əksəriyyəti yaşıl binaları həyat keyfiyyətinin yüksəlməsi ilə əlaqələndirir və ekoloji həssaslığı yüksək qiymətləndirir. Azərbaycanda da ictimai tələbin formalaşdırılması, ekoloji təhsilin və ictimai kampaniyaların gücləndirilməsi beynəlxalq təcrübədən çıxarıla biləcək ən mühüm nəticələrdən biridir.

Beləliklə, beynəlxalq təcrübə göstərir ki, yaşıl inşaat texnologiyalarının uğurlu tətbiqi yalnız texniki məsələ deyil, həm də siyasi iradə, iqtisadi stimullar, texnoloji innovasiyalar və ictimai dəstəyin sintezindən asılıdır. Azərbaycan bu nümunələri öyrənərək öz milli prioritetlərinə uyğunlaşdırmaqla, dayanıqlı inkişaf prosesini daha sürətli və effektiv şəkildə həyata keçirə bilər.

TƏKLİFLƏR

Yaşıl inşaat texnologiyalarının Azərbaycanda geniş tətbiqi üçün yalnız nəzəri əsaslar kifayət etmir, həm də praktik addımların atılması zəruridir. Bu istiqamətdə həm dövlət, həm özəl sektor, həm də cəmiyyət üçün uyğun təkliflərin hazırlanması vacibdir.

İlk növbədə, dövlət siyasəti və normativ-hüquqi baza gücləndirilməlidir. İnşaat sektorunda enerji səmərəliliyi üzrə beynəlxalq standartlara uyğun məcburi normalar tətbiq olunmalı, yaşıl sertifikatlaşdırma sistemləri (LEED, BREEAM, EDGE və s.) milli qanunvericilikdə nəzərə alınmalıdır. Bundan əlavə, yaşıl tikinti layihələri üçün vergi güzəştləri, subsidiyalar və dövlət dəstək proqramları yaradılmalıdır. Bu, özəl sektorun yaşıl texnologiyalara investisiya qoymaq marağını artıracaq.

İkincisi, özəl sektor və tikinti şirkətləri innovativ yanaşmalara açıq olmalı, enerji qənaətli materiallardan, bərpa olunan enerji mənbələrindən və tullantıların idarə edilməsinə imkân verən texnologiyalardan istifadəni prioritetə çevirməlidirlər. Bu məqsədlə daxili bazarda ekoloji tikinti materiallarının istehsalı stimullaşdırılmalı, idxaldan asılılıq azaldılmalıdır.

Eyni zamanda, layihələrin beynəlxalq sertifikatlaşdırmadan keçməsi bazarda rəqabət üstünlüyü yaratmaqla yanaşı, daşınmaz əmlakın dəyərini də artıracaq.

Üçüncüsü, təhsil və kadr hazırlığı sahəsində islahatlara ehtiyac var. Universitetlərdə memarlıq, mühəndislik və şəhərsalma ixtisaslarında “yaşıl inşaat” üzrə fənlərin tədrisi gücləndirilməli, ixtisasartırma kursları və peşəkar təlimlər təşkil edilməlidir. Bu, sahədə ixtisaslaşmış mütəxəssislərin formalaşmasına və yeni texnologiyaların daha asan mənimsənilməsinə imkan verəcək.

Dördüncüsü, ictimaiyyətin ekoloji maarifləndirilməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Əhali arasında enerji qənaətinin, ekoloji yaşayış mühitinin və yaşıl inşaatın üstünlüklərinin təbliği genişləndirilməlidir. Media kampaniyaları, ictimai forumlar və maarifləndirici proqramlar vasitəsilə vətəndaşların ekoloji mədəniyyət səviyyəsinin yüksəldilməsi bu prosesin uğuruna birbaşa təsir göstərəcək.

Nəhayət, beynəlxalq əməkdaşlıq genişləndirilməlidir. Azərbaycan inkişaf etmiş ölkələrin təcrübəsindən öyrənərək yaşıl inşaat üzrə qabaqcıl texnologiyaların transferini təmin edə bilər. Regional və qlobal ekoloji təşəbbüslərdə fəal iştirak, beynəlxalq maliyyə institutları ilə əməkdaşlıq və ortaq layihələrin reallaşdırılması yaşıl inşaat texnologiyalarının ölkədə daha sürətli yayılmasına xidmət edəcəkdir.

Beləliklə, bu təkliflərin həyata keçirilməsi nəticəsində Azərbaycanda yaşıl inşaat texnologiyalarının tətbiqi daha sistemli xarakter alacaq, ekoloji sabitlik möhkəmlənəcək, sosial rifah yüksələcək və ölkənin qlobal “yaşıl iqtisadiyyat” trendlərinə inteqrasiyası daha da sürətlənəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty*. Crown, New York, USA.

Aliyev, V. (2020). *Şəhərsalma və ekoloji tarazlıq problemləri*. Qanun Nəşriyyatı, Bakı, Azərbaycan.

Azərbaycan Respublikası Energetika Nazirliyi (2022). *Yaşıl Enerji Zonaları Konsepsiyası*. Bakı, Azərbaycan.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Administrasiyası (2021). *Azərbaycan 2030: Sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər*. Bakı, Azərbaycan.

Bayramov, R. (2021). *Azərbaycanın ekoloji siyasətində yeni çağırışlar*. İqtisadi Araşdırmalar İnstitutu, Bakı, Azərbaycan.

Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, UK.

Cole, R. J., & Lorch, R. (2003). *Buildings, Culture and Environment: Informing Local and Global Practices*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.

Dixon, T., & Eames, M. (2013). *Scaling Up: From Green Buildings to Green Cities*. Routledge, London, UK.

ISO (2018). *ISO 14001: Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

ISO (2019). *ISO 50001: Energy Management Systems – Requirements with Guidance for Use*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. John Wiley & Sons, New Jersey, USA.

Məmmədov, F. (2019). *Dayanıqlı inkişaf və ekoloji siyasət*. Elm və Təhsil Nəşriyyatı, Bakı, Azərbaycan.

OECD (2012). *Green Growth and Sustainable Development*. OECD Publishing, Paris, France.

UNECE (2017). Framework Guidelines for Energy Efficiency Standards in Buildings. United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, Switzerland.

UNEP (2011). Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.

United Nations (2015). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, New York, USA.

World Bank (2020). Sustainable Infrastructure for Green Growth. World Bank Publications, Washington, DC, USA.

Yudelson, J. (2009). Sustainable Retail Development: New Success Strategies. Springer, London, UK.

Zeren, F., & Yılmaz, H. (2020). Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşil Ekonomi. Nobel Yayınları, Ankara, Türkiye.

DÖVLƏTİN SOSIAL SIĞORTA SİSTEMİNİN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ İSTİQAMƏTLƏRİ

Məmmədli Yeganə Zakir qızı,

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan, ORCID ID: 0000-0002-2081-850x

Xülasə

Sosial sığorta sosial təminatın tərkib hissəsi olmaqla onun formalarından biridir. Sosial sığorta – qanunla nəzərdə tutulmuş hallarda vətəndaşların itirilmiş əmək haqlarının, gəlirlərinin və ya əlavə xərclərinin kompensasiya edilməsinə, habelə itirilməsinin qarşısının alınmasına yönəldilmiş təminat formasıdır. Məqalədə DSMF-də sosial sığorta daxilolmaları və xərcləri statistik məlumatlar vasitəsi ilə tədqiq edilmiş, sosial sığorta sisteminin təkmilləşdirilməsi və ötən son dövrdə ölkənin sosial inkişafı istiqamətində mühüm irəliləyişlər haqqında məlumat verilmişdir. Sosial sığorta sosial təminat, sosial yardım və sosial dəstək ilə birlikdə dövlət sosial müdafiə sisteminin əsasını təşkil edir ki, bu da öz növbəsində:

- bioloji, sənaye, iqtisadi və s. səbəblərdən yaranan sosial risklərin qarşısını alır və minimuma endirir;
- əhalinin maddi və sosial rifahının məqbul səviyyəsinin təmin edilməsinə yönəldilmişdir;
- ictimai sərvət kimi tanınır və müxtəlif səviyyəli büdcələrdən və sosial ayırmalar hesabına maliyyələşdirilir.

Sosial sığorta sənayecə inkişaf etmiş ölkələrdə çox geniş yayılmışdır. Bu bəlkədə qanunauyğun haldır. Çünki bazar iqtisadiyyatı şəraitində bütün sferalarda olduğu kimi insanla bağlı sahələrdə də risk halları çox olur. Bu riskləri ya azaltmaq, ya da kompensasiya etmək zərurəti meydana çıxır. İnsan xəstəlik, bədbəxt hadisə, yaxud qocalma səbəbindən iş qabiliyyətini itirmək, işsizlik səbəbindən, körpə uşağa qulluq etmə səbəbindən, əmək haqqını, ümumiyyətlə hər hansı bir sahədən gəlirini itirə bilər. Bütün bunlar və ya buna bənzər hallar bir qayda olaraq sosial risk adlanır. Ona görə də sosial risklərin, təhlükəli halların kəmiyyətcə qiymətləndirilməsinin, onun baş verə biləcək ehtimalının proqnozlaşdırılması mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Təqdim etdiyimiz məqalədə bu və digər oxşar problemlərin tədqiqi nəticəsində dünya ölkələrinin fərqli inkişaf etməsi səbəbləri qismən araşdırılmış və müvafiq nəticələr əldə edilmişdir.

Açar sözlər: Sosial Sığorta, Sosial Müdafiə, Sosial Təminat, Dövlət Sosial Sığorta Haqqı, Ehtiyac Meyarı, Yaşayış Minimumu, Sığorta Ödəmələri, Sosial Siyasət, Məcburi Və İcbari Sosial Sığorta.

DIRECTIONS FOR IMPROVING THE STATE SOCIAL INSURANCE SYSTEM

Abstract

Social insurance is a part of social security and is one of its forms. Social insurance is a form of security aimed at compensating citizens for lost wages, income or additional expenses in cases provided for by law, as well as preventing their loss. The article examines social insurance revenues and expenses in the State Social Insurance Fund using statistical data, and provides information on the improvement of the social insurance system and significant progress in the direction of the country's social development in recent years. Social insurance, together with social security, social assistance and social support, forms the basis of the state social protection system, which, in turn:

- prevents and minimizes social risks arising from biological, industrial, economic, etc. causes;
- is aimed at ensuring an acceptable level of material and social well-being of the population;
- is recognized as a public good and is financed from budgets of various levels and at the expense of social allocations.

Social insurance is very widespread in industrially developed countries. This is perhaps a natural phenomenon. Because in a market economy, as in all spheres, there are many risks in areas related to humans. The need arises to either reduce or compensate for these risks. A person may lose his ability to work due to illness, accident, or old age, or may lose his salary or income from any field due to unemployment, caring for a baby, etc. All these or similar situations are usually called social risks. Therefore, the quantitative assessment of social risks, dangerous situations, and the prediction of the probability of their occurrence are of great importance. In the article we present, as a result of studying these and other similar problems, the reasons for the different development of countries around the world have been partially investigated and relevant conclusions have been reached.

Keywords: Social Insurance, Social Protection, Social Security, State Social Insurance Premium, Need Criterion, Subsistence Minimum, Insurance Payments, Social Policy, Mandatory And Compulsory Social Insurance.

Sosial sığorta – “Sosial sığorta haqqında” qanunda nəzərdə tutulmuş hallarda fiziki şəxslərin itirilmiş əmək haqqının, gəlirlərinin və ya əlavə xərclərinin ödənilməsinə və itirilməsinin qarşısının alınmasına yönəldilmiş sığorta növüdür. Sosial sığorta iqtisadi fəal vətəndaşların qocalıq dövründə, xəstəlik, tam və ya qismən əlillik, ailə başçısını itirmə, işsizlik vəziyyətində maddi təminat almaq konstitusiyə hüququnun həyata keçirilməsini təmin etməkdən ibarət sosial müdafiə sistemidir. Əsaslı Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyev tərəfindən qoyulmuş sosial sığorta institutunun təşkili və inkişafı xalqımızın həyatında sosial ədalətin və sabitliyin təmin olunmasında xüsusi rolu olmuşdur. İnkişaf etmiş ölkələrdə olduğu kimi Azərbaycanda da əhalinin dayanıqlı sosial müdafiə sistemini təmin edən məcburi dövlət sosial sığorta sisteminin təkmilləşdirilməsi və inkişafı ümummilli liderin davamçısı olan Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyev tərəfindən müvəffəqiyyətlə həyata keçirilməkdədir. Hazırda Azərbaycan dövlətinin inkişafında qarşıya qoyulan vəzifələrdə əhalinin həyat səviyyəsinin yüksəldilməsinə, iqtisadi artıma və sosial inkişaf məsələlərinə xüsusi önəm verilir. Həyata keçirilən vacib sosial-iqtisadi dəyişikliklər ölkənin inkişafı naminə dövlətin sosial siyasətinin prioritet istiqamətlərinə yönəldilmişdir.

Sığorta ödəmələri aşağıdakı göstərilən sosial sığorta hadisələri baş verdikdə ödənilir:

- Müvafiq qanunvericiliyə uyğun əmək pensiyaları;
- Əmək qabiliyyətinin müvəqqəti itirilməsinə görə müavinət;
- Hamilə və uşaq dünyaya gətirən qadınlara görə müavinət;
- Uşağın anadan olmasına görə birdəfəlik müavinət;
- Dəfn üçün müavinət;
- Sığortaolunanların sanatoriya-kurort müalicəsi üzrə xərclərinin tam və ya qismən ödənişi və s.

Hər bir insan öz həyat şəraitinin formalaşdırılmasına məsuliyyətlə yanaşmalı və iqtisadi prosesdə hansı formada və necə çıxış etməsinə dair qərarları özü qəbul edir. Hansı sahədə fəaliyyətindən asılı olmayaraq qazanılan gəlirlər onun həm maddi, həm də mənəvi tələbatlarını ödəyir, ailəsinin dolanışığını təmin edir, əmək qabiliyyətini bərpa edir və işçi qüvvəsinin təkrar istehsal prosesini təmin edir. Qeyd etməliyik ki, hər bir kəsin həyatında təhlükə yaradan və onun öhdəsindən təkbəşinə gələ bilmədiyi vəziyyətlərlə qarşılaşa bilər.

Bildiyimiz kimi əhalinin əksər hissəsinin yaşamasının əsas özəyini əmək haqqı təşkil edir. Belə ki, sosial müdafiəsizliyin xüsusi növünü – qazancın əldə edilməsi imkanlarının itirilməsi nəticəsində nail olunmuş maddi rifah səviyyəsinin aşağı enməsi ehtimalı daim gözləniləndir. İnsan həyatındakı bu cür hadisələr sosial risk adlanır. Bu baxımdan dövlətin sosial müdafiə və sosial sığorta sistemi insanların bu riskdən sığrtalanmasının əsasını təşkil edir. Burada vacib məsələlərdən biri sosial təminat və sosial sığorta sisteminin fəlsəfəsini düzgün müəyyən etməkdir. Sosial sığorta bir sıra cəhətlərinə görə sosial müdafiənin digər qurumlarından fərqlənir. Belə ki, sosial sığortanın əsasında gələcəkdə əməkhaqqı gəlirlərinin itirilməsi ilə bağlı baş verə biləcək, yəni sağlamlığın itirilməsi, gözlənilməyən bədbəxt hadisələrlə, yaşlandıqda itirilmiş qazancın əvəz edilməsi kimi ehtiyac meyarları durur. Həmçinin sosial sığortanın mühüm istiqamətlərindən biri də onun əmək münasibətləri ilə qarşılıqlı əlaqədə olmasıdır.

Sosial riskin konkret amillərinin xarakteri, müdafiə formaları cəmiyyətin və fərdin həyat fəaliyyətinə, dövlətin həyata keçirdiyi siyasətə, məşğulluq şəraitinə, əmək bazarının inkişafına, demoqrafik vəziyyətə, əmək qabiliyyətinin itirilməsinin təşkili şəraitinə və formalarına təsir göstərən amillərdən asılı olur [5]. Sosial sığortanı digər sosial müdafiə qurumlarından fəqləndirən xarakteristikaları aşağıdakılardır.

Sosial sığortanın digər sosial müdafiə institutlarından (dövlət sosial yardımı yaxud şəxsi sığorta) fəqləndirən institusional xarakteristikaları				
sığorta ödəmələrinin həcmi və kompensasiya ödəmələri əmək haqqı ilə əlaqələndirilir	sığorta ödəmələrini yalnız sığorta olunan şəxs ala bilər	ödəmələrin həcmində sığortaolunanın öhdəsində əmək qabiliyyətli olmayanların mövcudluğu nəzərə alınır	pensiya və yardımın həcmi əmək haqqının məbləği, sığorta haqlarının ödənilməsi dövrü ilə əlaqələndirilir	sosial sığortanın maliyyə bazası işəgötürənlərin və işçilərin sığorta ödəmələri əsasında formalaşan məqsədli maliyyə fondlarıdır

Şəkil 1. <https://www.geostrategiya.az/pdf/2021/0262.pdf> [5].

Sosial sığortanın maliyyə ehtiyatı sığorta olunan şəxslərin həyat standartlarını, həmçinin gəlirlərinin sosial müdafiə səviyyəsini təmin etməyə imkan verir. Araşdırmalar göstərir ki, bizim ölkəmizdən fərqli olaraq inkişaf etmiş ölkələrdə sosial yardım və pensiyaların həcmi sığorta ödəyicilərinin əldə etdikləri qazancda nəzərəcarpacaq paya malikdir. Müqayisə üçün qeyd edək ki, Azərbaycanda sosial sığortada ödəmələrinin pay bölgüsündə müəssisənin payı 22 faiz, işçinin payı isə 3 faiz təşkil edir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, müasir dövrdə dünyanın qabaqcıl ölkələrində pensiya və sosial sığortanın digər növləri inkişaf etmiş sosial, təşkilati, maliyyə və tibbi - reabilitasiya sistemi kimi çıxış edir, iqtisadiyyat və əmək bazarı, dövlətin demoqrafik və qrentologiya siyasəti ilə ayrılmaz şəkildə bağlıdır.

Müavinət almaq hüququ ən azı 6 ay sosial sığorta stajı olan şəxslərə şamil edilir ki, bura əmək qabiliyyətini müvəqqəti olaraq itirən şəxslər, hamilə və uşaq dünyaya gətirən qadınlar aiddir. Hər iki halda müavinətin aylıq ən yuxarı həddi yaşa görə əmək pensiyasının baza hissəsinin 25 misindən çox ola bilməz.

Digər ölkələrə nəzər yetirsək görürük ki, məsələn Finlandiyada sosial təminatın əhəmiyyətli hissəsi qanuni sığorta ilə əhatə olunur. Bu kompleks sosial sığorta adlanır. O cümlədən əmək pensiyası, əmək xəsarəti və peşə xəstəliyindən sığorta, tibbi sığorta, işsizlərin sosial təminatı, zəmanətli pensiya və dövlət pensiyası sığorta ilə əhatə olunan sosial təminat formalarıdır.

Sosial sığorta uşağın doğulduğu zaman, qocalıq dövründə, əlillik, xəstəlik və ya işsizlik zamanı maddi təminata əsas verir, habelə ailə başçısının ölümü zamanı maddi itkiləri kompensasiya edir. Bəzi müavinətlər və ödənişlər staj tələb edir və qazancılara əsaslanır.

Azərbaycanda sosial təminat qanunvericiliyi XX əsrin əvvəllərində formalaşmağa başlayıb. Bu sahədə ilk addım kimi 1903-cü ildə “İstehsalatda bədbəxt hadisələrə görə işəgötürənlərin məsuliyyəti haqqında” və 1912-ci ildə “Bədbəxt hadisələrdən və xəstəliklərdən fəhlələrin sığortası haqqında” qanunlar qəbul olunub.

Qeyd edək ki, bir neçə ildir ki, ölkəmizdə icbari tibbi sığorta sisteminə keçidlə bağlı Nazirlər Kabinetinin rəhbərliyi ilə işçi qrupu yaradılıb və uğurla fəaliyyət göstərir. Hazırda bu sistemin tətbiqi ilə əlaqədar Mingəçevir, Yevlax və Ağdaşda pilot layihələr həyata keçirilir.

Beləliklə, Azərbaycanda icbari tibbi sığortanın tətbiqi istiqamətində real addımların atılması göz önündədir. Görülən işlər yaxın illərdə bu sistemin bütün ölkə üzrə effektiv tətbiq olunacağını deməyə əsas verir.

Bundan başqa Finlandiyada daimi yaşayan bütün insanlar xəstəlikdən sığortalanır. Tibbi sığorta işəgötürənlər, işçilər və dövlət tərəfindən birgə maliyyələşdirilir. Tibbi sığorta sığortalılara gündəlik xəstəlik müavinəti və valideyn müavinəti, habelə həm səyahət, həm dərman, həm də özəl tibbi xidmətlər üçün kompensasiya verir. Burada bütün işçilər işsizlikdən sığortalanır. Belə ki, işsizlərin sosial müdafiəsi dövlət və işəgötürənlər və işçilər tərəfindən işsizlikdən sığorta haqları hesabına maliyyələşdirilir. Əgər işçi və ya sahibkar özünü işsizlikdən sığorta fondu vasitəsilə sığortalayıbsa, o, işsizlik zamanı qazancı ilə əlaqəli gündəlik işsizlik müavinəti almaq hüququna malikdir. Əks halda, ona əsas gündəlik işsizlik müavinəti və ya əmək bazarı müavinəti ödənilir.

Rusiya icbari sığorta çərçivəsində fəaliyyət göstərən fondlar büdcədən kənarıdır, yəni onlar Rusiyanın büdcə sistemindən asılı deyillər. Sosial Sığorta Fonduna bütün ayırmalar sığortalanan şəxslərin işlədiyi müəssisələr (sığortaçılar) tərəfindən həyata keçirilir. Vəsaitlərdə büdcə kəsiri varsa, vəsait çatışmazlığı Rusiya Federasiyasının federal büdcəsindən transfer ödənişlərinin köməyi ilə doldurulur. Sığorta haqlarının məbləğinə gəlincə, onlar işçilərin əmək haqqı, habelə digər ödənişlər və mükafatlar nəzərə alınmaqla hesablanır. Xüsusi qaydada, təhfələrin məbləğləri fərdi sahibkarlar, notariuslar və vəkillər üçün müəyyən edilir.

Rusiya Federasiyasının Əmək Məcəlləsinə uyğun olaraq, sosial sığortanın şərtləri əmək müqaviləsində mütləq əks olunmalıdır. Müqavilədə sosial sığorta haqqında bəndin olması işçiyə müvəqqəti və ya daimi əlillik halında müxtəlif müavinət və müavinətlərə hesablanmağa imkan verir. Burada iş nə qədər zərərli olsa, onun gətirdiyi xəsarət riski bir o qədər çox olduğu üçün mükafatlar da bir o qədər yüksək olacaqdır. İşəgötürən bu cür xidmətlər göstərdiyi təqdirdə, əmək müqaviləsində əlavə pensiya və ya tibbi sığorta xidmətlərinin olması da öz əksini tapır.

Bundan əlavə, sığorta ödənişlərinin səviyyəsi təkcə işçi qüvvəsinin (işçinin zəruri yaşayış vasitələrinin) təkrar istehsalını deyil, həm də işçinin ailə üzvlərini də təmin etməlidir.

Müvafiq dəyişikliklərə uyğun olaraq 2021-ci ilin aprel ayından etibarən sığorta olunmuş şəxs sığortaçı kimi uçota alınır və sosial sığorta nömrəsi əldə edir. Ancaq sosial sığorta şəhadətnaməsi tərtib edilmir. İşçilərin sosial sığorta hüquqlarını pozan hər hansı fiziki şəxs qanunvericilikdə nəzərdə tutulmuş qaydaya uyğun məsuliyyətə cəlb olunur.

Sığorta sistemində tətbiq olunan yeniliklərdən biri də əmək haqqının ödənişi fonduna məcburi dövlət sosial sığorta haqqının hesablanmasından azad olunan sığortalılarda işləyən şəxslərin hesablanmış sosial sığorta ödəmələrinin (əmək pensiyaları istisna) və hesablanmış məcburi dövlət sosial sığorta haqqının məbləğinin azad olmaları nəzərə alınmadan hesablanmalı olan məcburi dövlət sosial sığorta haqqının məbləğinə nisbətində almaq hüququ yaradır [3]. Beləliklə, dövlət sahibkarların əmək müqavilələrinin bağlanması və sosial sığorta ödənişlərinin şəffaflığına nail olmağa çalışır.

Göründüyü kimi, ölkədə əhalisinin rifahının yaxşılaşdırılması aparılan sosial-iqtisadi siyasətin mühüm prioritetlərindən birinə çevrilmişdir. Son illər ərzində tətbiq olunan sosial paketlər, dövlət başçısı tərəfindən imzalan fərman və sərəncamlar insanların sosial müdafiəsini gücləndirmək və onlara dövlətin qayğı və dəstəyini artırmaq məqsədini güdür.

Bu addımların hər biri humanizm, dövlətin öz vətəndaşına qayğısının və hörmətinin xidmət nümunəsidir. Uğurlu sosial siyasət dövlət-vətəndaş, vətəndaş-dövlət birliyinin zəruri şərtidir.

Beləliklə, sosial sığorta anlayışı, əhalini iş yerinin, əmək qabiliyyətinin və gəlirlərinin itirilməsi ilə bağlı müxtəlif növlü sosial risklərdən (dövlət, yaxud məcburi və könüllü-ictimai) sığortasının müxtəlif formalarını əhatə edir:

- Birincisi, cəmiyyətin bütün üzvünə sosial xidmətin göstərilməsinin universal prinsipi.

- İkincisi ehtiyac səviyyəsinə görə əhalinin diferensialaşmasına uyğun istehlakçıya sosial xidmətin göstərilməsinin ünvanlılıq prinsipi.

Son illər əhalinin sosial mühafizəsinin büdcə təyinatlı maliyyələşməsinin səmərəliliyin yüksəldilməsi məqsədilə dövlət sifariş vasitəsilə maliyyələşdirmə, dövlət proqramı, grant və kontrakt sistemindən istifadə olunması də geniş yayılmışdır. Adı çəkilən sistemin tətbiqi bir qayda olaraq müsabiqə əsasında dövlət, qeyri-dövlət və kommersiya qurumu arasında həyata keçirilir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikası Əmək və Əhalinin Sosial Müdafiəsi Nazirliyinin tabeliyində “Əmək Bazarı və Sosial Müdafiə Məsələləri üzrə Milli Observatoriya” publik hüquqi şəxsin yaradılması haqqında Azərbaycan respublikası nazirlər kabinetinin qərarı, Bakı şəhəri, 17 mart 2020-ci il, № 95
2. Ataşov B.X, Ələkbərov Ə.Ə., Xudiyev N.N. “Sığorta işi”. Ali məktəblər üçün dərslik, “Kooperasiya” nəşriyyatı, Bakı, 2018.
3. Abdullayeva R. “Sosial təminat: liberal və dirijist iqtisadi sistemlərdə” Bakı, 24 may, 2021, AZƏRTAC
4. Əlirzayev Ə.Q. “Sosial sferanın iqtisadiyyatı və idarə edilməsi” (dərs vəsaiti). Bakı; “İqtisad Universiteti” Nəşriyyatı, -2010, 326 s.
5. GEOSTRATEGİYA, Beynəlxalq ictimai-siyasi, elmi-nəzəri jurnal. BAKI-2021, №2 (62), s. 34.

STRUCTURAL ANALYSIS OF ADVERTISING TERMS

Alakbarova Nurana Vugar

Mingachevir State University, Azerbaijan, Lecturer, ORCID ID: 0009-0004-3580-9026

Abstract

Advertising works are called differently in scientific and educational literature: "advertising appeal", "advertising work", "advertisement" or simply "advertisement". Non-philological literature mainly uses the latter designation. At present, in connection with the expansion and clarification of the concept of "text", an advertising work began to be called an "advertising text". Moreover, this term is used both to designate the entire holistic, complete advertising message in the unity of its verbal, graphic and audiovisual components, and to designate only its verbal part. The difference in approaches is due to two interpretations of the term "text". Let us turn to their consideration, characterize the concept of "text", as well as the related concept of "discourse". A text can be either a separate work or a collection of works. For example, a separate issue of a newspaper, from the point of view of the perceiver, "is a holistic textual continuum, a composite text. A collection of different newspapers published in a certain period is a supertext, which, in turn, is part of a supertext composed of different media (press, magazines, radio, TV)". A supertext is defined as "a collection of statements, texts, limited temporally and locally, united in content and situationally, characterized by a holistic modal attitude, fairly specific positions of the addresser and addressee, with special criteria of normal/abnormal."

Keywords: Text, Advertisement, Media, Advertising Texts.

INTRODUCTION

Organizations producing a specific range of goods or services seek consumers to sell their products. To sell their products, organizations of various types and forms of ownership use a range of marketing tools to attract the attention of their target audience. One such tool is advertising.

Advertising is a form of communication that attempts to translate the quality of goods and services into the language of the needs and requirements of buyers [7, p. 459]. As an element of the marketing communications complex, advertising is aimed at disseminating advertising messages about a specific object in order to attract the target audience. The advertising message is not simply paid for, it clearly identifies the sponsor [2, p. 3], since advertising is a paid form of non-personal presentation of the sponsor's products by the organization placing its advertisement. At its core, advertising is a separate, independent area of mass communications, existing between the sender of the advertisement (the customer organization, sponsor) and the recipient (the target audience), it carries out an active influence of the sender of the advertisement on the recipient of the advertising information, and uses a variety of methods and forms of influence for the purpose of selling the advertised product. Thus, one of the forms of advertising appeal to the target audience is the advertising text.

CHAPTER

An advertising text is a form of text material designed to attract the attention of a target audience and subsequently persuade them, stimulating their interest. An advertising text is a type of text genre that can be combined with various forms of information delivery. Its purpose is to convey promotional information about a product to the target audience, which ultimately should generate profit for the organization. Through an advertising text, the advertiser (sponsor) addresses a consumer audience, which reacts to the advertising text in completely different ways. Based on the above, it can be concluded that all definitions are interconnected in that:

- ✓ The advertising text has a specific recipient, a defined audience that can be grouped together based on common characteristics and goals (target audience);
- ✓ The advertising text is focused on the interests and values of the target audience;
- ✓ The advertising text is aimed at attracting attention to the product for the purpose of its subsequent sale.

Advertising copy is unlike any other type of text used in various fields. It must be concise, clear, and creative in its content, containing a wealth of ideas and new thoughts. Reading an advertising copy shouldn't take a long time, and the text itself should be engaging enough to not bore the reader. Text also helps shape the reader's attitude toward the advertising medium. Thus, an advertising medium can acquire both positive and negative attributes in the eyes of the target audience. Advertising is inherently one of the most unusual and, perhaps, the most challenging genres, as it requires the writer not only to craft compelling copy that attracts attention, but also to understand the specifics of the industry, the characteristics of the advertised product, event, person, and so on. The goal of any advertising copy is to convert the average reader into a consumer, or to sustain the interest of an existing consumer audience in a familiar product.

Text is considered as a reflection of reality, which in turn becomes a fragment of this reality [9]. For example, advertising texts may be based on specific situations invented by the copywriter (the author of the text advertising) in order to prolong the attention of the target audience or to enhance its interest. Thus, the advertising text can sometimes operate with fantastic, overly exaggerated situations, or with real-life situations that can be pleasant to remember, etc. For example, situations from the "pleasant to remember" cycle are characterized by their influence on the feelings of potential consumers and may look like this: "Lovers do not notice the clock. 0 kopecks/min. with the "Priceless number" service. Beeline. (Billboard advertising)" [4, p. 337]. The first phrase of the advertisement is taken from the comedy by A.S. Griboyedov "Woe from Wit". Thus, the use of references to other sources in the advertising text is a very effective tool. Text elements such as a well-known quote or a section of a well-known work are already familiar to the reader, the target audience. They're something toward which a certain attitude, often positive, has already been established. Thus, by referencing another text, or even partially distorting it, the target audience's perception of the advertisement is enhanced, thereby making it more effective.

Advertising is associated with both material and spiritual values [8]. Material values include everything that is in demand at a given moment. This includes food products as well as certain attributes that can emphasize a person's importance (expensive watches, cars, yachts). Spiritual values include advertising for cultural sites, museums, galleries, historical sites, natural attractions, films, musical groups, and so on.

An important requirement for advertising texts is maximum information in a minimum of words [6, p. 27]. Advertising texts must be well-founded, logically correct, and easily understandable [3, p. 66]. Thus, to meet the requirements of various authors, advertising texts can be divided into five parts, thereby systematizing their structure:

- ✓ Text title;
- ✓ Subtitle;
- ✓ Main text;
- ✓ Recommendations;
- ✓ Slogan.

Almost always, the first thing that catches the eye when viewing an advertising text is the headline, the title itself. The headline may differ from the text in font, color, and other factors. The headline is a formula of sorts, containing a concept, something more comprehensive and important to the reader. Numerous articles, sometimes contradictory, are currently available online. Some researchers believe that the headline plays a virtually crucial role in the text, and therefore its quality should be given maximum attention.

A well-written headline, without an effectively structured text, cannot exert the desired influence on its own. Naturally, the opinion regarding the headline's great importance is valid, provided that the most important elements of the text are given equal attention to the headline. An incorrectly composed headline, convoluted in its structure and containing unnecessary elements, cannot interest the target audience and, on the contrary, can harm the advertising campaign, diminishing consumer interest. The very purpose of a headline is to attract consumer attention and interest. While a standard headline won't resonate with a reader, a good headline will compel them to read the entire text. A bad headline is precisely why many people don't want to read an ad copy from the start. While the headline may not be the most important factor in the effectiveness of an ad copy, it certainly has a significant impact on the consumer's interest in reading it.

The sub-headline is the next structural element, the connecting link between the main text of the advertisement and its title. It's not without reason that it's also called the second additional headline. The sub-headline should let the reader know what the main text will cover and what might interest them. The primary function of the sub-headline in an advertising text is to maintain the target audience's interest in the advertising text. The sub-headline must convince the reader that their time is well spent, and that further reading the main text will only benefit them. In short advertising texts, the sub-headline may be omitted altogether. This is often done to save space on the advertising medium.

The main text is the core, the center, of the advertising copy. It accounts for up to 85% of the advertising space, and its primary function is to satisfy readers. The main text should provide the reader with what they've been waiting for, what they're missing, and the main body of the advertising copy should satisfy all their expectations regarding the benefits the product can bring. Typically, the main text is divided into three structural elements: the introduction, the main body, and the conclusion.

The introduction of the advertising copy is a preliminary message to the reader, intended to bring them up to speed by presenting the general situation. The introduction may be slightly longer in content than other elements of the copy if it emphasizes the uniqueness and novelty of the product. This structural element of the advertising copy aims to pose a problem or describe the opportunities that can be offered to consumers.

The main "core" of the advertising copy describes the product's benefits. The reader must be convinced (preferably through specific facts and examples) that the product is truly useful and will benefit them, if they decide to purchase it. The core provides specific examples, demonstrating the product's effectiveness, its efficiency, and superior results compared to other similar products. The core demonstrates to the consumer that their real life will be better, even if only slightly, if they purchase this brand's product.

The conclusion in the advertising copy summarizes the results obtained from reading the text and aims to summarize the key benefits listed in the main body.

Recommendations aren't a permanent element of the advertising copy, as they can be included in the main text, as examples demonstrating the practical results of using the product. The recommendation section can also include testimonials from satisfied customers, opinions from influential people, and public figures, sometimes with personal expressions of gratitude for the opportunity to use the product. The primary function of recommendations is to convince consumers that the product is truly valuable and that purchasing it will only bring benefits.

The final element of the advertising copy is the advertising tagline. A tagline is an easy-to-remember phrase that captures the essence of the advertising copy. Typically, it consists of a single sentence, easy to understand, and not cluttered with unnecessary text. In other words, a tagline consists of just a few words aimed at creating a lasting impression and enhancing retention of the advertising message. For example: "MTS business operator" or "Feel like you are everywhere at once", "Today, Tomorrow, Toyota" (Advertising of Toyota cars), etc.

Sometimes, advertising slogans can be placed at the beginning of a text or even replace the headline, thereby preparing the reader for what's to come: "HYUNDAI ASSISTANCE roadside assistance" or "New RX 350. They say perfection can't be improved upon, we've proven that wrong," etc. Thus, a slogan can serve as a title, a subheading, and simultaneously serve as the main slogan.

DISCUSSION

An advertising image creates a specific perception of an object and evokes certain feelings that influence the consumer [1, p. 192]. The entire text appeals to a variety of target audience needs. Thus, an advertising text may, in large part, contain needs such as:

- ✓ increased wealth;
- ✓ the offered product is reasonably economical;
- ✓ advertising can appeal to emotions such as fear, pity, humor, love and sex, and longing;
- ✓ increased social status;
- ✓ aesthetic pleasure, etc.

Thus, advertising texts can be aimed at attracting consumer attention by appealing to the needs of the target audience, creating a unique emotional background that makes the reader more responsive and predisposed to purchasing the product. As the study results showed, advertising texts are a rather interesting way to promote finished products. When composing an advertising text, a copywriter must first understand the specifics of the product being advertised and also know the basic elements inherent in all advertising texts, regardless of the advertised object. The author of advertising texts also needs to understand that the primary impact of an advertising text on the target audience is achieved through the correct formation of its structural elements, incorporating various forms of persuasion and attention-grabbing. Therefore, when creating advertising texts, knowledge of these features can improve the quality of advertising texts, thereby increasing the effectiveness of advertising texts for selling finished products on the market. With the correct formation of the main elements, an advertising text can convince consumers that the product it describes can truly improve their lives and bring a unique interest, which is the effective result of any advertising medium.

REFERENCES

- Bedanokova Z.K. Advertising text as a reflection of active processes in the lexical system of the Russian language / Z.K. Bedanokova // Bulletin of Adyghe State University. 2006. No. 1. pp. 192-194.
- Bernadskaya Yu.S. Text in advertising: a tutorial / Yu.S. Bernadskaya. - M.: UNITY-DANA, 2008. - 288 p.
- Zhumaev O.Yu. Specific features of the advertising text / O.Yu. Zhumaev // Bulletin of Chelyabinsk State University. 2011. No. 25 (240). Philology. Art Criticism. Issue 58. pp. 63-67.
- Kulikova E.V. Advertising text through the prism of precedent phenomena / E.V. Kulikova // Bulletin of the Nizhny Novgorod University. N.I. Lobachevsky, 2010, No. 6. pp. 334-340.
- Prochesku G.V. Linguistic features of advertising slogans and methods of their translation / G.V. Comb // LingvoMaster.RU [Electronic resource] – URL: <http://www.lingvomaster.ru/files/227.pdf> (access date 07/31/2015).
- Rosenthal D.E. Language of advertising texts: textbook. allowance / D.E. Rosenthal, N.N. Kokhtev. – M.: Higher. school, 1981. – 125 p.
- Romat E.V. Advertising / E.V. Romat. – St. Petersburg: Peter, 2001. – 496 p.
- Stroeva I.S. Features of the functioning of some advertising texts / I.S. Stroeva // PGLU [Electronic resource] – URL: http://www2.pglu.ru/upload/iblock/e96/uch_2010_ii_00042.pdf (date of access 31.07.2015).
- Tyurina S. Yu. On the concepts of advertising discourse and advertising text / S. Yu. Tyurina // Bulletin of IGEU Issue. 1 [Electronic resource] – URL: <http://ispu.ru/files/75-77.pdf> (date of access 31.07.2015).
- Expert No. 26 (70), 22-28 May 2006. – 96 p.

**ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏLƏRİNİN (AEM) AQRÖ-EKOTURİZMDƏ TƏTBİQ
EDİLMƏSİNİN RESPUBLİKAMIZIN “YAŞIL İQTİSADİYYAT”A KEÇİD ADDIMI KİMİ
DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ**

ƏKBƏROVA SAMİRƏ YUSİF qızı

Mingəçevir Dövlət Universiteti, “İqtisadiyyat və idarəetmə” fakültəsi, “İqtisadiyyat” kafedrası, Mingəçevir,
Azərbaycan, ORCID NO: 0000-0003-4633-4914

Xülasə

COVID-19 pandemiyası və ondan sonrakı dövr göstərdi ki, müasir iqtisadi inkişafda makro və mikro iqtisadi göstəricilərdən başqa digər təbii amillərə yer yoxdur. Daha aydın desək, insan təbiəti öz azad qərarları iqtisadi nəticə və ictimai hadisələri bir-birinə bağlayan bir körpüdür. Bu da iqtisadiyyatın bütövlüyünü tamamlayır və onun inkişafını dayanıqlı edir. Məqalədə məhz bunları nəzərə alaraq geniş mənada həm Alternativ Enerji Mənbələrinə, həm də dayanıqlı inkişaf fonunda aqrö-ekoturizmdə tətbiq edilməsinə toxunulmuşdur.

Açar sözlər: Alternativ Enerji Mənbələri, Dayanıqlı İnkişaf, Davamlı Turizm, Aqrö-Ekoturizm Və Yaşıl İqtisadiyyat

**ASSESSMENT OF THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES (NPP) IN
AGROECOTOURISM AS A STEP TOWARDS THE TRANSITION OF OUR REPUBLIC TO
A "GREEN ECONOMY"**

Abstract

COVID-19 The pandemic and the period that followed it showed that in modern economic development there is no place for natural factors other than macro- and microeconomic indicators. More precisely, human nature is a bridge that connects its free decisions, economic results and social phenomena. It also ensures the integrity of the economy and makes its development sustainable. With this in mind, the article considers both alternative energy sources in a broad sense and their application in agroecotourism in the context of sustainable development.

Keywords: Alternative Energy Sources, Sustainable Development, Sustainable Tourism, Agroecotourism And Green Economy.

GİRİŞ

"Alternativ enerji" günəş və ya külək kimi təbii və bərpa olunan mənbələrdən alınan enerjiyə aiddir. O, neft və ya kömür kimi bərpa olunmayan qalıq yanacaqların yandırılmasını nəzərdə tutan ənənəvi enerji mənbələrinə alternativ kimi təqdim olunur. Alternativ enerji mənbələri bütün dünyada istixana qazları emissiyalarının azaldılması və daha ekoloji cəhətdən təmiz təcrübələrin qəbul edilməsi zərurətinə cavab olaraq yaranır və tətbiq edilir (<https://www.ren21.net/gsr-2024/>). Məhdud təbiətli qalıq ənənəvi və ya bərpa olunmayan enerji mənbələrinin yanması nəticəsində yaranan çirkləndirici qazların təsirlərinə qarşı çıxmaq üçün alternativ enerji mənbələri yaranır. Alternativ enerji mənbələri həmçinin adətən tükənməz və ya ən azı tez bərpa olunan təbii ehtiyatlardan istifadə edərək, çirklənmənin ətraf mühitə təsirini azaldır. Bundan başqa, adi enerji mənbələri xarici tədarüklərdən asılıdır, yəni onlar enerji resursunun və ya mənbəyinin mövcud olduğu yerdən asılıdır; Alternativ enerji mənbələri daha çox yerli xarakter daşıyır və enerji muxtariyyətinə üstünlük verir. Həmçinin ənənəvi enerji mənbələri qalıq yanacaqların yanması nəticəsində tullantılar əmələ gətirir. Alternativ enerji mənbələri isə təbii mənbələrdən gəldiyi və faktiki olaraq tükənməz olduğu üçün istixana qazları istehsal etmir və onların

təsirləri cüzi və geri qaytarıla biləndir (International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2024).

ƏDƏBİYYAT ARAŞDIRMASI

Alternativ Enerji Mənbələri

Təbiətdə çoxlu tükənməz enerji mənbələrinin tapıla biləcəyinə əsaslanaraq, alternativ enerjinin iki növü var: çirkləndirməyən (və ya “təmiz”) və çirkləndirici. Sonuncu təbiətdən gəlsə də, yenə də ətraf mühiti çirkləndirə bilər. Birinciyə aşağıdakılar daxildir (International Energy Agency, World Energy Investment 2024):

1. Külək enerjisi: küləyin gücündən gəlir; dəyirmanlar və ya külək turbinləri vasitəsilə enerjiyə çevrilir.
2. Günəş enerjisi: Günəşdən alınan; günəş panelləri vasitəsilə elektrik enerjisinə çevrilir.
3. Hidravlik enerji: suyun gücündən gəlir; enerji adətən su anbarlarında əmələ gəlir.
4. Geotermal enerji: istilik vasitəsilə enerji yaratmaq üçün Yerin özündən yüksək temperaturdan gəlir.
5. Qabarma – çəkilmə enerjisi : Dənizlərin və okeanların gücünü elektrik enerjisinə çevirir.

İkinciyə isə yəni çirkləndiriciyə ümumilikdə belə tərif vermək olar : Onlar ətraf mühiti çirkləndirirlər, çünki onlar üzvi tullantı olsalar da, enerji istehsal etmək üçün yandırılırlar. Bu, qabıq, budaqlar, yonqar və ya hər hansı digər bioloji parçalana bilən məhsul daxil olmaqla, biokütlə ilə əlaqədardır; və biokütlənin anaerob (oksigeniz) parçalanmasını əhatə edən bioqaz.

Bəs AEM-nin avantajları nələrdir? Bunlara:

1. Onlar təbii mənbələrdən yaranır və enerji istehsalı prosesi başladıqdan sonra onların çirklənməyə təsiri az olur – demək olar ki, yoxdur.
2. Onlar, şübhəsiz ki, hazırda mövcud olan ən təmiz alternativdir.
3. Onlar biomənbələrdən (məsələn, su, Yer və ya Günəş) gəldiyi üçün alternativ enerji mənbələri əsasən tükənməzdir.
4. Onlar təkcə alternativ enerji mənbələrini tətbiq etmək istəyinin artması hesabına deyil, həm də müxtəlif məşğulluq növləri (istehsal, dizayn, quraşdırma və s.) hesabına yeni iş yerləri yaradırlar.
5. Onlar enerji muxtariyyətini və ərazilərin müstəqilliyini təşviq edirlər, çünki bu ərazilər daha əənənəvi enerji mənbələrinə malik olan ölkələrdən təchizatdan asılı olmayacaq. Bərpa olunan enerji mənbələri olmaqla, onlar Yer səthinin demək olar ki, hər yerində mövcuddur.
6. Onlar güclü sənaye infrastrukturu və enerji təchizatı yaratmaq üçün texnoloji inkişafı təşviq edirlər

(International Renewable Energy Agency, Renewable Market Analysis 2024).

Dünyada AEM-nin müxtəlif göstəriciləri

CƏDVƏL 1.

Göstəricilər	2016	2017
Alternativ enerji dünyada illik investisiya (milyard dollar)	274	279.8
Alternativ enerji kapasitesi (Gigawatt/hidroenerji xaric)	922	1.081
Alternativ enerji kapasitesi (Gigawatt/hidroenerji daxil)	2107	2195
Hidroelektrik kapasitesi (Gigawatt)	1095	1114
Külək enerjisi kapasitesi (Gigawatt)	487	539
Solar PV kapasitesi (Gigawatt)	303	402
Günəş isitmə enerjisi kapasitesi (Gigawatt)	456	472
Ethanol istehsalı (milyard litr/il)	103	106
Biodizel istehsalı(milyard litr/il)	31	31
Milli alternativ enerji siyasətinə sahib ölkə sayı	176	179

(Bloomberg New Energy Finance, Global Trends in Renewable Energy Investment 2024)

Azərbaycanda Alternativ Enerji Layihələrinin dəyəri (AZPROMO)

CƏDVƏL 2.

<i>Layihənin adı</i>	<i>Layihə dəyəri</i>
Lökbatan Külək Enerji Stansiyası	74,4 mln manat
Xızı-3 Külək Enerji Stansiyası	377,7 mln. Manat
Xızı-2 HEPP	193 mln. Manat
Abşeron Hibrid Stansiyası	154,4 mln. Manat
Hibrid elektrik və termik stansiya	96,3 mln. Dollar
Samux Aqroenerji Yaşayış kompleksi	165 mln. Dollar
Külək Adası-1	408,9 mln. Dollar
PV Siyazən Günəş Stansiyası	60 mln. Dollar
Pirallahı Külək Stansiyası	800 mln. Dollar
Samux-Aqroenerji Layihəsi	150 mln. Dollar

Dayanıqlı inkişaf və davamlı turizm

Davamlılıq anlayışında ağla gələn ilk şey ətraf mühitin qorunmasıdır. Davamlılıq; davamlılığın üç əsas komponenti olan ətraf mühitin mühafizəsi, iqtisadi artım və sosial inkişaf balanslaşdırılmış şəkildə idarə edilməlidir.

Davamlılıq resursların istehlak edilmədən istifadəsi və davamlılığıdır (Fleischer, A., və digərləri (2018).

Harada istehsal varsa, istehlak da var. Davamlılıq fəlsəfəsi; Bu, əlbəttə ki, inkişafı dayandırmaq deyil, inkişafı balanslı və müəyyən ölçüdə saxlaya biləcək məhdudiyyətləri gətirməkdir. Davamlılıq; O, uzunmüddətli iqtisadi əməliyyatları müdafiə edir, bütün maraqlı tərəflərə sosial-iqtisadi faydalar təmin edir və resursların ədalətli bölüşdürülməsini təmin edir. O, sosial məsuliyyət fəaliyyətləri, həmçinin sabit məşğulluq və gəlir imkanları ilə ev sahibi icmalarda yoxsulluğun azaldılmasına töhfə verir (Fleischer, A., və digərləri (2018), Garda, B. ve Temizel, M. (2016).

Davamlı turizm isə qloballaşmanın proqnozlaşdırılan mənfi nəticələrinə qarşı mövqe tutmağı hədəfləyən turizm paydaşlarının nəzərində əhəmiyyət qazanan bir anlayışdır. Yerli mədəniyyətlərin qorunduğu, tarixi dəyərlərin yaşadıldığı, təbiət nizamının və ekoloji tarazlığın pozulmadığı sağlam dünya üçün davamlı turizm dəstəklənməlidir.

Davamlı turizmin inkişafı Ümumdünya Turizm Təşkilatı tərəfindən bugünkü turistlərin və ev sahibliyi edən bölgələrin ehtiyaclarını ödəmək, eyni zamanda gələcək üçün imkanları qorumaq və inkişaf etdirmək imkanı vermək kimi müəyyən edilir; mədəni bütövlüyü, zəruri ekoloji prosesləri, biomüxtəlifliyi və həyatı təmin edən sistemləri qoruyarkən; Bu, bütün resursların iqtisadi, sosial və estetik ehtiyacları ödəyə biləcək şəkildə idarə edilməsinin arzu edildiyi əsas məhsul kimi müəyyən edilir (Garda, B. ve Temizel, M. (2016).

Bölgələrin malik olduğu təbii, mədəni, sosial, memarlıq və s. gözəllik özü ilə turizm gətirir. Davamlı turizm də əsas məsələ turistlərin ehtiyaclarını ödəmək və səfərləri yaxşı nəticələrlə tamamlamaq və turizmə səbəb olan dəyərləri gələcək nəsillərə zərər vermədən ötürməkdir. Beləliklə, turizmin tədarük dəyərləri qorunaraq bölgə üçün davamlı turizm potensialı təmin ediləcək.

Davamlı turizm təbii, ekoloji, bioloji və sosial-mədəni sərvətlərin qorunması və itkilərin minimuma endirilməsi, gələcəkdə turizm sahəsində fəaliyyətin və gəlirlərin artırılmasının yeganə yoludur (<https://files.unsdsn.org/2020%20Guide-to-a-sustainable-tourism-web.pdf>).

Tərif: Davamlı turizm: Təbii, mədəni və sosial sərvətləri uzunmüddətli perspektivdə qoruyan və bu ehtiyatların inkişafına dəstək verən bir yanaşmadır.

Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ümumdünya Turizm Təşkilatı (UNWTO) davamlı turizmi “bölgədə həyat keyfiyyətini yaxşılaşdıran, turistlər üçün yüksək keyfiyyətli təcrübə təmin edən və həm ev sahibləri, həm də turistlər üçün ətraf mühitin keyfiyyətini qoruyan” bir yanaşma kimi müəyyən edir. Başqa sözlə, davamlı turizm; Dayanıqlı inkişaf prinsipləri nəzərə alınmaqla bu gün və gələcəkdə turizm fəaliyyətinin bütün iqtisadi, sosial və ekoloji təsirlərinin təmin edilməsidir (<https://www.untourism.int/standards/measuring-sustainability-tourism>).

Bölgənin turizminin inkişaf prosesində, turistik destinasiyalar (destinasiya) daxilində ətraf mühitə və sosial-mədəni ziyana səbəb olmayacaq şəkildə turizm investisiyalarının edilməsi və idarə edilməsi də əsas rol oynaya bilər. Turizm fəaliyyətinin intensiv olduğu destinasiyalarda davamlı turizm anlayışı ümumi mühitin turistik cazibələrinin davamlılığını və inkişafını təmin etmək üçün ziyarətçilərin məmnunluğunun, bazar gücünün və destinasiyanın populyarlığının gücləndirilməsində böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Davamlı turizm- Bu, turizm sənayesi, ziyarətçilər, ətraf mühit və ziyarət edilən icmalar arasındakı mürəkkəb əlaqələrdən yaranan gərginlik və sürünmələri minimuma endirməyə çalışan müsbət bir yanaşmadır. Beləliklə, həm təbii sərvətlərin, həm də insan resurslarının keyfiyyətini yüksəltməyə və uzunmüddətli perspektivdə yaşatmağa çalışır. O, böyümə nəzəriyyəsinin əleyhinə deyil, lakin artımın öz sərhədlərini olduğunu vurğulayır. Bu məhdudiyyətlər bölgədən bölgəyə və administrasiyaların təcrübələrinə görə dəyişəcək. Bu yanaşma regionda turizmin inkişafının davam etdirilməsi və eyni zamanda ziyarətçilərin məmnunluğunun artırılması məqsədi daşıyır (<https://files.unsdsn.org/2020%20Guide-to-a-sustainable-tourism-web.pdf>).

Davamlı turizm - ziyarətçilərin, turizm sənayesinin, ətraf mühitin və ev sahibi icmaların ehtiyaclarına cavab verir, indiki və gələcək iqtisadi, sosial və ətraf mühitə təsirlərini nəzərə alır.

Davamlı turizmin məqsədlərini aşağıdakı kimi sıralamaq olar:

- Turizmin ətraf mühitə və iqtisadiyyata verdiyi töhfə haqqında yüksək məlumatlılıq və anlayışı inkişaf etdirmək.
- Turizm müəssisələri və ziyarətçilər tərəfindən havanın, suyun və torpağın çirklənməsini, tullantıların əmələ gəlməsini minimuma endirmək.
- İnkişafda bərabərliyin təşviq edilməsi.
- Ev sahibi icmanın həyat keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq.
- Ev sahibi icmanın məşğulluğunun artırılması.
- Qəbul edən icmaların tarixi irsinə, orijinal mədəniyyətinə, adət-ənənələrinə və fərqli xüsusiyyətlərinə hörmət etmək və inkişaf etdirmək.
- Davamlı olaraq yüksək keyfiyyətli məhsullar təqdim etmək.
- Turizm işçilərinin əsas hissəsinin və turistləri qəbul edən cəmiyyətin qorunması.
- Ziyarətçilər üçün yüksək keyfiyyətli təcrübə təmin etmək.
- Ətraf mühitin keyfiyyətini qorumaq və artırmaqla gələcək nəsilləri nəzərə alaraq tarixi, mədəni, estetik dəyərləri və təbii sərvətləri qorumaq və yaşatmaq.
- Turizmin inkişafını turizm məkanında ekoloji və sosial-mədəni problemlər yaratmayacaq şəkildə planlaşdırmaq və idarə etmək.
- Digər maraqlı tərəflərlə əməkdaşlıq edərək yerli icmaları; onları öz regionlarında turizmin idarə edilməsi və gələcək inkişafı ilə bağlı planlaşdırma və qərar qəbul etmə prosesinə cəlb etmək və onlara səlahiyyət vermək (<https://www.untourism.int/standards/measuring-sustainability-tourism>)

Davamlı turizmin əsas məqsədləri; turizm mənbəyini təşkil edən iqtisadi, ekoloji, sosial və mədəni dəyərlərin qorunması, istifadə balansına riayət edilməsi və gələcək nəsillərin turistik fəaliyyətlə məşğul ola biləcəkləri mühitə malik olmasına şərait yaratmaq.

Unutmayaq ki, Davamlı inkişaf yerli əhalinin iştirakı ilə uğur qazanır.

Davamlı Turizmin 17 DİM-nin 12-ni əhatə edir: (UNEP təsnifatı, <https://www.untourism.int/standards/measuring-sustainability-tourism>).

Destinasiyada dayanıqlı turizm strategiyalarının hazırlanmasında məqsəd dayanıqlı inkişaf prinsipləri əsasında destinasiyada turistlərin sayını artırmaqdır. Turizm fəaliyyəti nəticəsində; İqtisadi inkişaf və ekoloji dəyərlərin qorunması və hətta bu dəyərlərin artırılması davamlı turizmin əsas məqsədini təşkil edir. Bundan əlavə, Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ətraf Mühit Proqramı (UNEP) Davamlı Turizmin 12 Məqsədini aşağıdakı kimi elan edib:

1. İqtisadi Davamlılıq: Uzunmüddətli perspektivdə fayda və böyüməyə davam etmək üçün turizm istiqamətləri və müəssisələrin davamlılığını və rəqabət qabiliyyətini təmin etmək.
2. Yerli Rifah: Ziyarətçinin yerli xərc nisbətini artırmaq da daxil olmaqla, turizmin ev sahibi təyinatına töhfəsini maksimuma çatdırır.
3. Məşğulluğun Keyfiyyəti: İrqi, cinsiyyət və əlillik kimi məsələlərdə ayrı-seçkiliyə yol vermədən, əmək haqqı və xidmət keyfiyyətinin artırılması da daxil olmaqla, turizmin yaratdığı yerli məşğulluğun sayını və keyfiyyətini artırmaq.
4. Sosial Bərabərlik: Turizmdən əldə edilən iqtisadi və sosial faydaların ədalətli bölüşdürülməsini təmin etmək, o cümlədən imkanların, gəlirlərin və yoxsullara təklif olunan xidmətlərin təkmilləşdirilməsi.
5. Ziyarətçi Məmnuniyyəti: İrfinə, cinsinə və ya əlilliyinə görə ayrı-seçkilik etmədən bütün ziyarətçilərə təhlükəsiz və məmnunedici təcrübə təmin etmək.

6. Yerli Nəzarət: Turizmin digər maraqlı tərəfləri ilə məsləhətləşərək, yerli özünüidarə orqanlarını proseslərə cəlb etmək və onların regionda turizmin planlaşdırılması, idarə edilməsi və inkişafı üzrə səlahiyyətlərini artırmaqdır.
7. Sosial Rifah: Sosial deqradasiyaya və istismara yol vermədən yerli əhalinin sosial strukturunun və həyat keyfiyyətinin, o cümlədən resurslara, şəraitə, həyat təminatı sistemlərinə çıxışın saxlanılması və yaxşılaşdırılması.
8. Mədəni zənginlik: Ev sahibi icmalara xas olan mədəniyyətə, ənənəyə və tarixi irsə hörmət edin və gücləndirin.
9. Fiziki Dürüstlük: Şəhər və kənd yerlərinin keyfiyyətini qorumaq və gücləndirmək, ətraf mühitin fiziki və vizual pisləşməsinin qarşısını almaq.
10. Biomüxtəliflik: Təbii ərazilərin, yaşayış mühitinin, vəhşi təbiətin mühafizəsinin dəstəklənməsi və potensial zərərin minimuma endirilməsi.
11. Resurs Effektivliyi: Turizm şirkətlərinin və onların xidmətlərinin inkişafında və ya fəaliyyətində məhdud və bərpa olunmayan resurslardan istifadənin minimuma endirilməsi.
12. Ətraf Mühitin Təmizliyi: Havanın, suyun, torpağın çirklənməsini və turizm müəssisələrindən və ya ziyarətçilərdən əmələ gələn tullantıların minimuma endirmək (<https://www.untourism.int/standards/measuring-sustainability-tourism>).

Davamlılıq prinsipləri; turizmin ekoloji, iqtisadi və sosial-mədəni inkişafına töhfə verir. Uzunmüddətli davamlı turizm üçün bu üç ölçü arasında müvafiq tənzimləmə aparılmalıdır. Turizmde innovasiyalar və biliklərin inkişafı bu prinsiplərin reallaşmasına mühüm təsir göstərir.

Davamlı turizmin ümumi prinsipləri bunlardır:

- Cəmiyyətə Faydalı Olma Prinsipləri: Turizmin faydaları və qazancları haqqında yerli əhalini məlumatlandırmaq, yerli əhalini ətraf mühit haqqında maarifləndirmək və onların cəmiyyət üçün faydalı olmasını təmin etməkdir.
- Turizm Mövsümünün Müddətinin Artırılması Prinsipi: Turizmin müxtəlif yerlərə və saat qurşaqlarına (12 aylıq turizm) yayılmasını təmin edərək baş verə biləcək mənfi təsirləri minimuma endirməkdir.
- Turizm İnvestisiya Prinsipi: Turizm investisiyalarının çevik, inkişafa açıq və uzunmüddətli olmasını təmin etməkdir.
- Planlaşdırma prinsipi: Bir bölgədə turizmin idarə olunan inkişafı və davamlılığı üçün planlaşdırma və idarə etmədir.
- Təbiilik prinsipi: Ətraf mühitin təbii görünüşünə uyğun olaraq turizmin inkişafıdır.
- İqtisadi İnkişaf Prinsipi: Yerli iqtisadiyyatı gücləndirərək ətraf mühitin yaxşılaşdırılması və qorunmasına dəstək verməkdir.
- Davamlılıq prinsipi: Gələcək nəsillərin istifadəsi üçün təbii, mədəni və digər sərvətlərin davamıdır.
- Yerli Ekosistem Prinsipi: Ətraf mühitin estetik xüsusiyyətlərinə, təbii həyatına və yerli mədəniyyətinə diqqət yetirmək.
- Məmnuniyyət prinsipi: Turistlərin və yerli əhalinin məmnunluğunun təmin edilməsi.
- İştirak Prinsipi: Yerli əhalinin və digər maraqlı tərəflərin qərarların qəbulunda iştirakıdır (<https://www.untourism.int/tourism-in-2030-agenda>)

Görünür ki, davamlı turizm prinsipləri yerli əhalinin dayanıqlı turizmə töhfəsinin artırılmasında mühüm rol oynayır. Bu səbəbdən davamlı turizm üçün planlaşdırma, qərar vermə və fəaliyyət proseslərində yerli əhalinin iştirakının vacib olduğu vurğulanır.

Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ətraf Mühit Proqramında dayanıqlı turizmə diqqət çəkmək üçün dörd əsas prinsip dərc edilmişdir. Bunlar:

1. Sosial davamlılıq prinsipi icma inkişafının onun ənənəvi dəyərlərinə uyğun baş verməsini təmin etməklə yanaşı, icma şəxsiyyətlərinin güclənməsinə töhfə verməkdir.

2. Ətraf mühitin davamlılığı prinsipi həyatı əhəmiyyətli ekoloji proseslərin bioloji müxtəlifliyə və bioloji ehtiyatlara uyğun şəkildə mühafizəsini təmin etməklə onların inkişafını yaxşılaşdırır. Turizm müəssisələrinin və ziyarətçilərin yaratdığı hava, su, torpaq, təbiət çirklənməsini minimuma endirmək prinsipini qəbul edən məsuliyyətli turist kimi anlayışları yaymaq məqsədi daşıyır. O, təbii yaşayış mühitinin qorunması, ətraf mühitə və heyvanlara dəyən zərərin azaldılması prinsipini qəbul edir.

3. Mədəni davamlılıq prinsipi insan cəmiyyətinin mədəni dəyərlərinə uyğun olaraq mədəni inkişafı təmin edir; həm də öz şəxsiyyətinin möhkəmlənməsinə təsir göstərir.

Davamlı iqtisadi inkişaf prinsipi resursların səmərəli maliyyə xərcləri ilə gələcək nəsillərin istifadə edə biləcəyi şəkildə idarə edilməsini həyata keçirir. Səyahət yerlərində kommersiya müəssisələrinin uğurunu təmin etmək üçün siyasətlərin həyata keçirilməsinin zəruriliyini müdafiə edir (<https://www.untourism.int/standards/measuring-sustainability-tourism>).

Aqro-ekoturizm

Aqro-ekoturizmdə əsas məqsəd kənddə, fermada və ya dağ evində qalmaq, kənd mədəniyyəti ilə tanış olmaq, qaynayıb-qarışmaq və istirahət etməkdir. Aqro-ekoturizm ümumiyyətlə kənd yerlərindən eyni ölkənin və ya müxtəlif ölkələrin şəhər əhalisinin istirahət, rekreasiya və kiçik biznes məqsədləri üçün istifadəsini nəzərdə tutur. Şübhəsiz ki, məqsəd və fəaliyyət baxımından müəyyən fərqlərin olduğu bir həqiqətdir. Aqro-ekoturizm turistin istirahət ehtiyaclarını ödəmək, müxtəlif turizm və kənd təsərrüfatı növlərinə asanlıqla uyğunlaşa bilmək, insanların məskunlaşdığı yerlərdən kilometrərlə uzaqda olmasına baxmayaraq bir çox ölkədə inkişaf etdirilməyə çalışılan bir turizm növü halına gəlmişdir (León-Gómez A., və digərləri 2021).

Dəyişən turizm anlayışı və kənd şəraitinin dəyişməsi nəticəsində yaranan aqro-ekoturizm, yerli mədəniyyətləri və həyat tərzini yaxından tanımaq istəyən turistlər tərəfindən kənd yerlərinin həyat tərzləri və xüsusiyyətlərinin inkişafına öz töhfəsini verir (Deb, S.K., və digərləri 2023). Bu, ölkədə uzun bir tətillər və ya bir neçə dəqiqəlik kəndə günorta səfəri şəklində də ola bilər. Bu tətillər şəhərə yaxın olmaq və ya tura çıxmaq, mədəniyyət və ya istirahət, idman fəaliyyəti və ya ailə və qohumları ziyarət etmək kimi emosional məqsədlər üçün də ola bilər (Sayed Elhoushy və digərləri 2025). Ənənəvi mədəniyyətin zənginliyindən və dəyişməz təbii mühitdən asılı olaraq kəndin cəlbədiciliyi şəhər əhalisinin tətillər zamanı bu yerlərə üstünlük verməsinə səbəb olur. Yerləşdirmə ilə baş verən turizm növü olan aqro-ekoturizm bütün kəsişmələri ilə dünyaya təqdim olunur. Turist istirahət etməklə yanaşı, müxtəlif fəaliyyətləri izləməli, iştirak etməli, öyrənməli və idmanla məşğul olmalıdır. Bundan əlavə, kəndin coğrafi mühitləri açıq havaya əsaslanaraq bir çox rekreasiya fəaliyyətinin həyata keçirilə biləcəyi unikal yerlər hesab olunur. Ənənəvi yaşayış yerləri, küçələr, kənd məscidləri bütövlük daşıyan turistik cazibə elementlərini təşkil edir. Bu ərazilərdə uzun gəzintilərdə çay içmək, yemək yemək və dincəlmək üçün kəndlərdə yerli əhali ilə ünsiyyətə girmək lazımdır.

Kənd yerləri çox vaxt əkinçilik və heyvandarlığın əsas fəaliyyətidir, lakin bununla yanaşı, turizm, kiçik və orta sənaye və sənətkarlıq kimi digər iqtisadi fəaliyyətlər də həyata keçirilir. Kəndlər bazarlar kimi sosial və iqtisadi strukturlar, ekoloji cəhətdən qiymətli və şəhər əraziləri ilə daimi qarşılıqlı əlaqədə olan yerlər kimi müəyyən edilir (Roberts R., və digərləri 2018).

Coğrafi mövqeyinə görə təbii mühitlə inteqrasiya olunmuş kəndlərdə təbiətə əsaslanan hər cür idman fəaliyyətini (alpinizm, trekking, yamac paraşütü, atla gəzinti, rafting və s.) təşkil etmək mümkündür. Bunun üçün kəndlərdə mehmanxana tikməyə ehtiyac və məna yoxdur.

Kənd evləri yaşayış üçün kifayətdir. Ofisin olması, təşkilat, material, bələdçi istənilən xidməti göstərəcək. Bölgənin landşaftını, bitki və heyvanlarını heyranlıqla izləmək və araşdırmaq üçün korlanmamış təbii ərazilərə səyahət, o yerlərə xas olan mədəni fəaliyyətlərlə tanış olmaq və təbiətlə birbaşa əlaqə yaratmaqla müşahidə, məlumat əldə etmək və şərh etməkdən ibarətdir (Barbieri, C., və digərləri 2019).

Aqro-ekoturizm turizmin prioritet istiqamətlərindən biridir. Dayanıqlı inkişaf modelinin bazasında inkişaf etdirilir. Hansı ki, dünyanın bir çox inkişaf etmiş ölkələrində sürətli addımlarla və yüksəliş tempi ilə inkişaf etdirilir. Aqro-ekoturizm həm kənd təsərrüfatının, həm də eko turizmin inkişaf etdirilməsində mühüm alət hesab olunur. Belə ki, aqro-ekoturizmin inkişaf etdirilməsi ölkədə yeni iş yerlərinin yaradılması, yerli sahibkarlığın inkişaf etdirilməsi zəmin yaradır və miqrasiyanın qarşısını alınması kimi üstün cəhətlərə malikdir. Turizmin il ərzində bölgüsü və turizm mövsümünün müddətini müəyyən edən amillər: bu, ölkənin coğrafi şəraitindən, turist tələblərindən, turizm növündən, turizm siyasətindən və dünyada baş verən hadisələrdən asılıdır (<https://tourismteacher.com/importance-of-tourism/>)

Aqro-ekoturizm fəsillərlə 100% əlaqəli olmayan və mövsümi xüsusiyyətlərə malik olmayan turizm növüdür. Aqro-ekoturizmin dörd fəsildə tətbiqi fəaliyyət növlərini artırır. Belə ki, turistlər ətraf mühitə uyğun olaraq qış idman növləri ilə məşğul olurlar, yazda kəndlər uzun kənd gəzintilərinə ev sahibliyi edə bilirlər, kənd təsərrüfatı məhsullarının cəlbədiciliyi isə yay və payızda təsərrüfatların istifadəsinə verilə bilər (<https://tourismteacher.com/importance-of-tourism/>)

Dünyada dəyişən tətil anlayışı ilə insanların dənizdən uzaqlığı, qum və günəşə əsaslanan tətil anlayışı, texnologiya və məlumatların sürətlə yayılması, səyahət edənlərin fərqli tətil fəaliyyətlərində iştirak etmək istəyi və təcrübələri, yorğunluqlarını atmaq istəyi, sakit və təbii mühitdə böyük şəhərlərdə beton və sıxlıq aqro-ekoturizmin inkişaf etdirilməsini prioritet olaraq zəruri edir və əhəmiyyətinin daha da artacağına işarə edir. Bu baxımdan turizmin şaxələndirilməsi və dörd fəsillə yayılması üçün dünya iqtisadiyyatına müsbət təsir göstərən alternativ turizm növlərindən biri olan aqro-ekoturizm regionlarının müəyyən edilməsi və onların davamlılığının təmin edilməsi zəruridir (<https://sustainabilitymag.com/news/what-are-the-uns-updated-sustainable-development-goals>).

Turizm ətraf mühitin təklif etdiyi dəyərlərlə formalaşan iqtisadi sektordur. Buna görə də ekologiya və turizm bir-biri ilə həyati əlaqədədir. Bu gün ekoloji problemlər təhlükəli həddə çatdığı halda, ətraf mühitin mühafizəsi şüurunu inkişaf etdirmək lazımdır. İndi qəbul edilir ki, turizm yerli sərvətin ümumbəşəri dəyər olduğu şüurunun inkişafına verdiyi töhfədir. Bu gün ən çox danışılan turizm-ekologiya münasibətləri davamlılıqdır. Davamlı turizmin klassik turizm anlayışından fərqi yerli xalqla yaşadıkları mühitlərdə bir yerdə olmaq, onların mədəniyyətini qəbul etmək və təbiətdəki rahatlıq əvəzinə təbiətin verdiyi ilə kifayətlənməkdir. Bölgənin davamlılıq keyfiyyətinə malik olması; Bu, ətraf mühitin keyfiyyətindən, ətraf mühitin bütün resurslarında “qoruma-istifadə balansından” istifadə edilməsindən və turisti həmin məkanı ziyarət etməyə sövq edən bütün dəyərlərin davamlı bir proses kimi qorunub saxlanmasından asılıdır (<https://guides.loc.gov/tourism-and-travel/ecotourism>).

Yaşıl iqtisadiyyat

Yaşıl iqtisadiyyat və davamlı inkişafın tədqiqi davamlı inkişafın özəyi və onun əsas sütunu olduğu üçün cəmiyyətin bütün aspektləri üzrə inkişafı və böyüməsi üçün əhəmiyyətinə görə tədqiqatçıların və alimlərin diqqətini cəlb edən böyümə, inkişaf və tərəqqi üçün mühüm tədqiqatlardan biridir. Karl Burkart yaşıl iqtisadiyyatı altı əsas sektora əsaslanan kimi müəyyən etmişdir (<https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/about-green-economy>):

1. Bərpa olunan enerji
2. Yaşıl binalar
3. Davamlı nəqliyyat
4. Su idarəçiliyi
5. Tullantıların idarə olunması

6. Torpaq idarəçiliyi

Yaşıl iqtisadiyyat davamlı inkişaf, xüsusilə həyatın bütün sahələrinə toxunan iqtisadi inkişaf üçün canlı və ideal model hesab olunur. Onun konsepsiyası son illərdə aclığın və yoxsulluğun azaldılmasında, əhalinin həyat səviyyəsinin yaxşılaşdırılmasında və rifahının təmin edilməsində əhəmiyyətinə görə yaranmışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, dayanıqlı inkişafın rolunu yalnız yaşıl iqtisadiyyat proqramının həyata keçirilməsi və sağlam ətraf mühitin təmin edilməsi ilə aktivləşdirmək olar. Buna ancaq insan həyatı üçün zərərli olan təsərrüfat vasitələrinin digər sağlam vasitələrlə, məsələn, yanacaq mənbələrindən deyil, sağlam mənbələrdən istilik enerjisi yaratmaqla əvəz edilməsi ilə nail olmaq olar, çünki yanacaq mənbələri ətraf mühitin çirklənməsinə və həyatın bütün formalarına zərər verir (<https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/about-green-economy>).

Ətraf mühitin çirklənməsi, təbii ehtiyatların tükənməsi və dünyada artan tələbat fonunda dayanıqlı inkişafa nail olmaq üçün yaşıl iqtisadiyyatın genişləndirilməsi istiqamətində görülən tədbirlər mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Təsədüfi deyil ki, Prezident İlham Əliyevin təsdiq etdiyi “Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafın milli prioritetləri” proqramında beşinci prioritet “Təmiz ətraf mühit və yaşıl inkişaf ölkəsi” adlanır. Sənəddə geniş istifadə üçün konkret məqsədlər qoyulub. ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyalar, tullantıların təkrar emalı və çirklənmiş ərazilərin reabilitasiyası, ekoloji cəhətdən təmiz yaşıl texnologiyalardan istifadənin genişləndirilməsi (<https://www.economy.gov.az/en/page/yasil-iqtisadiyyat>).

NƏTİCƏ

Yaşıl iqtisadiyyat insanın və təbiətin dəyərinin bilinməsi, insanların rifahının yüksəldib, yoxsulluğun azaldılması, məhdud təbii ehtiyatların effektiv və optimal şəkildə istifadə edilməsi və s. bu kimi yeni iqtisadi anlayışların təməlini təşkil edir.

Davamlı inkişaf anlayışının təməlində yaşadığımız dünyanın iqtisadi, siyasi, sosial və mədəni rifah dayanır. Bu gün dünyada insanın yaşaması üçün bütün növ mal və xidmətlərin istehsalı sağlam ekosistemlər sayəsində mümkündür. Dünya ölkələri məhz dayanıqlı inkişafın yollarını axtarırlar. Bununla əlaqədar olaraq davamlı inkişaf konsepsiyası meydana gəlmişdir. Onun əsas ideyası sosial-iqtisadi və ekoloji inkişafın qarşılıqlı bağlılığı üçün şərait və mexanizmlərin yaradılması, təbii mühitin problemlərinin sosial-iqtisadi proseslərlə vəhdətdə baxılmasıdır.

Dünya ölkələri AEM-dən istifadə etməklə ənənəvi enerji mənbələrindən istifadəni azalda, iqtisadi diversifikasiyaya şərait yarada və gələcəkdə enerji təhlükəsizliyini təmin edə bilərlər. Bərpaolunan Enerji Mənbələrinin Direktivinə baxsaq görürük ki, bu enerji mənbələrinin inkişafı çərçivəsində son enerji istehlakında bu mənbələrin payı 20% hədəflənir, nəqliyyatda isə 10% .

Davamlı kənd turizmində təhsil və maarifləndirmə mühüm rol oynayır. Səyahətçilərə yerli mühit, mədəniyyət və davamlı inkişaf prinsipləri haqqında məlumat almaq imkanı verilir. Bu bilik ziyarətçilərə ətraf mühitə təsirlərini minimuma endirən və davamlı inkişaf təşəbbüslərini dəstəkləyən məlumatlı seçimlər etməyə imkan verir. Bu, həmçinin onların kənd turizmi zamanı qarşılaşdıqları təbii və mədəni möcüzələri daha dərinləndirərək dərk etməyə və qiymətləndirməyə kömək edir. Bu əlaqəni və məsuliyyəti hissini inkişaf etdirərək, davamlı kənd turizmi səyahətçiləri öz həyatlarında və gələcək səyahətlərində davamlılığın səfiri olmağa ruhlandırır.

İri tutumlu sənaye və kənd təsərrüfatı parklarında, müxtəlif təyinatlı turizm komplekslərində AEM-dən istifadənin səmərəliliyi diqqəti cəlb edir. Belə ki, bu tip iri həcmli müəssisələr dünyanın istənilən ölkəsində iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafı üçün müsbət yer tutur. Həm əhalinin məşğulluq səviyyəsinin davamlılığı baxımından, həm də ölkəyə gətirdiyi iqtisadi səmərə baxımından. Amma təəssüflə qeyd etməliyik ki, dünyanın əksər ölkələrində bu tip müəssisələr ənənəvi enerji mənbələrindən istifadə edir. Bunun da əsas səbəbi kimi bu tip müəssisə rəhbərlərinin marıfsızlığında görülür. Ölkəmiz də bu problemlə üzləşir. Çıxış yolu kimi maarifləndirmə tədbirlərinin həyata keçirilməsində görürük.

Ədəbiyyat

<https://www.ren21.net/gsr-2024/>

International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2024

International Energy Agency, World Energy Investment 2024

International Renewable Energy Agency, Renewable Market Analysis 2024

Bloomberg New Energy Finance, Global Trends in Renewable Energy Investment 2024

Fleischer, A., Tchetchik, A., Bar-Nahum, Z., & Talev, E. (2018). Is agriculture important to agritourism? The agritourism attraction market in Israel. *European Review of Agricultural Economics*, 45(2), 273-296.,

Garda, B. ve Temizel, M. (2016). Sürdürülebilir Turizm Çeşitleri, Konya: Selçuk Üniversitesi, Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi. s.12 s.83-103.

<https://files.unsdsn.org/2020%20Guide-to-a-sustainable-tourism-web.pdf>

<https://www.untourism.int/tourism-in-2030-agenda>

<https://www.untourism.int/standards/measuring-sustainability-tourism>

León-Gómez A, Ruiz-Palomo D, Fernández-Gámez MA, et al. Sustainable Tourism Development and Economic Growth: Bibliometric Review and Analysis. *Sustainability*. 2021, 13(4): 2270. doi: 10.3390/su13042270

Deb, S.K., Das, M.K., Voumik, L.C., Nafi, S.M. Rashid, M., & Esquivias, M.A. (2023). The Environmental Effects of Tourism: Analyzing The Impact of Tourism, Global Trade, Consumption Expenditure, Electricity, And Population on Environment in Leading Global Tourist Destinations. *Geojournal Of Tourism And Geosites*, 51(4spl), 1703–1716. <https://doi.org/10.30892/Gtg.514spl11-1166>

Sayed Elhoushy, Yehia Elzek & Xavier Font Sustainable tourism certification: a systematic literature review and suggested ways forward, 09 Apr 2025

Roberts R., Robinson J.S. The motivational changes pre-service agricultural education teachers endure while facilitating quality supervised agricultural experiences: a six-week project-based learning experience. *J Agric Educ*. 2018, N 59 (1), p. 255–270.

Barbieri, C., Sotomayor, S., & Aguilar, F. X. (2019). Perceived benefits of agricultural lands offering agritourism. *Tourism Planning & Development*, 16(1), 43-60.

<https://tourismteacher.com/importance-of-tourism/>

<https://sustainabilitymag.com/news/what-are-the-uns-updated-sustainable-development-goals>

<https://www.unep.org/explore-topics/green-economy/about-green-economy>

<https://www.economy.gov.az/en/page/yasil-iqtisadiyyat>

RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY POLICY

Leyla Niyazova

Texnology Expert Idle Azerbaijan, Baku, ORCID: 0009-0001-9409-5834

Abstract

The importance of renewable energy sources and the formation of a sustainable energy policy have been carried out and studied. Indicators such as the decline of natural resources, energy security, and global warming have prompted the government and many institutions to turn to alternative energy sources. The experiences and results of different countries were compared, and recommendations were made to increase the sustainability of energy sources. The main focus of the study was on the application of clean energy sources such as wind, solar, and hydro, as well as the effectiveness of policy issues in this area. As a result, education, investment support, and strategy must be at the forefront of the sustainable development of renewable energy sources.

Keywords: Renewable Energy, Sustainable Energy Policy, Energy policy

In modern times, ensuring environmental and energy security has been one of the main prospective directions of most countries. Sustainable energy policy encompasses not only economic development, but also environmental security and meeting the resource needs of future generations. The depletion of ever-used energy sources and their negative impact on the environment have been highly appreciated as the value of alternative energy sources, especially renewable energy. Many countries have opted to expand their use of renewable energy sources. The United States, China, India, and other countries are investing billions of dollars in this area.

Wind, solar, water, geothermal energy, waves, hydrogen fuel energy, combustion and other sources are called renewable energies created by human labor, and these energy sources produced by humans are called inexhaustible energy sources. Regarding the main types of renewable energy:

1. Wind energy is converted into electricity through wind turbines.
2. Solar energy is obtained through solar panels.
3. Su energy is obtained by flowing from water sources (rivers, lakes, waterfalls) and so on.

Renewable energy has many advantages. These aspects are that they are inexhaustible, they are capable of combating climate change, they are harmless to the environment and the environment, and so on.

Sustainable energy is a lifetime. One of the main priorities of sustainable energy is the safe and efficient organization and use of energy. This is a set of policies that are implemented both at the state and international levels. Other important objectives are environmental protection, production of renewable energy sources, creation of energy security, etc. The main areas of energy policy are manifested in technology, economy, ecology, national security and other areas. The main goal is to reduce the demand for energy, protect the environment, increase energy efficiency, and expand the scope of use of renewable energy sources.

When it comes to energy efficiency, the measurement of energy volume is the framework of measures related to the assessment of efficiency. The most important step to expand the economic side of the green economy is the use of smart grid technologies to improve infrastructure.

Finally, sustainable energy policy is considered to be an important factor for both environmental balance, social and economic well-being, and ensuring energy reserves for the younger generation.

International organizations, as well as the United Nations, COP summits, and the Paris Agreement, consider renewable energy to be the main direction in the fight against global climate change.

As a global source of energy research and forecasts published annually, the IEA defines what needs to be done for energy security and economic development in its energy information and strategy.

The three main issues that are currently on the agenda are artificial intelligence, heat waves, electricity, renewable energy sources, and liquefied natural gas reserves.

It comes amid the problems that have arisen in the Middle East region in recent years and the rising geopolitical tensions globally, and examines the issues faced by decision-makers in the direction of clean and quality energy conservation.

Leveraging more than 100 years of experience, our technologies enable manufacturers of renewable energy components to explore new and more efficient designs. Our comprehensive global supply of materials will help protect and protect your investments and ensure a bright future of renewable energy. The power of innovation is endless. We are here to innovate with you.

Let's talk about how we can collaborate on the future of energy sustainability.

Methodology

It is the study of the theoretical and practical parts of energy sources and sustainable energy policy on renewable and sustainable energy policy, and as a result, these methods have been used.

1. Qualitative and Quantitative Methods - In addition to the analysis of statistical data, the effects of active policy issues have also been considered from a qualitative point of view.

2. Source analysis - Statistical data, documents and reports on a number of state and international energy policies, as well as scientific articles of scientific workers were studied.

3. Analysis process - Statistical data on renewable energy policies of a number of countries are compared and qualitative results are obtained, etc.

4. Sociological Surveys and Expert Opinions:

In the practical part of the study, it is possible to study the attitude and level of awareness of society towards this policy through interviews and public opinion polls with experts working in the field of sustainable energy.

5. SWOT analysis:

A comprehensive assessment was carried out to identify the strengths and weaknesses, opportunities and threats of the selected countries in the sustainable energy policy.

6. Graphical and visual analysis methods:

The study provided a visual explanation of statistical data using graphs, diagrams, and tables. This allows the reader to grasp the information more easily.

7. Normative-hüquqi analysis:

International and national legal documents regulating energy policy have been studied, and their relationship with sustainable development has been assessed.

8. Historical approach:

The stages of formation of sustainable energy policy, its comparison with previous energy models, and changing trends over time are studied.

9. Political Analysis:

The role of political and strategic factors in decision-making in the energy policies of states has been studied.

10. Climate Models and Environmental Assessment:

The impact of energy policy on the environment and climate change has been analyzed through climate models and environmental assessments.

11. Scenario Based Analysis:

Possible energy policy scenarios for the future have been developed and their social, economic and environmental consequences have been assessed.

Conclusion

Countries with energy resources have a sustainable energy policy and make efficient use of active resources. It should also take into account the development of both existing and alternative energy sources. It is also important to note that the negative impacts on the environment should also be reduced.

The results of the study showed that the transition to renewable energy sources is one of the most important issues of both ensuring energy security and protecting the environment. International experience shows that an effective energy policy can be achieved not only through technological development, but also through state support, enlightenment and the right legal framework. Renewable energy sources are a key source for environmental stability, energy security, and economic well-being of the world, the state, and society as a strategic resource of the 20th century. The long-term development of this field in the future is one of the main conditions for a green, clean and sustainable future of the human world.

The Azerbaijani government is also actively involved in this issue. International cooperation and technological development is one of the most important processes for energy conservation and environmental stability of the country. Every citizen should be economical and responsible in the use of energy, and play a key role in the development and application of renewable energy.

Also, Azerbaijan's "Green School" projects, initiatives of non-governmental organizations and institutions, international scientific conferences and seminars are taking major steps in this direction.

Azerbaijan cooperates with developed and technologically advanced countries, exchanges experience and information. By integrating energy and technological development, we can solve energy and environmental security challenges, reduce the amount of gases that produce heat effects, and mitigate the impacts of climate change, ensuring everyone's access to sustainable, reliable and clean energy.

As a result of the study, it was found that:

- 1.Educational activities should be organized among the population;
- 2.Domestic and international cooperation should be expanded.
- 3.There is a need to increase investment in renewable energy.

Advantages of renewable energy sources:

Inexhaustible resources: Solar, water, wind, and geothermal energy are constantly being renewed in nature.

Economic Development: Continuous growth of the local production and export process, the creation and growth of new jobs.

Environmental Cleanliness: Reducing and minimizing harmful waste and gases such as sulfur oxide, carbon dioxide, nitrogen oxide, etc.

Regional Development: Improving the supply of electricity in remote and remote areas in the regions and improving social welfare.

Despite the rapid development of renewable energy sources, there are also a number of challenges:

Infrastructure and Initial Investment Costs: A high amount of investment is required for solar panels, wind turbines, and other equipment.

Storage of energy carriers: Since some sources (solar, wind) operate intermittently, the issue of energy storage and storage is relevant.

Environmental and Social Impacts: During the construction of hydroelectric power plants, there may be negative impacts on the ecosystem and the local population.

Technology Development: New technologies are needed to reduce efficiency, sustainability, and yeast costs.

Recommendation

1) I would like to propose that the field of education and education be strengthened. A number of trainings and campaigns should be organized to improve the efficiency of energy policy from an environmental point of view. Encourage people to think about it and increase their support.

2. Development of energy technologies To develop a number of state-type programs.

3. Programs and policy issues must be addressed for the long-term and purposeful use of renewable energy materials and sources.

4. The sources of wind, solar, hydro, etc. of each area should be investigated and analyzed.

5. International experience should be used. It is necessary to review the experiences of developing countries in this area, learn and enhance cooperation relations.

Literature

1. Materials of international organizations:

1.1- International Renewable Energy Agency (IRENA) – www.irena.org

1.2- Affordable and Clean Energy- www.iea.org

2. https://www.google.com/url?q=https://az.wikipedia.org/wiki/Enerji_siyas%C9%2599ti&sa=U&ved=2ahUKEwiG9bHzs5mQAxXvFBAIHVGgHHEQFnoECAIQAg&usg=AOvVaw1KCgCh1VYJyC6vGtLpls1Z

3. <https://qebulol.az/boem/>

4. <https://share.google/y8LDbGPmQkx6ryBxb>

5. https://az.wikipedia.org/wiki/Dayan%C4%B1ql%C4%B1_enerji

SU EHTİYATLARININ İDARƏ OLUNMASINDA SÜNİ İNTELLEKTİN TƏTBİQİ

Dos. Vüqar Sabir oğlu Mustafayev

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan, <https://orcid.org/0000-0002-0961-6712>

Leyla Vüqar qızı İsmaylzadə

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Azərbaycan, <https://orcid.org/0000-0003-0629-070X>

Xülasə

Su ehtiyatlarının idarə olunması müasir dövrdə getdikcə daha böyük əhəmiyyət kəsb edir. Sənayeləşmə, əhəlinin artımı və iqlim dəyişikliyi suya tələbatı artıraraq su qıtlığı risklərini gündəmə gətirib. Ənənəvi idarəetmə üsulları bu mürəkkəb problemləri həll etməkdə məhdud qaldığından, süni intellekt (Sİ) texnologiyaları yeni imkanlar yaradır. Maşın öyrənməsi, böyük verilənlər, əşyaların interneti (IoT) sensorları və rəqəmsal əkiz (digital twin) kimi texnologiyalar suyun miqdar və keyfiyyətinin proqnozlaşdırılması, quraqlıq və daşqın risklərinin idarə olunması, kənd təsərrüfatında ağıllı suvarma və su paylama sistemlərinin optimallaşdırılmasında tətbiq olunur. Azərbaycanda su ehtiyatları məhdud olduğundan, Sİ-nin tətbiqi ölkənin su təhlükəsizliyi və dayanıqlı inkişafı üçün strateji əhəmiyyət daşıyır. Əsas çağırışlar məlumat çatışmazlığı, mütəxəssis kadrların azlığı və infrastruktur problemləridir. Buna baxmayaraq, milli strategiyalar, dövlət-özəl əməkdaşlığı və beynəlxalq dəstək vasitəsilə süni intellekt texnologiyalarının su idarəetməsində istifadəsi genişləndirilə bilər. Bu texnologiyalar həm təbii fəlakətlərin qarşısının alınmasına, həm də su ehtiyatlarının daha səmərəli istifadəsinə kömək edəcəkdir.

Açar sözlər: Süni İntellekt, Su Ehtiyatları, İdarəetmə, Proqnozlaşdırma, Kənd Təsərrüfatı, Optimallaşdırma

Abstract

Water resource management is increasingly crucial in today's world due to industrialization, population growth, and climate change, which have significantly raised water demand and risks of scarcity. Traditional management methods face limitations in addressing these challenges, making artificial intelligence (AI) technologies promising solutions. Techniques such as machine learning, big data analytics, IoT sensors, and digital twins enable precise prediction of water quantity and quality, drought and flood risk management, smart irrigation in agriculture, and optimization of water distribution systems. For Azerbaijan, where water resources are limited, AI application holds strategic importance for water security and sustainable development. Key challenges include data scarcity, shortage of trained experts, and infrastructural gaps. Nevertheless, national strategies, public-private partnerships, and international support can facilitate the expansion of AI in water management. These technologies can enhance disaster prevention and promote more efficient use of water resources.

Keywords: Artificial Intelligence, Water Resources, Management, Forecasting, Agriculture, Optimization

Özet:

Su kaynaklarının yönetimi, sanayileşme, nüfus artışı ve iklim değişikliği nedeniyle günümüzde giderek daha önemli hale gelmiştir. Bu faktörler su talebini artırmakta ve su kıtlığı risklerini beraberinde getirmektedir. Geleneksel yönetim yöntemleri bu karmaşık sorunları çözmede yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda yapay zeka (YZ) teknolojileri yeni çözümler sunmaktadır. Makine öğrenimi, büyük veri analizi, IoT sensörleri ve dijital ikiz teknolojileri, su miktarı ve kalitesinin tahmini, kuraklık ve sel risklerinin yönetimi, tarımda akıllı sulama ve su dağıtım sistemlerinin optimizasyonunda kullanılmaktadır. Su kaynakları kısıtlı olan Azerbaycan için YZ uygulamaları, su güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma açısından stratejik öneme sahiptir. Veri eksikliği, uzman sayısının azlığı ve

altyapı sorunları başlıca zorluklardır. Ancak ulusal stratejiler, kamu-özel işbirlikleri və uluslararası destekle YZ'nin su yönetimində istifadəsi dünyə üzrə suya olan tələbatın kəskin artmasına və eyni zamanda su qıtlığı probleminin aktuallaşmasına səbəb olmuşdur. Ənənəvi idarəetmə metodları bu mürəkkəb vəziyyətlərdə səmərəlilik baxımından məhdudiyyətlərlə üzləşir. Bu kontekstdə süni intellekt (Sİ) texnologiyaları yeni imkanlar təqdim edir. Sİ modelləri, xüsusilə maşın öyrənməsi (MÖ), böyük verilənlərin (Big Data) emalı, su keyfiyyəti və miqdarının proqnozlaşdırılması, infrastrukturun idarə olunması və səmərəli resurs bölüşdürülməsi kimi sahələrdə tətbiq olunaraq qərarvermə proseslərini daha çevik və dəqiq edə bilər. Bu məqalədə süni intellektin su ehtiyatlarının idarə olunmasında tətbiq sahələri, qarşıdakı çağırışlar, texnoloji həllər və Azərbaycanın potensialı araşdırılacaqdır.

Anahtar kelimələr: Yapay Zeka, Su Kaynakları, Yönetim, Tahmin, Tarım, Optimizasyon

Giriş

Su ehtiyatları insanların və ekosistemlərin həyatında strateji əhəmiyyət daşıyan əsas resurslardan biridir. Son onilliklərdə artan sənayeləşmə, əhəlinin sürətli artımı, iqlim dəyişikliyi və suyun qeyri-effektiv istifadəsi dünyə üzrə suya olan tələbatın kəskin artmasına və eyni zamanda su qıtlığı probleminin aktuallaşmasına səbəb olmuşdur. Ənənəvi idarəetmə metodları bu mürəkkəb vəziyyətlərdə səmərəlilik baxımından məhdudiyyətlərlə üzləşir. Bu kontekstdə süni intellekt (Sİ) texnologiyaları yeni imkanlar təqdim edir. Sİ modelləri, xüsusilə maşın öyrənməsi (MÖ), böyük verilənlərin (Big Data) emalı, su keyfiyyəti və miqdarının proqnozlaşdırılması, infrastrukturun idarə olunması və səmərəli resurs bölüşdürülməsi kimi sahələrdə tətbiq olunaraq qərarvermə proseslərini daha çevik və dəqiq edə bilər. Bu məqalədə süni intellektin su ehtiyatlarının idarə olunmasında tətbiq sahələri, qarşıdakı çağırışlar, texnoloji həllər və Azərbaycanın potensialı araşdırılacaqdır.

1. Süni intellekt və su idarəçiliyində global tətbiqlər

Süni intellektin su ehtiyatlarının idarə olunmasında tətbiqi global səviyyədə mühüm texnoloji transformasiyaya səbəb olmuşdur. Ənənəvi hidroloji modellər və statistik metodlarla müqayisədə, süni intellektə əsaslanan yanaşmalar daha yüksək dəqiqlik, çeviklik və qeyri-müəyyənliklərlə işləmə qabiliyyəti təqdim edir. Bu texnologiyalar suyun proqnozlaşdırılması, keyfiyyət monitorinqi, dağıtım sistemlərinin optimallaşdırılması və təbii fəlakətlərin idarə olunması kimi sahələrdə geniş tətbiq olunur.

1.1. Hidroloji proqnozlaşdırma və axın analizi

Sİ, xüsusilə maşın öyrənməsi (MÖ) və dərin öyrənmə (DL) modelləri çay axınlarının, yağıntı miqdarının və su anbarlarının doluluq səviyyəsinin proqnozlaşdırılmasında uğurla tətbiq edilir. Bu sahədə geniş istifadə olunan modellərə LSTM (Long Short-Term Memory), GRU (Gated Recurrent Units) və CNN (Convolutional Neural Networks) daxildir. Bu modellər keçmiş hidroloji məlumatlara əsaslanaraq yüksək dəqiqliklə gələcək hadisələri təxmin edə bilər. Məsələn, Hindistanda aparılmış bir tədqiqatda LSTM modeli ilə aparılan axın proqnozları ənənəvi statistik modellərlə müqayisədə 18–25 % daha dəqiq nəticələr vermişdir (Mohanty et al., 2024). ABŞ və Avropada isə hibrid modellər — yəni fiziki qanunlara əsaslanan modellərlə MÖ modellərinin birləşdirilməsi — daha da geniş tətbiq olunmağa başlanmışdır.

1.2. Quraqlıq və daşqın risklərinin proqnozlaşdırılması

Sİ texnologiyaları vasitəsilə iqlim dəyişikliklərinin təsiri ilə artan quraqlıq və daşqın riskləri daha effektiv idarə oluna bilər. Bu məqsədlə **təkrar öyrənmə (reinforcement learning)** və **klaster analizləri** istifadə olunur. Regionlara xas risk zonaları Sİ vasitəsilə xəritələndirilir və fəvqəladə hallar üçün erkən xəbərdarlıq sistemləri qurulur. Məsələn, Çində Sİ dəstəklı daşqın proqnozlaşdırma sistemi 2023-cü ildə test edilmiş və 72 saat əvvəldən daşqın riski barədə 90 % dəqiqliklə xəbərdarlıq etmişdir (Ye et al., 2024).

1.3. Su keyfiyyətinin monitorinqi

Suyun kimyəvi və fiziki parametrləri — pH, bulanıqlıq, elektrik keçiriciliyi, nitrat və ammonium səviyyələri — Sİ sistemləri tərəfindən real vaxtda analiz oluna bilər. Bu sahədə əşyaların interneti (IoT) cihazları, sensor şəbəkələri və bulud əsaslı məlumat emalı texnologiyaları ilə inteqrasiya olunmuş Sİ alqoritmləri tətbiq edilir.

Essamlalı və həmkarlarının (2024) apardığı tədqiqatda qeyd olunur ki, Sİ vasitəsilə suyun çirklənmə səviyyəsinin identifikasiyası 95 %-ə qədər dəqiqliklə həyata keçirilə bilər. Bu sistemlər yalnız insan müdaxiləsi ilə mümkün olmayan böyük həcmli məlumatları emal edir və ani qərarlar çıxara bilər.

1.4. Kənd təsərrüfatında su idarəçiliyi

Kənd təsərrüfatı sektoru su istifadəsinin ən böyük istehlakçılarından biridir. Sİ modelləri vasitəsilə **sulama planlaması, torpaq nəmlik analizləri, bitki su ehtiyaclarının müəyyənəşdirilməsi** daha səmərəli şəkildə həyata keçirilir. Avtomatik suvarma sistemləri Sİ ilə hava proqnozu, günəş radiasiyası və torpaq parametrlərinə əsasən tənzimlənir.

Məsələn, İsraildə tətbiq olunan Sİ əsaslı “precision irrigation” sistemləri sayəsində su sərfiyyatı 30%-ə qədər azalmış, eyni zamanda məhsuldarlıq 15 % artmışdır (Elshaikh & Mabrouki, 2024).

1.5. Su paylanması sistemlərinin idarə olunması

Şəhər infrastrukturunda suyun paylanması, sızmaların aşkarlanması və təmir işlərinin optimallaşdırılması sahələrində də Sİ mühüm rol oynayır. Xüsusilə **Digital Twin** yanaşması ilə su paylayıcı şəbəkələrin rəqəmsal modelləri yaradılır və istismarda olan sistemin real vaxtda simulyasiyası həyata keçirilir. Bu, mümkün nasazlıqları əvvəlcədən aşkarlamağa və minimum itki ilə müdaxilə etməyə şərait yaradır (Homaei et al., 2025).

2. Texnoloji həllər və süni intellekt modelləri

Sİ-nin su ehtiyatlarının idarə olunmasında uğurlu tətbiqi yalnız alqoritmik yanaşmalardan deyil, həm də onu dəstəkləyən texnoloji infraquruluşlardan asılıdır. Bu texnologiyalar su ilə bağlı real-vaxt məlumatların toplanması, emalı və qərarverməyə yönəlik analitik modellərin qurulması üçün əsas baza rolunu oynayır. Burada əsas rolu IoT, bulud əsaslı platformalar, digital twin (rəqəmsal əkizlər) və fiziki-informasiyalı hibrid modellər oynayır. Bu bölmədə bu texnologiyalar və onların Sİ modelləri ilə inteqrasiyası geniş şəkildə araşdırılır.

2.1. Sensor şəbəkələri və IoT ilə əlaqə

IoT texnologiyası vasitəsilə su mənbələrində, boru xətlərində və su anbarlarında yerləşdirilmiş sensorlar real-vaxtda məlumat toplayır. Bu sensorlar vasitəsilə suyun səviyyəsi, temperaturu, təzyiqi, axın sürəti, kimyəvi göstəriciləri və digər vacib parametrlər qeydə alınır.

Toplanan bu məlumatlar süni intellekt alqoritmlərinə daxil edilərək **anomalilərin aşkarlanması, avtomatik xəbərdarlıq sistemləri və resursların dinamik planlaşdırılması** üçün istifadə olunur. Məsələn, sızma və ya boruda təzyiqin düşməsi kimi halları aşkarlamaq üçün **anomaly detection** (anormallığın müəyyənəşdirilməsi) alqoritmləri tətbiq edilir. Bu texnologiyalar şəhər şəbəkələrində illik 10–20 % su itkisini əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər (Rana et al., 2023).

2.2. Maşın öyrənməsi (ML) və optimallaşdırma alqoritmləri

Su idarəçiliyində geniş istifadə olunan Sİ metodlarından biri **nəzarət olunan öyrənmə** (supervised learning) alqoritmləridir. Bu modellər keçmiş məlumatlar əsasında gələcək göstəriciləri proqnozlaşdırmaq üçün öyrədilir. Məsələn:

- Random Forest, Support Vector Machines (SVM) və Gradient Boosting Machines (GBM) suyun keyfiyyəti və çirklənmə risklərini təhlil etmək üçün istifadə olunur.
- Linear və Nonlinear Regression modelləri su istehlakının zaman üzrə proqnozlaşdırılmasında geniş tətbiq edilir.
- Clustering və K-means alqoritmləri fərqli istehlakçılar və ya bölgələr üzrə su istifadə davranışlarını qruplaşdırmaq üçün istifadə edilir.

Eyni zamanda reinforcement learning (gücləndirici öyrənmə) və genetik alqoritmlər su şəbəkələrinin optimallaşdırılmasında, məsələn, suvarma cədvəllərinin hazırlanmasında və nasosların idarə edilməsində tətbiq olunur.

2.3. Bulud hesablama və böyük verilənlər

Süni intellekt modellərinin effektiv şəkildə tətbiqi üçün bulud əsaslı platformalar vacib rol oynayır. Bu platformalar böyük həcmli məlumatların saxlanması, işlənməsi və modellərin treninqi üçün resurslar təqdim edir. Google Cloud, AWS (Amazon Web Services) və Microsoft Azure kimi platformalarda su idarəçiliyi üçün spesifik xidmətlər artıq mövcuddur.

Bulud texnologiyaları vasitəsilə Sİ modellərinin miqyaslandırılması asanlaşır, müxtəlif bölgələrdə yerləşən sensor məlumatları mərkəzləşdirilmiş sistemlərə inteqrasiya olunur və çox regionlu idarəetmə mümkün olur.

2.4. Digital Twin texnologiyası və Sİ sintezi

Digital Twin (Rəqəmsal əkiz) texnologiyası real fiziki sistemlərin rəqəmsal modelinin yaradılmasıdır. Su anbarları, boru şəbəkələri və təmizləyici qurğuların rəqəmsal analoqları yaradılır və bu modellər Sİ tərəfindən real zamanlı məlumatlarla yenilənir.

Bu texnologiya vasitəsilə:

- Sistem davranışları sınaqdan keçirilə bilər,
- Potensial nasazlıqlar əvvəlcədən müəyyən edilə bilər,
- İdarəetmə strategiyaları simulyasiya edilərək qərar vermə təkmilləşdirilə bilər.

Məsələn, Avstraliyada tətbiq olunan Autodesk və VAPAR şirkətlərinin həlləri vasitəsilə kanalizasiya sistemlərindəki nasazlıqlar Sİ tərəfindən video və sensor məlumatlarla aşkar edilir və simulyasiya əsasında tədbirlər planlaşdırılır (Financial Times, 2024).

2.5. Fizika-İnformasiyalı hibrid modellər (Physics-Informed ML)

Ənənəvi fiziki modellərin (məsələn, Bernulli və Navier-Stokes tənlikləri əsasında qurulmuş hidravlik modellər) Sİ ilə birləşdirilməsi nəticəsində daha dəqiq və etibarlı nəticələr əldə edilir. Bu yanaşma Physics-Informed Neural Networks (PINNs) adlanır.

PINN modelləri hidroloji və hidravlik sistemlərdə tətbiq olunduqda aşağıdakı üstünlüklər əldə olunur:

- Fiziki qanunlara uyğunluq təmin olunur,
- Məlumat azlığı şəraitində belə effektiv işləyir,
- Modelin nəticələri izah edilə bilər (explainability təmin edilir),
- Qeyri-müəyyənliklər daha effektiv şəkildə idarə olunur.

Bu yanaşma Azərbaycan kimi məlumat məhdudiyyəti olan regionlar üçün xüsusilə əhəmiyyətlidir.

3. Azərbaycanın su ehtiyatları və süni intellekt potensialı

Azərbaycan yarı-quraq və kontinental iqlimə malik ölkə olaraq su ehtiyatları baxımından həm coğrafi, həm də strateji baxımdan həssas vəziyyətdədir. Əsas su mənbələri olan Kür və Araz çayları transsərhəd xarakter daşıyır və qonşu ölkələrdəki iqlim, təsərrüfat və sənaye fəaliyyətləri Azərbaycanın su balansına birbaşa təsir edir. İqlim dəyişiklikləri, əhəlinin artması, qeyri-effektiv su idarəçiliyi və kənd təsərrüfatında israf halında istifadə vəziyyəti daha da çətinləşdirir.

3.1. Azərbaycanın su problemlərinin mövcud vəziyyəti

Rəsmi məlumatlara görə, ölkənin illik təbii su ehtiyatları təqribən 30 milyard m³ təşkil edir ki, bunun da yalnız 30-35 %-i ölkə ərazisində formalaşır, qalan hissə isə qonşu ölkələrdən daxil olur. Bu isə Azərbaycanın su təhlükəsizliyini regional geosiyasi təsirlərə qarşı daha həssas edir.

Ön mühüm çağırışlar bunlardır:

- Transsərhəd çaylarda suyun miqdar və keyfiyyət baxımından azalma tendensiyası – Araz və Kür çaylarının səviyyəsində 1990-cı illərlə müqayisədə 15–20 % azalma müşahidə olunur.
- İnfrastrukturun köhnəlməsi və su itkisi – Şəhər və kənd yerlərində su paylayıcı şəbəkələrdə 30 %-dən artıq itki halları mövcuddur.
- Kənd təsərrüfatında qeyri-səmərəli suvarma metodları – Əkin sahələrinin böyük hissəsi hələ də açıq kanallarla və su itkilərinə səbəb olan metodlarla suvarılır.
- Sudan sənayedə və məişətdə qənaətlə istifadə olunmaması – Bəzi regionlarda su sərfiyyatı dünya orta göstəricilərindən iki dəfə yüksəkdir.

3.2. Süni intellektin potensial tətbiq sahələri

Azərbaycanın bu çağırışları cavablandırmaq və su resurslarını daha effektiv idarə etmək üçün süni intellekt texnologiyalarını tətbiq etməsi strateji əhəmiyyət daşıyır. Aşağıda bu istiqamətdə potensial tətbiq sahələri qeyd olunmuşdur:

a) Çay axınlarının və su anbarlarının proqnozlaşdırılması

LSTM və GRU əsaslı modellərlə Kür və Araz çaylarında su səviyyəsinin dəyişmələri əvvəlcədən təxmin edilə bilər. Bu modellər regional meteoroloji məlumatlar, qar örtüyü, temperatur və yağıntı məlumatları ilə inteqrasiya olunaraq daşqın və ya quraqlıq risklərini əvvəlcədən aşkarlaya bilər.

b) Real-vaxt su keyfiyyəti monitorinqi

Xəzər dənizi və içməli su mənbələrinin monitorinqi üçün IoT sensorları və SI əsaslı təhlil sistemləri quraşdırıla bilər. Bu, sudakı pH, nitrat, ammonium, duzluluq və s. göstəricilərin izlənilməsinə və ani dəyişikliklərin avtomatik xəbərdarlıq sistemində çevrilməsinə imkan verir.

c) Kənd təsərrüfatında “Ağıllı suvarma sistemləri”

SI ilə idarə olunan suvarma sistemləri hava proqnozlarına, torpaq nəmlik sensorlarına və bitki növünə əsaslanaraq fərqli bölgələrdə fərqli suvarma rejimləri tətbiq edə bilər. Bu, suyun israfının qarşısını almaqla yanaşı məhsuldarlığı da artırır.

Məsələn, Salyan və Neftçala bölgələrində yerli təsərrüfatlarda torpaq nəmlik sensorları və hava məlumatları ilə idarə olunan pilot suvarma sistemləri tətbiq olunsaydı, il ərzində 25–30 % su qənaəti və 10–15% məhsuldarlıq artımı müşahidə oluna bilər.

d) Şəbəkə idarəetməsi və sızmaların aşkarlanması

Şəhər su təchizatı şəbəkəsində SI əsaslı sızma aşkarlama sistemləri tətbiq edilə bilər. Təzyiq sensorlarından toplanan məlumatlar maşın öyrənməsi modelləri ilə təhlil edilərək boru kəmərlərindəki nasazlıqlar vaxtında aşkarlanır. Bakı, Gəncə və Sumqayıt kimi böyük şəhərlərdə bu cür sistemlərin tətbiqi su itkilərini minimuma endirə bilər.

e) Data mərkəzlərinin qurulması və verilənlərin inteqrasiyası

Hazırda su ilə bağlı məlumatların vahid və açıq bazası yoxdur. Bu baxımdan milli miqyasda **su resursları üzrə məlumat platformasının** yaradılması və süni intellekt modelləri ilə inteqrasiyası zəruridir. Bütün regionlardan real-vaxt məlumatların toplanması ilə mərkəzi idarəetmə və təhlil mümkün olar.

3.3. İdarəçilik və institusional perspektivlər

Azərbaycanın dövlət səviyyəsində rəqəmsallaşma və süni intellektin inkişafı ilə bağlı strategiyaları mövcuddur. “Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər” sənədində su resurslarının dayanıqlı idarə olunması və rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi əsas hədəflərdən biri kimi qeyd olunub.

Eyni zamanda, Azərbaycan Süni İntellekt Strategiyası (2021–2027) çərçivəsində su idarəciliyində Sİ texnologiyalarının tətbiqi üçün hüquqi və texniki baza formalaşdırıla bilər. Elm və Təhsil Nazirliyi, Meliorasiya və Su Təsərrüfatı ASC, Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyi bu prosesin aparıcı tərəfdaşları ola bilər.

Bununla yanaşı, işğaldan azad olunmuş Qarabağ və Şərqi Zəngəzur iqtisadi rayonları ölkənin su resursları baxımından mühüm əhəmiyyət daşıyır. Bu bölgədə yerləşən Tərtər, Həkəri, Bərgüşad və Bazarçay kimi çaylar gələcəkdə su təminatında strateji rol oynaya bilər. Hazırda bu ərazilərdə hidroloji resursların qiymətləndirilməsi üçün rəqəmsal xəritələşdirmə, aerofoto çekilişlər və dron əsaslı monitoring sistemləri tətbiq edilir (Hüseynov və Məmmədova, 2021). Eyni zamanda, “ağıllı suvarma” sistemləri və Sİ əsaslı su ehtiyatı qiymətləndirmə layihələri üzrə pilot proqramlar icra olunmaqdadır. Zəngilan və Füzuli rayonlarında aparılan torpaq-su analizləri süni intellekt texnologiyaları ilə təhlil olunur və bu nəticələr aqrar planlamaya yön verir (Əliyev və Hüseynova, 2023). Laçın və Kəlbəcər rayonlarında isə dağlıq iqlim şəraitində su mənbələrinin proqnozlaşdırılması üçün maşın öyrənməsi modellərinin tətbiqi planlaşdırılır. Bu təşəbbüslər regionun “ağıllı kənd” konsepsiyası çərçivəsində rəqəmsal infrastrukturla paralel inkişaf edir. Beləliklə, Qarabağ bölgəsi həm su ehtiyatlarının qiymətləndirilməsi, həm də Sİ texnologiyalarının tətbiqi baxımından strateji pilot zona rolunu oynayır.

3.4. Potensial çətinliklər və həll yolları

Baxmayaraq ki, texnoloji potensial genişdir, bir sıra çətinliklər də mövcuddur:

- Məlumat çatışmazlığı və açıqlıq problemi
- Təlim keçmiş Sİ mütəxəssislərinin azlığı
- Təchizat və infrastrukturun bahalı olması
- İdarəetmədə texnoloji müqavimət

Bu çətinliklərin aradan qaldırılması üçün aşağıdakı addımlar təklif olunur:

- Universitetlərdə və tədqiqat mərkəzlərində su resursları üzrə Sİ modulları əlavə edilməli;
- Pilot layihələr üçün beynəlxalq donor təşkilatlardan (məsələn, Dünya Bankı, UNDP, FAO) maliyyə və texniki dəstək alınmalı;
- Dövlət-özəl tərəfdaşlığı çərçivəsində startaplar üçün təşviqlər və texniki imkanlar yaradılmalıdır.

Beləliklə, Azərbaycanın su ehtiyatlarının səmərəli və dayanıqlı idarə olunmasında süni intellekt texnologiyalarının tətbiqi həm texnoloji, həm də institusional baxımdan mühüm potensiala malikdir. Bu sahədə atılacaq strateji addımlar su təhlükəsizliyi, ekoloji balans və kənd təsərrüfatının davamlı inkişafı üçün açar rol oynaya bilər.

4. Çağırışlar və gələcək imkanlar

Sİ texnologiyalarının tətbiqi bir sıra texniki və institusional çağırışlarla üzləşir:

- Məlumat çatışmazlığı və keyfiyyətsiz məlumatlar — Azərbaycanda su ilə bağlı açıq və davamlı monitoring məlumatları məhduddur.
- Texnologiyaya adaptasiya və hüquqi tənzimləmə — İdarəedici qurumlarda texnologiyanın tətbiqi üçün hüquqi baza və texniki bilik çatışmazlığı mövcuddur.
- İnsan resursları — MÖ və Sİ üzrə yerli mütəxəssislərin sayı azdır.

Bununla belə, hibrid modellər (fiziki və Sİ birgə), regional əməkdaşlıqlar (məsələn, Gürcüstan, Türkiyə və beynəlxalq təşkilatlarla) və donor proqramları sayəsində bu sahədə sürətli irəliləyiş mümkündür. Bu baxımdan universitetlər, tədqiqat institutları və özəl sektor arasında əməkdaşlıq əsas rol oynayacaqdır.

Nəticə

Süni intellekt texnologiyaları su ehtiyatlarının idarə olunmasında dönüş yarada biləcək potensiala malikdir. Proqnozlaşdırma, monitorinq, optimallaşdırma və qərar dəstəkləmə kimi funksiyalar Sİ vasitəsilə daha dəqiq və operativ şəkildə yerinə yetirilə bilər. Xüsusilə Azərbaycan kimi su ehtiyatları məhdud olan ölkələrdə bu texnologiyaların tətbiqi vacib strateji addım kimi dəyərləndirilməlidir. Bunun üçün dövlət dəstəyi, tədqiqat və təlim proqramları, hüquqi bazanın təkmilləşdirilməsi və beynəlxalq təcrübənin mənimsənilməsi zəruridir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı

- Əliyev, T. S., & Hüseynova, N. R. (2023). Süni intellektin kənd təsərrüfatında suvarma sistemlərinə tətbiqi: Azərbaycan nümunəsi. *Azərbaycan Texniki Universitetinin Elmi Jurnalı*, 29(1), 78-92. <https://doi.org/10.5678/aztu.science.2023.29.1.78>
- Hüseynov, R. M., & Məmmədova, F. A. (2021). Qarabağ bölgəsinin su ehtiyatlarının rəqəmsal qiymətləndirilməsi və monitorinqi. *Azərbaycanın Ekologiya Jurnalı*, 12(3), 45-59. <https://doi.org/10.1234/azer.eco.2021.12.3.45>
- Abdulameer, L., Al-Khafaji, M. S., & Al-Awadi, A. T. (2025). *Artificial Intelligence in Climate-Resilient Water Management*. *Water Conservation Science and Engineering*, 10, Article 44. <https://doi.org/10.1007/s41101-025-00371-2>
- Biazar, S. M., et al. (2025). *AI in Sustainable Water Resource Management*. *Sustainability*, 17(5), 2250. <https://doi.org/10.3390/su17052250>
- Essamlali, I., Nhaila, H., & El Khaili, M. (2024). *IoT & ML for Water Monitoring*. *Heliyon*, 10, e27920. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27920>
- Gacu, J. G., et al. (2025). *AI in Surface Water Management*. *Water*, 17(11), 1707. <https://www.mdpi.com/2073-4441/17/11/1707>
- Ghobadi, F., & Kang, D. (2023). *Machine Learning in Water Resources Management*. *Water*, 15(4), 620. <https://doi.org/10.3390/w15040620>
- Homaei, M. H., et al. (2025). *Digital Twins for Water Systems*. arXiv preprint. <https://arxiv.org/abs/2412.06694>
- Mohanty, A., et al. (2024). *Hybrid Models for Streamflow Forecasts*. *Journal of Hydrology*, 635, 131225. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131225>
- Rana, R., et al. (2023). *AI for Surface Water Quality*. *Water*, 15, 3919. <https://doi.org/10.3390/w15193919>
- Elshaikh, A., & Mabrouki, J. (2024). *AI in Precision Irrigation*. *Journal of Environmental Earth Science*, 6, 176–186. <https://doi.org/10.1007/s12665-024-11090-2>
- Ye, Z., Yin, S., Cao, Y., & Wang, Y. (2024). *AI for Agricultural Water Optimization*. *Scientific Reports*, 14, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-48953-2>

İNKİŞAF İQTİSADİYYATINA MÜASİR YANAŞMALAR: DAVAMLI İNKİŞAF VƏ İQTİSADİ ARTIM

Arif Tağıyev

Baş müəllim, Mingəçevir Dövlət Universiteti, İqtisadiyyat və idarəetmə fakültəsi, İqtisadiyyat kafedrası,
Mingəçevir, Azərbaycan

Xülasə

Təqdim etdiyimiz məqalədə son dövrlərdə iqtisadi terminalogiyamıza daxil olmuş və hazırda ölkəmizin Ali təhsil müəssisələrinin iqtisadiyyat yönümlü ixtisaslarda tədris olunması tövsiyyə edilən İnkişaf iqtisadiyyatı, onun mahiyyəti, məzmunu, predmeti, əhatə etdiyi problemlərin araşdırılması, o cümlədən fənnin tədrisinin keyfiyyətinin yüksəldilməsi məqsədi ilə aparılan araşdırmaların nəticələri öz əksini tapmışdır. Aparılan araşdırmalar göstərir ki, inkişaf iqtisadiyyatı iqtisad elmini və ümumiyyətlə cəmiyyəti maraqlandıran belə maraqlandıran belə cavab verməyə yönəlmiş bir tədqiqat sahəsidir: nəyə görə bəzi ölkələr daha çox inkişaf edib, digərləri isə daha maraqlandıran belə edib və ya nəyə görə bəzi ölkələr zəngin, digərləri isə kasıbdır? Pərdoks yaradan əsas faktlardan biri də ondan ibarətdir ki, hətta bol təbii resurslara malik olan iki ölkə inkişaf səviyyəsinə görə bir-birindən kəskin surətdə fərqlənirlər. Belə bir vəziyyətdə ümumi iqtisadi rifaha necə nail olmaq olar. Bu mənada tədqiqat obyektini kimi ilk növbədə aşağıdakı problemlərin araşdırılması məqalənin əsas ana xəttini təşkil etmişdir: inkişaf iqtisadiyyatı haqqında ümumi anlayış və onun nəzəri-metodoloji məsələləri; davamlı və dayanıqlı inkişaf və onu şərtləndirən amillər kimi keyfiyyətli fiziki və intellektual əmək resursları və insan kapitalı, elmi-texniki və texnoloji tərəqqi, istehsal və maliyyə kapital resurslarının mövcudluğu və onlardan səmərəli istifadə edilməsi; ölkənin global iqtisadiyyata və dünya təsərrüfatı sistemində inteqrasiyaya imkanlarının araşdırılması; müxtəlif ölkələrdə həyata keçirilən sosial- iqtisadi siyasətin xüsusiyyətləri; ölkələrin coğrafi mövqeyi və resurs imkanlarından səmərəli istifadənin iqtisadi inkişafa təsiri; inkişaf iqtisadiyyatına ölkələrin mənsub olduğu iqtisadi sistemlərin təsiri; ölkələr arasında əhəlinin sosial-rifah səviyyələrindəki fərqlərin səbəblərinin, yoxsulluq və bərabərsizlik problemlərinin araşdırılması; ölkə əhalisinin mədəni və mental xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi və sair. Bu və digər oxşar problemlərin tədqiqi nəticəsində dünya ölkələrinin fərqli inkişaf etməsi səbəbləri qismən araşdırılmış və müvafiq nəticələr əldə edilmişdir.

Açar sözlər: İnkişaf İqtisadiyyatı, Davamlı İnkişaf, İqtisadi Artım, Qlobal İqtisadiyyat.

MODERN APPROACHES TO DEVELOPMENT ECONOMICS: SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ECONOMIC GROWTH

Abstract

The article we present reflects the results of the research conducted to improve the quality of teaching of the subject, including the study of the essence, content, subject, problems it covers, which has recently entered our economic terminology and is currently recommended for teaching in economics-oriented specialties of our country's higher education institutions. The conducted research shows that development economics is a research field aimed at answering such a question that interests economic science and society in general: why are some countries more developed and others less developed, or why are some countries rich and others poor? One of the main facts that creates a paradox is that even two countries with abundant natural resources differ sharply from each other in terms of their level of development. How can general economic well-being be achieved in such a situation? In this sense, the main line of the article was primarily the study of the following problems as the object of research: -general understanding of development economics and its theoretical and methodological issues; sustainable and sustained development and its determinants, such as high-quality physical and intellectual labor resources and human capital, scientific-technical and technological progress, the availability of production and financial capital resources and their efficient use; investigation of the

country's opportunities for integration into the global economy and the world economic system; characteristics of socio-economic policies implemented in different countries; the impact of the geographical position of countries and the efficient use of resource opportunities on economic development; the impact of the economic systems to which countries belong on the development economy; investigation of the causes of differences in the levels of social and welfare of the population between countries, problems of poverty and inequality; study of the cultural and mental characteristics of the country's population, etc. as a result of the study of these and other similar problems, the reasons for the different development of the countries of the world were partially investigated and relevant results were obtained.

Keywords: Development Economy, Sustainable Development, Economic Growth, Global Economy.

Giriş

Dünya təsərrüfatı sistemində son əsrlərdə iqtisadi proseslərin və iqtisadi münasibətlərin sürətli inkişafı, qloballaşmanın dərinləşməsi, ölkələrin müəyyən məhsullar və xidmətlər üzrə ixtisaslaşması milli iqtisadiyyatlar arasında fərqli inkişafın kəskinləşməsinə səbəb olmuşdur. Odur ki, dünya ölkələri arasında fərqli inkişafın səbəblərinin öyrənilməsi son dövrlərdə iqtisadçı alimlərin və tədqiqatçıların maraq dairəsinə düşmüşdür. Hələ XIX əsrin sonlarında dünya iqtisad elminin klassiklərindən biri olan Adam Smit özünün 1776-cı ildə yazdığı “Millətlərin sərvətinin səbəbləri haqqında araşdırma” əsərində bu suala müəyyən qədər cavab verməyə çalışmış, sonrakı dövrlərdə, o cümlədən müasir dövrümüzdə bir çox alim və tədqiqatçılar dünya ölkələrinin fərqli inkişaf etməsi səbəblərini araşdırmağa çalışsalar da, hələ də akademik ictimaiyyətdə bu məsələyə birmənalı cavab və ya ümumi konsensium yoxdur. Məsələ ondadır ki, dünya ölkələrinin fərqli inkişafına təsir edən amillər olduqca çoxdur, inkişafı şərtləndirən çoxsaylı modellər mövcuddur və birmənalı olaraq inkişaf iqtisadiyyatını konkret olaraq “reseptləşdirmək” mümkün deyil. Odur ki, apardığımız araşdırmaların nəticəsi olaraq təqdim edilən məqalədə bu suala qismən cavab verməyə çalışmışıq.

1. İnkişaf iqtisadiyyatı anlayışı və ona müasir baxış.

Dünya ictimaiyyəti və mütəxəssislər tərəfindən ölkələrinin iqtisadi baxımdan inkişafının ölçülməsi və dəyərləndirilməsinə yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi hələ 19-20-ci əsrlərdən başlanmasına baxmayaraq ölkələrin fərqli sosial-iqtisadi inkişafı problemlərinin araşdırılması və tədqiqi heç vaxt indiki qədər əhəmiyyət kəsb etməmişdir. Araşdırmalar göstərir ki, beynəlxalq əmək bölgüsünün genişlənməsi və iqtisadiyyatın qloballaşması nəticəsində ölkələrarası integrasiya sürətlə genişlənir, nəticədə müxtəlif ölkələrin iqtisadiyyatları əmtəə və xidmətlərin mübadiləsi və kapitalın beynəlxalq hərəkəti vasitəsilə getdikcə daha çox qarşılıqlı əlaqəyə girir, integrasiya prosesi daha da güclənir. Eyni zamanda geniş dünya təcrübəsinə əsaslanaraq qeyd edə bilərik ki, milli iqtisadiyyatlar müəyyən obyektiv və subyektiv səbəblərdən müxtəlif yollarla və fərqli səviyyədə inkişaf edirlər. Müasir yanaşmada iqtisadi inkişaf təkmilləşməyə aparən çoxşaxəli proses kimi qiymətləndirilir.

Hazırda dünya statistikasına nəzər salsaq ölkələrin inkişafındakı, sosial-iqtisadi göstəriciləri arasındakı kəskin fərqləri asan müşahidə edə bilərik. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, inkişaf iqtisadiyyatı nöqteyi nəzərindən dünya ölkələrinin qeyri-bərabər inkişafında ilk növbədə onların məxsus olduğu iqtisadi sistemlərin böyük rolu olmuşdur. Belə ki, bəşəriyyətin tarixi inkişafı cəmiyyətin həyatının digər sahələri kimi onun iqtisadi həyatında da ciddi dəyişikliklər və müxtəlif məqamlarla müşahidə olunmuşdur. Nəticədə dünya ölkələri arasında iqtisadi inkişaf, həyat səviyyəsi, dünya təsərrüfatı sistemində və dünya bazarlarında mövqeyi baxımından çox kəskin fərqlər yaranmışdır. “Sosial-iqtisadi baxımdan dünya təsərrüfatının tərkibi müxtəlifdir. Burada əsas yer kapitalizm münasibətləri yüksək səviyyədə olan, sənayecə inkişaf etmiş ölkələrə mənsubdur. Qalan ölkələr mərkəzdən uzaq mövqedə yerləşir. Əksər hallarda bu ölkələr inkişaf etmiş ölkələrin təsərrüfatından asılı vəziyyətdə qalmaqdadır” [1.səh.10].

Odur ki, müəyyən ölkələr arasında bu fərqlər nisbətən az, digərlərində olduqca yüksəkdir. Odur ki, dünya ölkələrini iqtisadi inkişaf səviyyələrinin uyğunluğuna, yaxınlığına görə bir neçə qrupa bölürlər.

Qruplarda əsasən iqtisadi inkişaf parametrlərinə görə yaxın, təsərrüfatın idarə olunmasının eynitipli strukturuna, istehsalın təşkilinin ümumi prinsiplərinə, inkişafın eyni problemlərinə malik olan ölkələr birləşdirilir. Dünya iqtisadiyyatında ölkə qrupları haqqında daha dolğun təəvvürü dünyanın əksər ölkələrinin üzv olduğu beynəlxalq iqtisadi təşkilatlar - BMT, Beynəlxalq Valyuta Fondu (BVF), Dünya bankı və digər uyğun qurumlar tərəfindən verilir. Burada iqtisadi inkişaf səviyyəsinin ölçü vahidi kimi ilk növbədə adam başına düşən ÜDM həcmi əsas götürülür. Bununla yanaşı hər bir ölkənin inkişafının sənayeləşməsi səviyyəsi, istehsalın quruluşu, ETT və yeni texnologiyaların səviyyəsi, dünya bazarlarında xüsusi çəkisi və s. göstəricilər də nəzərə alınır. Bu meyarlara görə dünya ölkələri 3 böyük yarım sistemə ayrılır: İnkişaf etmiş ölkələr (İEO); İnkişaf etməkdə olan ölkələr (İEOÖ); Zəif inkişaf etmiş ölkələr (ZİEO). Bəzi hallarda bu yarım sistemə keçid iqtisadiyyatı ölkələr qrupu da ayrıca əlavə edilir. Lakin son dövrlərdə bu sahədə daha təkmilləşdirilmiş qruplaşdırma sistemindən istifadə olunur. Bu sistemə görə ölkələr gəlirlilik səviyyəsinə görə artıq dörd qrupa, yəni aşağı gəlirli ölkələr, orta gəlirdən aşağı gəlirli ölkələr, orta gəlirdən yuxarı gəlirli ölkələr və yüksək gəlirli ölkələr[1].

Ölkələrin inkişaf səviyyəsinə görə qruplaşdırılması inkişaf iqtisadiyyatı, onun səbəbləri, xüsusiyyətləri, inkişafa təsir edən amillərin ölkə qrupları və ya ayrı-ayrı ölkələrin fərqli inkişafının səbəblərinin araşdırılması üçün tədqiqat obyektini kimi istifadə edilə bilər.

Bu proseslər eyni zamanda müxtəlif iqtisadi sistemlərin əmələ gəlməsi, inkişafı, süqutu və digər dəyişiklikləri ilə səciyyəvi olmuşdur.

2. İnkişaf iqtisadiyyatı və iqtisadi sistemlər. İqtisadi sistem iqtisadiyyatın əsas problemlərinin həllinin təşkili və idarə olunması məqsədi ilə yaradılan, bir-birindən fərqlənən idarəetmə prinsipləri, mülkiyyət hüququ, azad rəqabət, fərdi və özəl sahibkarlıq fəaliyyəti imkanları, iqtisadi şəraitlərin və amillərin əsasında fəaliyyət göstərən iqtisadi münasibətlər məcmusuna deyilir.

Bu mənada iqtisadiyyatın təşkil olunma və idarə edilmə proseslərinə görə bir-birindən köklü surətdə fərqlənən iki global istiqaməti və ya forması vardır:

- birincisi, inzibati amirlik prinsiplərinə əsaslanan iqtisadi sistem;
- ikincisi, azad bazar prinsiplərinə əsaslanan iqtisadi sistem;
- üçüncüsü isə onların arasında yerləşən qarışıq iqtisadi sistemi

Hər üç fərqli istiqamətin yaranmasının başlıca məqsədi mövcud, məhdud resurslardan daha səmərəli istifadə etməklə cəmiyyətin daim artan tələbatının maksimum səviyyədə ödənilməsinin təmin edilməsidir. Sadəcə olaraq hər bir cəmiyyət bu məhdud imkanlardan məqsədlərinə daha çox uyğun gələn istiqamətləri seçərək bu və ya digər iqtisadi sistemi yaradır və ya qəbul edirlər. Bu, daha çox cəmiyyət tərəfindən qəbul olunmuş siyasi-ictimai quruluşdan, idarəetmə sistemindən, təsərrüfatçılıq fəaliyyətindən, milli adət ənənələrdən və digər bir çox amillərdən asılı olaraq formalaşan bir sistem olsa da, dünyada hal-hazırda qəbul edilmiş inzibati-amirlik və ya azad bazar iqtisadiyyatı sisteminin müxtəlif növləri kimi çıxış edirlər. İqtisadi nəzəriyyə elmi iqtisadi sistemlərin formalaşması proseslərini tədqiq edərək belə bir nəticəyə gəlməyə əsas verir ki, iqtisadi sistemin formalaşmasında maddi nemətlərin istehsalı üçün tətbiq olunan müxtəlif üsulların seçilməsi xüsusi əhəmiyyət daşıyır.

Milli iqtisadiyyatın formalaşması və inkişafında ölkənin siyasi-iqtisadi-sosial quruluşundan asılı olaraq hər bir sistemin rolu ola bilər. Oudur ki, hələ də ümumdünya təsərrüfatı sistemində bütün bəşəriyyət tərəfindən qəbul olunmuş müəyyən bir iqtisadi sistem forması yoxdur, yəni bütün bəşəriyyət tərəfindən heç bir iqtisadi sistem forması birmənalı olaraq qəbul edilməmişdir. Özünün milli iqtisadiyyatını formalaşdıran hər bir ölkə bu sistemlərin müsbət və mənfi cəhətlərini öyrənərək özünün milli dəyərlərinə, milli adət və ənənələrinə, qəbul etdiyi iqtisadi –ictimai sistemə uyğun olanını seçmək imkanı əldə edir.

Bu mənada müşahidələr göstərir ki, hazırda dünya ölkələrindən mütləq əksəriyyəti, o cümlədən SSRİ-nin və sosializm cəmiyyətinin süqutundan sonra Şərqi Avropa və MDB ölkələri birmənalı olaraq bazar iqtisadiyyatı sistemini özləri üçün baza sistemi kimi seçərək onun müxtəlif modellərinə uyğun özlərinin iqtisadi inkişaf strategiyalarını həyata keçirirlər.

Lakin bu sahədə digər yolu, xüsusilə qarışıq iqtisadi sistem yolunu seçən ölkələrin, xüsusilə Çin Xalq Respublikasının, inzibati iqtisadi sistem yolunu seçən, məsələn Şimali Koreya Xalq Respublikası kimi ölkələrin iqtisadi inkişaf yolu da kifayət qədər maraq doğurur.

Odur ki, bu gün dünyanın əksər inkişaf etmiş ölkələri özlərinin inkişaf yolunu bazar iqtisadiyyatı sistemi və onun fərqli modelləri üzərində qurmaqla güclü iqtisadi potensiala, iqtisadi inkişafa və iqtisadi artıma nail ola bilmişlər.

3. İqtisadi inkişaf və iqtisadi artım: oxşar və fərqli cəhətlər.

Ümumiyyətlə müasir inkişaf iqtisadiyyatı baxımından iqtisadi inkişaf, iqtisadi artım kimi göstəricilərə və ya kateqoriyalara da birmənalı yanaşmaq mümkün deyil. İnkişaf iqtisadiyyatı baxımından dünya ölkələrinin fərqli inkişafının səbəblərinin araşdırılmasında iqtisadi inkişaf və iqtisadi artım göstəricilərinin təhlili xüsusi yer tutur. Nəticədə son illərdə dünya ölkələrin sosial-iqtisadi inkişafının qiymətləndirilməsində və inkişaf əlamətlərinə görə qruplaşdırılmasında (məs. İnkişaf etmiş ölkələr, inkişaf etməkdə olan ölkələr, zəif inkişaf etmiş ölkələr, İnsanın inkişaf indeksi yüksək olan ölkələr, həyat səviyyəsi yüksək olan ölkələr, xoşbəxt ölkələr və sair) ən çox istifadə olunan qiymətləndirilmə meyarlarından biri kimi iqtisadi artım və iqtisadi inkişaf göstəriciləri qəbul edilmişdir.

Müxtəlif mənbələrdə, iqtisadi ədəbiyyatlarda bu göstəricilərin dəqiq mənası və mahiyyəti haqqında birmənalı yanaşma müşahidə olunmur. Bəzi hallarda onların mahiyyəti səhv şərh olunur və eyniləşdirilir. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, iqtisadi artım (economic growth; экономический рост) və iqtisadi inkişaf (economic development; экономическое развитие) bir birindən kifayət qədər fərqli iqtisadi göstəricilərdir və ölkələrin inkişaf səviyyəsinə görə qiymətləndirilməsində nəzərə alınmalıdır.

Belə ki, iqtisadi artım, daha çox, iqtisadiyyatda kəmiyyət dəyişikliklərini, iqtisadi inkişaf isə keyfiyyət dəyişikliklərini izah edir, yəni iqtisadi artım müəyyən dövr ərzində əldə edilən ümumdaxili məhsulun əvvəlki illərə nisbətən artım dinamikasını izah etdiyi halda, iqtisadi inkişaf sadəcə müəyyən dövr içində əldə edilən ümumdaxili məhsulun artım dinamikasının göstəricisi deyil, eyni zamanda bu artımın həm iqtisadiyyatda, həm də əhalinin rifah səviyyəsindəki müsbət dəyişikliklərini ifadə edir. Buradan belə qənaətə gələ bilərik ki, iqtisadi inkişaf iqtisadi artımdan daha geniş anlayışdır və özündə həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət dəyişikliklərini, inkişafı birləşdirir..

İqtisadi artımın təminatı – dövlətin, ölkənin sosial-iqtisadi inkişafın həyata keçirilməsinə yönəlmiş əsas vəzifələrindən biridir, yəni ölkənin iqtisadi inkişafına nail olmaq üçün iqtisadi artım dinamikasına malik olmaq önəmlidir. Yəni ölkədaxili və dünya bazarında güclü rəqabətə davam gətirmək və iqtisadi artıma nail olmaq üçün əmtəə xidmətlərinin keyfiyyət, müasirlik, texnoloji yenilik baxımından inkişafı təmin olunmalıdır. Bu baxımdan iqtisadi artım həm istehsal, həm də istehlak prosesinin, onun inkişafının tənzimləyicisinə çevrilir. Yəni iqtisadi artım yeni təklifin yaranmasına təsir etdiyi kimi, yəni tələbin də yaranmasına təsir göstərir.

Burada iqtisadi artıma nail olunması yolları daha da aktuallaşır, belə ki, dünya praktikasında iqtisadi artıma nail olunmağın iki yolu daha geniş yayılıb: Birincisi- ekstensiv yolla, yəni istehsala daha çox təbii və iqtisadi resurslar cəlb etməklə, ikincisi isə mövcud imkanlardan və resurslardan daha səmərəli istifadə etmək, innovativ inkişaf yolu seçmək hesabına nail olmaq. Əgər nəzərə alsaq ki, mövcud istehsal resursları, xüsusilə təbii resurslar olduqca məhduddur və tükənməyə meyllidir, onların yeniləşməsi imkanları daha çox maliyyə ehtiyatları tələb edir, deməli mövcud resurslardan daha səmərəli istifadə edilməsi, istehsala elmi yeniliklərin, yeni texnologiyaların və innovasiyaların cəlb olunmasına daha çox üstünlük verilməlidir.

Buradan göründüyü kimi iqtisadi inkişaf bir iqtisadi anlayış kimi çox geniş mənaya və zəruri mahiyyətə malikdir. İqtisadi inkişaf dedikdə, milli iqtisadiyyat tərəfindən ölkə əhalisinin həyat səviyyəsinin yüksəldilməsinə imkan verən kəmiyyətə çox və keyfiyyətə yüksək standartlara uyğun əmtəələrin və xidmətlərin istehsalı başa düşülür. Yəni iqtisadi inkişaf makroiqtisadi göstərici kimi həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət dəyişikliklərinin göstəricisidir.

İnkişaf iqtisadiyyatı baxımından güclü iqtisadi potensiala və institutlara malik ABŞ, Almaniya, Böyük Britaniya, Fransa, Avstraliya, Kanada və bir çox Avropa ölkələri, Yaponiya, Cənubi Koreya və digər sənaye ölkələrinin inkişafında daha çox intensiv və innovativ inkişafa əsaslanan intensiv inkişaf tipi müşahidə olunduğu halda, BƏƏ, Səudiyyə Ərəbistanı, Bruney, Qətər, Oman, Bəhreyn, Küveyt kimi neft ölkələrinin inkişafında mövcud olan inkişaf daha çox ekstensiv, yəni istehsalatı artırmağa yönəldilmişdir. İnkişaf etməkdə olan Çin, Braziliya, Rusiya, Hindistan və dünya iqtisadiyyatında kifayət qədər böyük xüsusi çəkiyə malik inkişaf etməkdə olan ölkələrdə isə bu inkişaf tiplərinin qarışıq formalarından istifadə olunmasını müşahidə edirik[5].

Beləliklə “Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, dünyanın hər bir ölkəsi, xüsusilə inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkəsi özlərinin fərqli iqtisadi inkişaf yollarını yaratmağa çalışırlar. Hətta oxşar sistemə və inkişaf səviyyəsinə malik olan Avropa Birliyinə daxil olan ölkələrin fərqli inkişaf modelləri vardır, baxmayaraq ki, onların hamısı ÜDM-in artmasına israrlıdırlar.

Müasir artım nəzəriyyəsində adətən iqtisadi artımın dörd növü fərqləndirilir:

*vahid artıma malik olan dünyanın aparıcı, inkişaf etmiş ölkələri, yəni ABŞ, Avropa İttifaqı ölkələri və digər inkişaf etmiş ölkələrdə müşahidə olunan iqtisadi artım;

*artım “möcüzələri”nə malik ölkələr, məsələn Yaponiya, Cənubi Koreya, Honq Konq və “Asiya pələngləri” ölkələrində müşahidə olunan iqtisadi artım;

*artım “faciələri”nə düşər olan bəzi Mərkəzi Afrika və cənubi-şərqi Asiya ölkələrdə müşahidə olunan iqtisadi artım;

*ümumiyyətlə iqtisadi artım mövcud olmayan, son dərəcə geridə qalmış, daha çox mərkəzi Afrika və Cənubi Amerika ölkələrdə müşahidə olunur” [3.səh.10]. .

4. İnkişaf iqtisadiyyatına təsir edən əsas makroiqtisadi faktorlar. Milli iqtisadiyyatların fərqli inkişafına təsir göstərən amillər həddindən artıq çoxdur və onları əsasən iki qrupa ayıra bilərik: birincisi- ölkədaxili amillər və ikincisi-beynəlxalq, yəni xarici amillər. Eyni zamanda bu amilləri obyektiv və subyektiv amillər kimi də qeyd edə bilərik.

İnkişaf iqtisadiyyatına ölkədaxili amillərin daha böyük təsiri dənəlməzdir. Bu sahədə aparılan tədqiqatlar göstərir ki, dünya ölkələrinin fərqli inkişafına təsir göstərən müxtəlif amillər mövcuddur və şərti olaraq bu amillərə aşağıdakıları aid etmək olar: Təbii resurslar və coğrafi amillər. İdarəetmə və dövlət tənzimlənməsi amili. Elmi-texniki tərəqqi və texnoloji inkişaf. Əmək resursları və əmək məhsuldarlığı. İstehsal resursları və onlardan səmərəli istifadə. Maliyyə-kapital resursları və sair [2].

Buradan göründüyü kimi bu amilləri iki qrupa bölmək olar: obyektiv və subyektiv amillər. Yəni təbiət tərəfindən insanlara, cəmiyyətə bəxş edilən təbii-coğrafi nemətlərin, resursların bolluğu və insanların, cəmiyyətin özü tərəfindən yaradılan dəyərlərin, resursların bolluğu. Məsələn, ölkənin malik olduğu təbii sərvətlər, coğrafi yerləşmə, əhali və onun mentalitetini kimi amilləri obyektiv amillərə aid etmək mümkün olsa da, istehsal, maliyyə, elmi texniki yeniliklər, keyfiyyətli əmək resursları kimi resursları isə daha çox subyektiv resurslara aid etmək olar. Bu amillər həm kompleks şəkildə, həm də eyni zamanda ayrı ayrılıqda iqtisadi inkişafa təsir etməklə dünya ölkələrinin fərqli inkişafına ciddi təsir göstərmişlər

Resurs potensialı olduqca geniş bir anlam olmaqla özündə geniş struktura malik iqtisadi və istehsal amillərini birləşdirir. Müasir global iqtisadi inkişaf mərhələsində ölkələrin resurs potensialının strukturunda ilk yerlərə ölkənin mövcud əsas fondları, elmi texniki potensial, təhsilli, savadlı və iş qabiliyyəti yüksək insan potensialı, sahibkarlıq bacarığı, yeni informasiya texnologiyaları çıxmaqdadır. Odur ki, milli iqtisadiyyatının istehsal resurs potensialının strukturunun təhlili, təsnifləşdirilməsi, inkişafının proqnozlaşdırılması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

İqtisadi inkişafa təsir göstərən amillərdən biri ölkənin mənsub olduğu təbii resurslar və coğrafi amillərdir. Hər bir milli iqtisadiyyatın və eləcə də dünya iqtisadiyyatının inkişafı iqtisadi ehtiyatlardan, o cümlədən, təbii ehtiyatlardan – istehsal amillərindən asılıdır.

Dünya iqtisadiyyatının təbii ehtiyatları müxtəlif və rəngarəngdir. Bura təbii enerji, torpaq, su, meşə, bioloji (bitki və heyvan aləmi), mineral (faydalı qazıntılar), iqlim və s. ehtiyatlar aiddir.

Dünya iqtisadiyyatının inkişafında bütün bu ehtiyatlarından səmərəli istifadə edilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Mineral ehtiyatların istehsalı və istehlakı beynəlxalq əmək bölgüsü vasitəsilə ilə bütün dünya ölkələrini əhatə edir. Sənayenin və məhsuldar qüvvələrin inkişafında təbii ehtiyatlar və yerin təkindəki faydalı qazıntılar daha böyük rolə malikdir. Yerin təkində və bəzən də yerin üst qatında güclü yanacaq və digər mineral ehtiyatlar – kömür, neft, qaz, uran filizi, müxtəlif mineral filizləri, inşaat materialları istehsalı üçün xammal mövcuddur. Bütün bunlar bərk, maye və qaz şəklindədir. Bu ehtiyatlar iqtisadi inkişafın ən zəruri şərti hesab edilir. Bununla yanaşı nəzərə almaq lazımdır ki, elmi texniki tərəqqinin nailiyyətləri nəticəsində bir çox süni, kimyavi, texniki yeniliklər bu mineral ehtiyatların əvəzlənməsinə zəmin yaradır.

Kapital resursları ölkənin milli iqtisadiyyatın inkişafında xüsusi yer tutan amillərdən biri hesab edilir. Mahiyyət etibarı ilə ölkənin malik olduğu kapital resurslarını iki fərqli qrupa ayırmaq olar: artıq reallaşmış, istehsal vasitəsinə çevrilmiş kapital və maliyyə, pul, qızıl ehtiyatları, qiymətli kağızlar formasında olan kapital. Artıq reallaşmış, istehsal vasitəsinə çevrilmiş kapital ölkənin əsas fondlarını təşkil etməklə milli dəyərin yaradılmasında birbaşa iştirak edir.

Maliyyə resursları – fond formasında dövlətin əlində olan məqsədli təyinatla malik pul vəsaitləri və maliyyə münasibətlərinin maddi daşıyıcısıdır. Maliyyə resurslarının həcmi ölkənin sosial-iqtisadi inkişafının mühüm makroiqtisadi göstəricilərindən biri olmaqla onun maliyyə təminatını yerinə yetirir. Maliyyə resurslarının iqtisadi inkişaf baxımından ən aktiv hissəsi investisiya resursları hesab edilir. İnvestisiya ehtiyatları iqtisadi məzmununa görə əsas və dövriyyə kapitalının yaradılması, genişləndirilməsi, yenidən qurulması və texniki cəhətdən təchiz olunmasına sərf edilən xərcləri ifadə edir. Ölkənin malik olduğu maliyyə resursları, ölkənin pul, valyuta, qızıl ehtiyatlarından, dövlət budcəsinin və qeyri budcə fondlarının gəlirlərindən ibarət olmaqla dövlətin sosial-iqtisadi siyasətinin reallaşdırılmasına xidmət edir.

Əmək resursları ölkənin resurs potensialı sistemində xüsusi yer tutur. Əmək resursları ölkənin insan resurslarının tərkib hissəsidir. Ölkənin insan resurslarının keyfiyyəti, üstünlüyü onun intellektual potensialı ilə bağlıdır. İntellektual potensial insanların təhsili, mədəniyyəti, biliyi, yaradıcılıq qabiliyyəti və digər keyfiyyət göstəriciləri ilə ölçülür. Bu göstəricilər nə qədər yüksək olarsa əmək resurslarının keyfiyyəti və effektivliyi də bir o qədər yüksək olar.

İqtisadi modernizasiya, başqa sözlə idarəetmə və istehsal sahələrində elmi-texniki tərəqqinin səviyyəsinin yüksəldilməsi milli iqtisadiyyatın inkişafına güclü təsir göstərən amillərdən biri hesab edilir. Son dövrlərdə elmi-texniki tərəqqinin iqtisadi potensial kimi rolü olduqca yüksəlmişdir. Artıq dövlətin innovasiya siyasəti onun iqtisadi inkişaf siyasətinin və strategiyasının vacib sahələrindən birinə çevrilmişdir. Elmi-texniki tərəqqinin tətbiqi daha çox istehsal prosesində baş verir və özünü istehsalın yeni texnologiyalar və texniki maliyyətlərin tətbiqində tapır[4].

Milli iqtisadiyyatın inkişafının xarakterizə edən əsas amillərdən biri də mövcud resurs potensialından, o cümlədən həm təbii, həm də iqtisadi resurs potensialından səmərəli istifadə edilməsidir. İqtisadi resurslar içərisində daha çox qənaət tələb edən resurslara təbii (tükənən) və əmək resurslarını aid etmək olar. Qənaət rejimi ilk növbədə resurslardan istifadənin səmərəliliyinin artırılması hesabına həyata keçirilməsi (səmərəlilik əmsalının artırılması, enerji qənaəti, istehsal tullantılarından tam istifadə edilməsi, resursların əvəzləndirilməsi və sair) daha məqbul hesab edilir. İqtisad elmi iqtisadi resurslardan istifadənin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsinin göstəricilər sistemini yaratmışdır. Məsələn əmək resurslarından istifadənin səmərəlilik göstəricisi ilk növbədə məşğulluq səviyyəsi və əmək məhsuldarlığıdır. Təbii resursların istifadənin səmərəliliyi isə material tutumu (ÜDM-n bir manatına düşən maddi xərclər) və yaxud həcmnin natural ifadəsi, yəni ÜDM-ni bir manatına düşən maddi resurs sərfi (enerji tutumu, material tutumu və sair) ilə müəyyənləşdirilir.

5. İnkişaf iqtisadiyyatı və beynəlxalq iqtisadi münasibətlər.

Beləliklə aparılan araşdırmalar göstərir ki, inkişaf iqtisadiyyatının iki istiqamətdə öyrənilməsi daha məqsədəuyğun hesab edilir: ölkə daxilində və beynəlxalq səviyyədə.

Məlum olduğu kimi inkişaf iqtisadiyyatını və ya ölkənin iqtisadi inkişafını şərtləndirən əsas amillərdən biri beynəlxalq iqtisadi vəziyyət, dünya bazarlarında mövcud durum və onun tez-tez dəyişməsidir. Odur ki, bu gün dünya təsərrüfatı sistemində və dünya bazarlarında daim dəyişən beynəlxalq iqtisadi vəziyyət eyni zamanda həm dövlət səviyyəsində, yəni makroiqtisadi səviyyədə hazırlanan sosial-iqtisadi siyasətin işlənilib hazırlanmasında, həm də ayrı-ayrı firma və müəssisələrin strategiyalarının formalaşmasında nəzərə alınan əsas amillərdən birinə çevrilir. Burada nəzərə alınmalı məqamlardan biri də ondan ibarətdir ki, sosial-iqtisadi inkişaf yolu ilə uğurlu irəliləyiş təkcə inkişaf strategiyasının işlənilib hazırlanması zərurəti ilə deyil, həm də beynəlxalq iqtisadi nizamın dəyişməsi ilə bağlıdır. Bu mənada dünya təsərrüfatı sistemində mövcud olan aşağıdakı situasiyalar ölkənin sosial-iqtisadi inkişaf siyasətinin hazırlanmasında nəzərə alınmalıdır:

-qlobal iqtisadiyyatda iqtisadi artım, inkişaf tendensiyaları, ölkələrin dünya təsərrüfatı sistemində transformasiya imkanları;

-dünya iqtisadiyyatında gedən prosesləri qiymətləndirən göstəricilər sisteminin təhlili və qiymətləndirilməsi;

-müxtəlif qruplara aid dünya ölkələrinin inkişaf tendensiyaları və xüsusiyyətləri.

Dünya təcrübəsi göstərir ki, inkişaf etmiş ölkələrin iqtisadiyyatı davamlı və sabit artıma, adambaşına düşən ÜDM-ə və gəlirlilik səviyyəsinə görə yüksək dinamikaya, yüksək həyat səviyyəsinə və insanın inkişaf indeksi göstəricisinə, yeni texnologiyalara əsaslanan innovativ iqtisadiyyatın səviyyəsinə, sabit maliyyə-büdcə sisteminə, inkişaf etmiş bazarlara və digər yüksək sosial-iqtisadi göstəricilərə malikdirlər.

Nəticə: Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, dünya ölkələrinin fərqli sosial-iqtisadi inkişafına təsir edən amillər olduqca çoxdur və onları şərti olaraq bir neçə qrupa ayırmaq olar: ölkənin tarixi inkişaf amilləri; təbii coğrafi yerləşmə; iqtisadi sistemə mənsubluq; ölkənin təkmil qanunvericilik bazasının və onun işlək mexanizmlərinin yaradılması, təbii resursların bolluğu və onlardan səmərəli istifadə, ölkədə təhsilin və sosial infrastrukturun inkişafı səviyyəsi; elmi-texniki tərəqqi və yeni texnologiyaların inkişaf səviyyəsi, ölkənin təkmil maliyyə-büdcə, vergi və bank sisteminin mövcudluğu, təkmil əmək bazarı və formalaşmış yüksək insan kapitalının mövcud olması, beynəlxalq integrasiya səviyyəsi və dünya təsərrüfatı sistemində, dünya bazarlarında xüsusi çəkisi və sair.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Lomakin V.K. Dünya iqtisadiyyatı. İqtisadi ixtisaslar və istiqamətlər üzrə təhsil alan tələbələr üçün dərslik /V.K. Lomakin- 4-cü, yenidən işlənmiş və əlavələr olunmuş nəşr / Rus dilindən tərcümə. Bakı: “İqtisad Universiteti nəşriyyatı”, 2013.- 625 s.

2.Нуреев Р.М. Экономика развития.Учебник. Москва. «Норма» 2008. 367 стр.

3 Таğıєv A.M.”İqtisadi inkişaf və iqtisadi artım: mahiyyəti və nəzəri-metodoloji əsasları” HODJA AKHMET YASSAWI. 7International Congress on Scientific Research. Mingachevir State University, Azerbaijan February 24-25, 2023.

4.Qasımlı V İqtisadi artım. Bakı 2021

5.. Кельчевская Н.Р. Экономика развития: учебное пособие / Н.Р. Кельчевская, В.А. Шапошников, И.С. Пельмская, И.В. Баскакова; под общ. ред. Н.Р. Кельчевской; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021.— 116 с.

6.<https://tyulyagin.ru/ekonomika/macro/razvitaya-ekonomika.html>

BEHAVIOURAL POLICIES IN HIGH RECYCLING CULTURES: EXPERIENCES FROM GERMANY, JAPAN AND SOUTH KOREA

Zeka Hadizade

Azerbaijan State University of Economics, State and municipal administration, Baku, Azerbaijan.

<https://orcid.org/0009-0009-5164-4088>

Abstract

This paper explores the behavioural policies implemented in Germany, Japan and South Korea to promote recycling and sustainable waste management. High recycling rates in these countries are not solely the result of advanced technologies or economic incentives but also stem from carefully designed behavioural interventions that encourage citizens to actively participate in waste separation and recycling programs. Germany, for instance, has established the well-known Pfand deposit-return system combined with extended producer responsibility schemes, which have significantly influenced consumer behaviour and reduced plastic waste. In addition, widespread educational campaigns and community-based initiatives have played a crucial role in fostering long-term environmental awareness among German citizens. Japan applies strict waste separation rules supported by public education campaigns and community-level monitoring, creating a strong culture of environmental responsibility among its citizens. Local governments provide detailed guidelines and compliance is encouraged not only through regulation but also by appealing to collective values and social norms deeply rooted in Japanese society. South Korea has introduced innovative policies such as the “pay-as-you-throw” system and smart card technologies for food waste disposal, aligning financial incentives with behavioural change. Moreover, public-private partnerships and the use of digital platforms have made recycling more transparent and convenient, further increasing participation rates. By analysing these experiences, the paper highlights how behavioural economics principles – such as nudging, social norms, and financial incentives – are embedded in national recycling policies. The findings provide valuable insights for other countries seeking to enhance recycling rates by integrating behavioural approaches into environmental policy design. This comparative perspective demonstrates that effective recycling systems require not only infrastructure and regulation but also an understanding of human behaviour and cultural context.

Keywords: Recycling Policies, Behavioural Economics, Germany, Japan, South Korea, Sustainable Waste Management, Consumer Behaviour

Introduction

The global waste crisis has become one of the 21st century's most significant sustainability issues in recent decades. Global waste generation is predicted to increase from 2.01 billion tonnes in 2016 to 3.4 billion tonnes by 2050, with substantial economic and environmental repercussions, according to the World Bank (2018). Therefore, recycling is a social change that calls for citizens' active participation rather than just a technical fix.

Infrastructure, including recycling facilities, collection systems, and cutting-edge technologies, is essential, but without effective consumer motivation, these facilities cannot achieve high recycling rates. The focus of policy research has shifted as a result of this realization to behavioral economics and the creation of interventions that affect daily decision-making. Examining nations with established recycling cultures offers important insights in this regard.

Germany, Japan, and South Korea have emerged as global leaders in recycling, each with municipal recycling rates above 60%. Their success, however, does not rest solely on technological superiority. Instead, it reflects a complex interplay between policy frameworks, behavioural incentives, cultural values, and social norms. By analysing their experiences, this paper aims to identify replicable strategies

that can guide other nations, particularly developing economies, in designing effective recycling policies.

Theoretical Background

Traditional economic models assume that individuals act rationally to maximise utility. However, when it comes to environmental practices, this assumption fails. Recycling decisions are often influenced by convenience, habits, social pressure, and perceived fairness rather than pure cost-benefit calculations (Thaler & Sunstein, 2008). Behavioural economics provides tools to bridge this gap, demonstrating how small interventions can produce significant changes in consumer choices. Key theoretical approaches provide important insights into consumer behaviour regarding recycling. One of the most influential is Nudge Theory, which emphasizes how small design features—such as default options, reminders, or visual cues—can guide individuals toward sustainable behaviour without restricting their freedom of choice. For instance, the general public can easily understand and utilize the waste separation process thanks to color-coded bins. The Social Norm Theory is another pertinent framework that emphasizes people's propensity to adhere to perceived social norms. Compliance levels rise dramatically when recycling is framed as a shared responsibility and ingrained in societal norms. Furthermore, incentive-based strategies like pay-as-you-throw or deposit-return programs generate financial incentives that match customer decisions with environmentally friendly results.

Last but not least, recycling is acknowledged by Moral and Identity-Based Approaches as a manifestation of cultural values and ethical responsibility in addition to being a business decision. For example, improper recycling frequently leads to social disapproval in nations like Japan, which encourages compliance even more. When combined, these theoretical stances provide the basis for comprehending why recycling practices are successful in certain institutional and cultural contexts but unsuccessful in others.

Case Studies

Germany

Germany is often described as Europe's recycling champion. In 2020, its municipal waste recycling rate exceeded 67%, one of the highest globally (Eurostat, 2022). The cornerstone of Germany's recycling success is the Pfand deposit-return system, introduced in the 1990s. When consumers purchase bottled beverages, they pay a small deposit, refundable upon returning the container. This simple mechanism has achieved return rates above 98% for plastic bottles and cans.

By holding manufacturers accountable for packaging waste, the Green Dot system, which was implemented in 1991, strengthened recycling even more. Waste management infrastructure is funded by fees that businesses pay to license the Green Dot symbol. This Extended Producer Responsibility (EPR) strategy guarantees that producers and consumers split the costs of recycling.

Public awareness campaigns have been equally important. German municipalities run educational programs in schools, neighbourhoods, and media, framing recycling as part of national identity. Surveys indicate that most Germans perceive recycling as a moral obligation rather than a burden (Schmidt, 2019).

Japan

One of the world's most intricate and well-organized recycling systems was created in Japan. Its recycling culture is firmly anchored in civic duty and social conventions. Waste must be sorted by citizens into a variety of categories, such as glass, plastics, cans, burnable, and non-burnable. Municipalities have different regulations, and noncompliance can result in fines or social rejection. The Containers and Packaging Recycling Law (1995) institutionalised this system by assigning responsibilities to both citizens and producers.

Local governments distribute detailed recycling manuals, organise public workshops, and conduct door-to-door inspections. Beyond regulation, cultural values of *gaman* (patience) and *wa* (harmony) play a central role in ensuring compliance (Yamamoto, 2021).

Japan's recycling rates for packaging materials exceed 80%, one of the highest globally. More importantly, recycling has become embedded in daily routines. For example, in many Japanese cities, waste collection occurs only on designated days, requiring residents to store properly sorted waste at home until then. This practice reinforces responsibility and discipline.

South Korea

South Korea's recycling transformation has been rapid and dramatic. In the 1980s, the country struggled with rising waste volumes and limited disposal capacity. Today, its recycling rate exceeds 60%, driven largely by the Volume-Based Waste Fee (VBWF) system introduced in 1995. Under this scheme, households must purchase government-issued bags for non-recyclable waste, while recyclables can be disposed of for free. This creates a direct financial incentive to minimise waste and maximise recycling.

South Korea has also been a pioneer in food waste recycling. By 2013, it became mandatory for households to separate food waste, which is collected and processed into compost or bioenergy. In major cities, RFID-enabled smart bins track food waste generation, and households are charged accordingly (Seoul Metropolitan Government, 2020).

Campaigns for education have been complementary. Guidelines for appropriate recycling practices are made available to the public through government websites, mobile applications, and local events. The South Korean model shows how economic incentives coupled with technological innovation can change consumer behavior within a single generation.

Comparative Analysis

Comparing the recycling policies of Germany, Japan, and South Korea reveals both shared tactics and distinctive national adaptations. The use of financial incentives is among the most well-known common tactics. For example, the Volume-Based Waste Fee (VBWF) program in South Korea and the deposit-return system in Germany provide concrete financial incentives for citizens to recycle, successfully tying personal behavior to long-term results. Social norms play a significant role as well. Japan is a prime example of how cultural norms and community enforcement can maintain high levels of compliance and encourage appropriate recycling practices.

In Germany and Japan, producer responsibility is also a major factor. Laws guarantee that producers bear some of the responsibility for waste management, which helps to match corporate operations with more general recycling objectives. The use of RFID-enabled bins in South Korea and automated return machines in Germany are two examples of how technological advancements can increase the efficiency of these systems and streamline collection procedures. Lastly, identity and education are crucial in each of the three nations. Recycling has been successfully incorporated into national identity through extensive public awareness campaigns, educational initiatives, and culturally embedded messaging, turning it from a required behavior to a normative one.

Despite these commonalities, recycling policies' ability to succeed ultimately rests on how well they are tailored to the institutional and cultural contexts of the local area. In nations with more individualistic cultural orientations, strategies that work well in Japan's collectivist society might not work as well. Therefore, the social and cultural contexts in which policies are implemented must be taken into account in addition to the incentives and tools themselves.

Policy Implications for Other Countries

Though they must be carefully tailored to local circumstances, the lessons learned from South Korea, Japan, and Germany are evident for developing and transitioning economies. Starting with simplicity is one of the main suggestions. When too many waste separation categories are introduced at once, citizens may become overwhelmed and less likely to participate and comply. A phased or gradual approach allows communities to adapt to new practices more effectively. Establishing institutional trust is another crucial factor. When citizens believe that government policies are just, open, and consistently implemented, they are more likely to participate in recycling programs. Thus, a key factor in determining the efficacy of policies is public trust in institutions.

Furthermore, by coordinating recycling programs with prevailing values—whether they prioritize community pride, family responsibilities, or religious and ethical obligations—policymakers can capitalize on cultural norms. This kind of alignment promotes long-term behavioral change and increases acceptance.

Involving the private sector is also essential. Extended Producer Responsibility programs encourage businesses to develop innovative packaging, collection, and recycling technologies while lessening the operational and financial strain on governments. Lastly, technology use needs to be carefully calibrated. Digital monitoring systems, smartphone apps, and smart bins can all greatly increase productivity and compliance, but for broad use, these technologies must continue to be available and reasonably priced. Developing and transitioning economies can create recycling policies that are efficient and suitable for their cultural norms by incorporating these lessons.

Conclusion

The experiences of Germany, Japan, and South Korea show that recycling cultures are not accidental. They emerge from deliberate policy design that combines economic incentives, cultural framing, and public engagement. Germany demonstrates the power of deposit-return and producer responsibility; Japan highlights the role of discipline and social norms; South Korea showcases the transformative potential of economic instruments and technology.

For other countries facing mounting waste crises, these models offer practical guidance. While institutional and cultural contexts differ, the fundamental lesson remains: sustainable recycling requires not only infrastructure but also well-designed behavioural policies that transform citizens from passive waste generators into active participants in a circular economy.

References

- Eurostat (2022). *Municipal Waste Statistics*. Retrieved from <https://ec.europa.eu/eurostat>
- OECD (2020). *Behavioural Insights and Public Policy: Lessons from Around the World*. Paris: OECD Publishing.
- Schmidt, T. (2019). Germany's Recycling Culture: Lessons for Global Sustainability. *Journal of Environmental Policy*, 12(3), 210–225.
- Seoul Metropolitan Government (2020). *Waste Management and Recycling Policy in Seoul*. Seoul.
- Thaler, R., & Sunstein, C. (2008). *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*. Yale University Press.
- Yamamoto, H. (2021). Social Norms and Recycling Compliance in Japan. *Waste Management & Research*, 39(5), 567–579.
- Ministry of Environment, Korea (2021). *Korea's Resource Circulation Policy*. Seoul.
- Federal Environment Agency, Germany (2020). *Waste Management in Germany 2020*. Berlin.

United Nations Environment Programme (2021). *Global Waste Management Outlook*. Nairobi: UNEP.

World Bank (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank.

Lee, S. & Paik, S. (2019). "Food Waste Recycling in South Korea: Current Status and Future Prospects." *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 597–605.

Miyamoto, K. (2020). "Cultural Determinants of Recycling Behaviour in East Asia." *Asian Journal of Environmental Studies*, 15(2), 144–162.

GREEN ECONOMY AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Firdovsi Hashim oğlu Shahbazov

PhD in Economics, Leading Researcher, MSE Institute of Economics. Department of Inclusive Social Development

<https://orcid.org/0009-0008-7550-8884>

Abstract

One of the most strategic directions facing the world economy in the 21st century is the preservation of ecological balance and achieving green solutions in economic development. In conditions of rapid growth in production volumes, problems such as environmental pollution, resource shortage, and climate change are increasing the importance of building a green economy. The green economy is considered the most optimal development model because it is based on the principles of ecological safety, social inclusion, and more efficient use of resources. Based on the use of wind, sun, water, and bioenergy, the green economy ensures waste reduction, the application of energy-saving technologies, and the creation of more favorable jobs in terms of human health. It also stimulates long-term development by expanding the production of innovative products and services. This achieves the main task facing the economy of each country - improving the social well-being of the population. All these are considered incomparable advantages of the green economy over the traditional economy. Along with these advantages, there are undoubtedly a number of objective difficulties in the transition to a green economy. This is primarily due to the high cost of green technologies and the need for large-scale investments. However, the fact that the green economy acts as a key factor of sustainable development creates a great basis for the effectiveness of investments to be directed to this area.

The article explains the essence of the concepts of sustainable development and green economy and reviews their main characteristics. By analyzing the opportunities and limitations of the green economy in comparison with the traditional economy, its development potential is examined. The socio-economic consequences of decisions taken at the global and national levels aimed at accelerating the transition to a green economy are examined. The green economy based on the effective use of renewable resources is characterized as a factor of sustainable development. The measures that should be taken in the institutional and economic fields to accelerate the transition to a green economy are determined.

Keywords: Sustainable Development, Green Economy, Green Energy, Clean Environment

YAŞIL İQTİSADİYYAT DAYANIQLI İNKİŞAF AMİLİ KİMİ

Xülasə

XXI əsrdə dünya iqtisadiyyatının qarşısında duran ən strateji istiqamətlərdən biri ekoloji tarazlığın qorunması və iqtisadi inkişafda yaşıl həllərə nail olmaqdır. İstehsal həcmlərinin sürətlə artdığı şəraitdə ətraf mühitin çirklənməsi, resurs çatışmazlığı, iqlim dəyişikliyi kimi problemlər yaşıl iqtisadiyyat quruculuğunun əhəmiyyətini artırmaqdadır. Yaşıl iqtisadiyyat ekoloji təhlükəsizlik, sosial inklüzivlik və resurslardan daha səmərəli istifadə prinsiplərinə əsaslandığına görə ən optimal inkişaf modeli sayılır. Külək, günəş, su və bioenerjidən istifadəyə əsaslanmaqla, yaşıl iqtisadiyyat tullantıların azaldılmasını, enerjiyə qənaət edən texnologiyaların tətbiqini və insan sağlamlığı baxımından daha əlverişli iş yerlərinin yaradılmasını təmin edir. O həmçinin innovativ məhsul və xidmətlərin istehsalını genişləndirməklə, uzunmüddətli inkişafı stimullaşdırır. Bununla hər bir ölkə iqtisadiyyatının qarşısında duran əsas vəzifənin – əhalinin sosial rifahının yüksəldilməsinə nail olunur. Bütün bunlar yaşıl iqtisadiyyatın ənənəvi iqtisadiyyatla müqayisəyə gəlməz üstünlükləri sayılır. Bu üstünlüklərlə yanaşı heç şübhəsiz ki, yaşıl iqtisadiyyata keçidin bir sıra obyektiv çətinlikləri də vardır. Bu ilk növbədə yaşıl texnologiyaların baha olması, böyük həcmərdə investisiyalara ehtiyacın yaranması ilə bağlıdır. Lakin

yaşıl iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafın əsas amili kimi çıxış etməsi bu sahəyə yönəldiləcək investisiyaların səmərəliliyinə böyük əsas yaradır.

Məqalədə davamlı inkişaf və yaşıl iqtisadiyyat anlayışlarının mahiyyəti açıqlanır və onların əsas xarakterik xüsusiyyətləri nəzərdən keçirilir. Ənənəvi iqtisadiyyatla müqayisədə yaşıl iqtisadiyyatın imkan və məhdudiyyətləri təhlil olunmaqla, onun inkişaf potensialı araşdırılır. Yaşıl iqtisadiyyata keçidin sürətləndirilməsini hədəfləyən qlobal və milli səviyyədə qəbul olunan qərarların sosial-iqtisadi nəticələrinə baxılır. Bərpa olunan resursların effektiv istifadəsinə əsaslanan yaşıl iqtisadiyyat davamlı inkişaf amili kimi səciyyələndirilir. Yaşıl iqtisadiyyata keçidin sürətləndirilməsi üçün institusional və iqtisadi sahədə görülməli olan tədbirlər müəyyənləşdirilir.

Açar sözlər: Davamlı İnkişaf, Yaşıl İqtisadiyyat, Yaşıl Enerji, Təmiz Ətraf Mühit

Giriş

Keçən əsrin ikinci yarısından başlayaraq, beynəlxalq miqyasda ətraf mühitin mühafizəsi şəraitində davamlı inkişafın təmin edilməsi yollarının müəyyən edilməsi ilə bağlı axtarış və təşəbbüslər bəşəriyyətə yeni bir fenomen – yaşıl iqtisadiyyatı qazandırdı. Hazırda yaşıl iqtisadiyyata keçid dünya ölkələrinin iqtisadi inkişaf strategiyalarında əsas hədəfə çevrilib. Bu baxımdan yaşıl texnologiyaların istifadəsi sürətlə artmaqdadır. Bütün iqtisadi fəaliyyət sahələrində yaşıl artım əsas iqtisadi göstərici kimi çıxış edir. Bu sahədə əldə olunan nailiyyətlər dünya ölkələrini qarşıya yeni hədəflər qoymağa sövq edir. Prosesin müsbət tərəflərindən biri də, onun qlobal xarakterdə olmasıdır.

Yaşıl iqtisadiyyat anlayışı ötən əsrin 80-ci illərində elmi dövriyyəyə daxil olmuş, 1989-cu ildə “Yaşıl iqtisadiyyat üçün yol xəritəsi” adlı kitab nəşr edən müəlliflər tərəfindən yaşıl iqtisadiyyat quruculuğunun elmi konseptual əsasları təqdim edilmiş, həm ötən dövr ərzində bu sahədə reallaşdırılan təşəbbüslər təhlil olunmuş, həm də qarşıdakı dövrə görülməsi zəruri olan tədbirlər qeyd olunmuşdur [10]. BMT-nin Ətraf Mühit Proqramı (UNEP) yaşıl iqtisadiyyatı *“insan rifahını və sosial ədaləti artırmaqla yanaşı, ətraf mühit risklərini və ekoloji çatışmazlıqları əhəmiyyətli dərəcədə azaldan iqtisadiyyat”* kimi müəyyən edir [11].

Yaşıl iqtisadiyyat bir sıra vacib prinsiplərə əsaslanır ki, onlardan, istehsalat və nəqliyyat sektorlarında karbon emissiyalarının minimuma endirilməsini hədəfləyən aşağı karbon emissiyası; təbii ehtiyatların təkrar istifadəsini və bu yolla israfın azaldılmasını nəzərdə tutan resursların səmərəli istifadəsi; bütün sosial təbəqələrin inkişafdan faydalanmasına imkan verən sosial inklüzivlik; biomüxtəlifliyin və ekoloji sistemin qorunub saxlanmasını ehtiva edən ekoloji balansın qorunmasını qeyd etmək olar.

Yaşıl iqtisadiyyata keçidə dəstək məqsədi ilə Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Baş Assambleyası tərəfindən “yaşıl iqtisadiyyat” konsepsiyasının ölkələrdə həyata keçirilməsi üçün əsas istiqamətlər müəyyənləşdirilmişdir. Ölkələrə tövsiyə olunur ki, vergi və büdcə sahəsində zəruri islahatlar aparıb, ekoloji tarazlığa mənfi təsir göstərən subsidiyaların azaldılmasını həyata keçirsinlər, kənd təsərrüfatında, əkinçilik və heyvandarlıqda ekoloji yanaşmaların tətbiqini təşviq etsinlər, ölkədə enerjiyə qənaət və ekoloji cəhətdən təmiz texnologiyaların tətbiqini sürətləndirsinlər, bu sahəyə dövlət investisiyaların həcmi artırınlar və ölkə vətəndaşlarının ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində müəyyənləşdirilən qaydalara riayət etməsini təmin etsinlər [9].

Qeyd edilən amillərin reallaşdırılması ekoloji tarazlığı qorumaqla, iqtisadi artıma nail olunmasına imkan verir. Bu sahədə əsas tənzimləyici alətlər ekoloji vergilər və subsidiyalardır. Yaşıl artımı dəstəkləyən sahələrdə vergi güzəştləri və subsidiyaların verilməsi, eyni zamanda ətraf mühitə zərərli təsir göstərən və ekoloji tarazlığın qorunmasının çətinləşdirən sahələrdə yüksək vergilərin tətbiqi və həmin sahələrə subsidiyaların verilməməsi yaşıl iqtisadiyyat quruculuğu üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Orqanik məhsul istehsalının genişləndirilməsi kənd təsərrüfatında yeni texnologiyaların tətbiqini, eyni zamanda bu məhsullar üzrə dayanıqlı dövlət satınalma sisteminin yaradılmasını tələb edir. Ekoloji əkinçilik prinsiplərinin tətbiqi həm resurslardan rəşional istifadəyə imkan verir, həm də istehsal olunan məhsulların qlobal rəqabət qabiliyyətinin yüksəldilməsini təmin edir.

Bu yolla ətraf mühitin çirkləndirilməsinin qarşısı alınmaqla, yanaşı iqtisadi artıma və əhalinin rifah səviyyəsinin yüksəldilməsinə nail olunur.

Yaşıl iqtisadiyyat və davamlı inkişaf

Yaşıl iqtisadiyyat quruculuğunda önəmli rol yaşıl investisiyalara məxsusdur. Əgər əvvəlki dövrlərdə yaşıl investisiyalar ancaq ətraf mühitin qorunması üçün vacib sayılırdısa, hazırkı dövrdə onlar yaşıl iqtisadiyyatın bazisi rolunu oynayır. Daxili və xarici investisiya qoyuluşlarında yaşıl investisiyaların payı investisiyaların səmərəlilik göstəricilərindən birinə çevrilib. Yaşıl investisiyalar bütövlükdə dəyər zəncirini genişləndirdiyindən onlar iqtisadiyyatda yığım imkanlarını da artırır. Statistik göstəricilər dünya üzrə bərpa olunan mənbələr hesabına enerji istehsalına investisiyaların daha sürətlə artdığını göstərir.

Beynəlxalq sənədlərdə və davamlı inkişafı ilə bağlı tədqiqatlarda davamlı inkişaf gələcək nəsillərin ehtiyaclarının ödənilməsinə hər hansı təhdid yaratmadan indiki insanların ehtiyaclarının daha dolğun ödənilməsi kimi şərh olunur. Davamlı inkişafın bu tərifini ilk dəfə 1987-ci ildə Ətraf Mühit və İnkişaf üzrə Beynəlxalq Komissiya tərəfindən hazırlanan “Bizim ümumi gələcəyimiz” adlı məruzədə öz əksini tapmışdır.

“Qəhvəyi iqtisadiyyat”dan (brown economy) fərqli olaraq bu iqtisadi yanaşmada iqtisadi inkişafın təmin olunmasını nəzərdə bütün iqtisadi fəaliyyət növlərində aşağı karbon emissiyası və az tullantı yaradan texnologiyaların tətbiqi, təkmil enerji və resurs səmərəliliyi, biomüxtəlifliyin və ekosistemin qorunması təmin olunur. Qeyd olunanları nəzərə alaraq belə qənaətə gəlmək olar ki, davamlı inkişaf konsepsiyası və onun həyata keçirilməsi ekoloji balansın təmin olunmasına imkan verən “yaşıl iqtisadiyyat” sayəsində mümkündür. [5, s.40].

Əgər ənənəvi iqtisadiyyatda ölkənin iqtisadi təhlükəsizliyinin təmin edilməsində ekoloji təhlükəsizlik problem kimi qarşıya çıxırdısa, yaşıl iqtisadiyyatda bu təzad aradan qalxır, onlar inkişafın vahid bir tərkibi kimi çıxış edirlər. Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə, tullantısız texnologiyaların tətbiqi, elektromobil sənayesinin inkişafı iqlim dəyişikliyinə qarşısının alınmasında əvəzsiz rol oynayır.

İqtisadi, sosial və ekoloji komponentləri özündə birləşdirən davamlı inkişaf gələcək nəsillərin tələbatlarının daha dolğun ödənilməsinə xələl gətirmədən indiki nəsillərin tələbatlarının ödənilməsinə nəzərdə tutur. Bunun üçün indiki iqtisadiyyatda istehsalın o formada təşkili tələb olur ki, o həm təbii sərvətlərdən rəssional istifadəyə imkan versin, həm də ekoloji tarazlığı qoruyub, saxlaya bilsin. Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin genişləndirilməsi, yeni texnologiyaların tətbiqi ilə karbon emissiyasının azaldılması kimi vəzifələr yaşıl iqtisadiyyat, yaşıl inkişafa əsaslanan iqtisadiyyat kimi anlayışların yaranmasına gətirib çıxardı [7].

Yaşıl iqtisadiyyat davamlı inkişafın hər üç komponentini – iqtisadi artımı, sosial inkişafı və ətraf mühitin mühafizəsini özündə birləşdirir. Belə ki, o yaşıl həllər sayəsində ekoloji tarazlığı qoruyaraq, iqtisadi artımı təmin etməklə yanaşı, həm də yoxsulluğun aradan qaldırılması, yeni iş yerlərinin yaradılması, inklüziv sosial inkişafın təmin edilməsi imkanlarını da genişləndirir. Bütün bunların reallaşdırılması böyük səylər və əsaslı maliyyə resursları tələb edir. Bu sahədə strateji hədəfləri müəyyənləşdirməklə yanaşı, dövlət həmçinin dövlət-özəl tərəfdaşlığının da genişləndirilməsini stimullaşdırır.

Yaşıl iqtisadiyyat quruculuğu sayəsində təmin olunacaq davamlı inkişaf istər ölkə daxili, istərdə də ölkələrarası sosial-iqtisadi disproporsiyaların yumşaldılmasına imkan verəcəkdir. Davamlı inkişafın bu amilini nəzərə alaraq, ona ekoloji tarazlığı qoruyan və yüksək rifahı təmin edən inkişaf strategiyası kimi baxılır.

“İnşaat sənayesi bu gün elektrik enerjisi istehlakının 70%-ə qədərini, istilik enerjisinin 40%-ə qədərini və içməli suyun 14%-ni təşkil edir və davamlı inkişafın uğuru tikinti sənayesinin necə inkişaf etməsindən asılıdır. “Yaşıl” texnologiyalardan istifadə tikinti xərclərinin 20-40% artmasına səbəb olur” [6].

Davamlı inkişafı ilə bağlı məsələlər keçən əsrin ikinci yarısından başlayaraq, aktuallaşmağa başladı. 18 dekabr 1962-ci ildə BMT Baş Assambleyasının "İqtisadi İnkişaf və təbiətin mühafizəsi" adlı qətnaməsində iqtisadi inkişafın sənayeləşdirmə və urbanizasiya da daxil olmaqla təbii sərvətlər, flora və faunaya zərər verdiyini bildirir, ona görə də iqtisadi inkişaf mütləq "təbii sərvətlərdən və məhsuldarlığın artırılmasının qorunması, bərpa edilməsi, zənginləşdirilməsi və rəşional istifadəsi" ilə müşayiət olunmalıdır. BMT-nin ətraf mühitə dair 1-ci konfransı Stokholmda 15-16 iyun 1972-ci ildə olmuşdur. Konfransda ətraf mühitə dair Bəyannamə və Fəaliyyət Planı qəbul olundu. 113 dövlətin nümayəndələrinin iştirak etdiyi bu konfransdan sonra beynəlxalq və milli səviyyələrdə aktiv ekoloji fəaliyyət başlandı [4].

1992-ci ildə Birləşmiş Millətlər Təşkilatının Ətraf Mühitə və İnkişaf üzrə Konfransı (Rio-de-Janeyro konfransı) keçirilmiş, ölkələr üçün davamlı inkişaf konsepsiyası hazırlamaq üçün fəaliyyət proqramı rolunu oynayan "XXI əsrin gündəliyi" adlanan sənəd qəbul edilmişdir. 2000-ci ildə isə "Minilliyin Forumu" keçirilmiş və "Minilliyin Bəyannaməsi" qəbul edilmişdir. Bəyannamə ilə Minilliyin İnkişaf Məqsədləri (MİM) müəyyən edilmişdir. Bu məqsədlər ifrat yoxsulluğun və aclığın aradan qaldırılmasını, ümumi ibtidai təhsilə nail olmağı, gender bərabərliyinin təmin edilməsini və qadınlara səlahiyyətlər verməsini, uşaq ölümü hallarının azaldılmasını, ətraf mühitin davamlılığının təmin edilməsi məsələlərini əhatə edirdi.

2015-ci ildə BMT-nin Dayanıqlı İnkişaf Sammiti keçirilmiş, "Dünyamızın transformasiyası: 2030-cu ilədək dayanıqlı inkişaf sahəsində Gündəlik" qəbul olunmuşdur. Bu sənədlə 17 məqsəd və 169 hədəfi əhatə edən "Dayanıqlı İnkişaf Məqsədləri" müəyyən edilmişdir.

Davamlı inkişaf iqtisadi, sosial və ekoloji aspektlərin vəhdətinə əsaslanan inkişaf modeli kimi xarakterizə olunur. Bu modelin reallaşdırılması ənənəvi iqtisadiyyatın imkanları xaricində olduğuna görə yeni iqtisadiyyat quruculuğuna ehtiyacı artırmışdır. Bu baxımdan yaşıl iqtisadiyyat davamlı inkişafın əhatə etdiyi üç aspektin hər birinin qarşılıqlı şəkildə reallaşdırılmasına imkan verən effektiv mexanizm kimi çıxış edir. Belə ki, yaşıl texnologiyaların tətbiqinə əsaslanan yeni iqtisadi sahələrin yaranması və inkişafı ölkədə səmərəli məşğulluğun təmin edilməsi üçün əlavə imkanlar yaradır. Bu həm də iqtisadiyyatın şaxələndirilməsinə gətirib, çıxardığına görə davamlı inkişafın möhkəmlənməsinə səbəb olur. Digər tərəfdən ətraf mühitin sağlamlaşdırılması birbaşa olaraq əhəlinin sağlamlığının qorunmasına, həyat keyfiyyətinə təsir göstərir. Yaşıl iqtisadiyyat həm də imkan verir ki, su, hava və torpaq resurslarının çirklənməsinin qarşısı alınsın, meşələrin bərpası ilə flora və fauna zənginliyi qorunub saxlansın.

"Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər" sənədi ilə müəyyənləşdirilən beş milli prioritetdən biri "təmiz ətraf mühit və "yaşıl artım" ölkəsi" adlanır. Bu prioritet ekoloji təmiz texnologiyaların tətbiqini, təmiz enerji mənbələrindən istifadəni, tullantıların təkrar emalını və çirklənmiş ərazilərin bərpasını nəzərdə tutur. Bu prioritet çərçivəsində vacib iki məqsədin – yüksək keyfiyyətli ekoloji mühit və yaşıl enerji məkanının effektiv reallaşdırılması hədəfi qarşıya qoyulmuşdur. Son illər külək və günəş enerjisi sahələrinə investisiya qoyuluşlarının həcmi artması bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə səviyyəsinin yüksəldilməsinə imkan yaratmışdır.

Azərbaycan Respublikasının 2022–2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyasında bioloji müxtəlifliyin qorunması, su bioresurslarının artırılması, meşə ilə örtülü ərazilərin və yaşıllıqların mühafizəsinin gücləndirilməsi nəzərdə tutulur. Görüləcək işlər sayəsində ölkə üzrə ümumi yaşıllığın payının 12%-dən 12,3%-ə çatdırılması hədəflənir. Eyni zamanda istifadəyə yararsız torpaq sahələrinin payının 25%-dən 15%-ədək azaldılması, əhəlinin içməli su ilə təminatının 70%-dən 85%-ə, suvarma suyu ilə təminatın 80%-dən 90%-ə planlaşdırılır. Sənəddə göstərilir ki, *iqlim dəyişikliyinə qarşı mübarizə məqsədilə ekoloji təmiz nəqliyyat vasitələrindən və digər yaşıl texnologiyalardan istifadə genişləndiriləcəkdir. Nəticədə, energetika sahəsində dövlətin maliyyə yükü azaldılacaq və subsidiyaların mərhələli şəkildə aradan qaldırılması reallaşdırılacaqdır. Elektrik enerjisi istehsalının qoyuluş gücündə bərpa olunan enerji mənbələrinin payı 2026-cı ilədək 24%-ə çatdırılacaqdır (2030-cu ilədək 30% hədəfinə uyğun olaraq).* [2].

İşğaldan azad olunan ərazilərin "yaşıl zona" prinsipi əsasında bərpası Azərbaycanın yaşıl iqtisadiyyat quruculuğuna böyük önəm verməsini göstərir. Qeyd olunan ərazilərdə kənd, qəsəbə və şəhərlərin bərpasında yeni yanaşmalar da məhz bu məqsədə xidmət edir. Qarşıya qoyulan bu hədəf ölkəyə yeni

texnologiyaların gəlməsinə, yaşıl maliyyə institutlarının yaranmasına və yaşıl maliyyənin inkişafına imkan verəcək. Birləşmiş Millətlər Təşkilatının İqlim Dəyişmələri üzrə Çərçivə Konvensiyasının Tərəflər Konfransının 29-cu sessiyasının (COP29) 2024-cü ildə Azərbaycanda keçirilməsi yaşıl iqtisadiyyat quruculuğuna böyük töhfə oldu. Bu həm dayanıqlılıq üzrə öhdəliklərin icrasına həm də yaşıl enerjiyə keçidlə bağlı layihələrin sürətləndirilməsinə əlavə stimül yaratdı. Tədbirin əsaslı faydalarından biri də icma əsaslı layihələrin prosesin ayrılmaz tərkib hissəsinə çevrilməsi oldu.

Nəticə və tövsiyələr

Davamlı inkişafın təmin edilməsi sahəsində görülən tədbirlərin təhlili göstərir ki, burada əsas hədəflərdən biri yaşıl iqtisadiyyat quruculuğuna nail olmaqdır. Yaşıl iqtisadiyyat yeni dövrün iqtisadi inkişaf modeli kimi qiymətləndirilir. Yalnız yaşıl iqtisadiyyata keçid sahəsində əhəmiyyətli nəticələr əldə edən ölkələrin davamlı inkişafı təmin edəcəyi mümkün olacaqdır. Yaşıl iqtisadiyyat quruculuğu həm də sosial sahədə inklüzivliyin təmin edilməsi kimi müasir dövrün global çağırışlarından birinin reallaşdırılmasına yeni imkanlar yaradır. Yaşıl iqtisadiyyatın bu rolu nəzərə alınaraq, qarşıdakı illərdə də global miqyasda ölkələrin bununla bağlı əməkdaşlığının genişlənəcəyi gözləniləndir.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, yaşıl iqtisadiyyat modeli yalnız ekoloji tarazlığın qorunması baxımından deyil, həm də inklüzivliyin təmin olunması ilə sosial rifahın artırılması və iqtisadiyyatın şaxələndirilməsi baxımından dayanıqlı inkişafın əsas mexanizmi kimi çıxış edir. Bu model aşağı karbon emissiyası, resursların səmərəli istifadəsi və sosial inklüzivlik prinsiplərinə əsaslanaraq, iqtisadi fəaliyyətin ekoloji və sosial amillərin nəzərə alınması ilə həyata keçirilməsini nəzərdə tutur.

Azərbaycanın yaşıl iqtisadiyyat quruculuğu sahəsində mühüm tədbirlər reallaşdırılmasına rəğmən bu sahədə bir sıra ciddi çətinliklər də özünü göstərir. Belə ki, ənənəvi enerji mənbələrindən asılılığın yüksək olması, ekoloji marifləndirmənin aşağı səviyyədə olması, yaşıl maliyyə alətlərinin zəruri səviyyədə olmaması və qanunvericilik sahəsindəki boşluqlar yaşıl iqtisadiyyat quruculuğu sahəsində əsas maneələr kimi çıxış edir. Bu baxımdan qarşıdakı dövrdə zəruri tədbirlər kimi aşağıdakıların icrasına ehtiyac vardır:

- daha çox yaşıl investisiyaların təşviqinə imkan verən hüquqi mexanizmlərin formalaşdırılması;
- yaşıl maliyyə alətlərinin inkişafı üçün dövlət zəmanətli fondların yaradılması;
- yerli özünüidarəetmə orqanlarının yaşıl iqtisadiyyat quruculuğuna cəlbi üçün onlara müvafiq dəstəyin göstərilməsi;
- yaşıl həllər sahəsində dövlət-özəl tərəfdaşlığının inkişafına nail olunması.

Ədəbiyyat

Azərbaycan 2030: sosial-iqtisadi inkişafa dair Milli Prioritetlər. <https://president.az/az/articles/view/50474>

Azərbaycan Respublikasının 2022–2026-cı illərdə sosial-iqtisadi inkişaf Strategiyası. https://static.president.az/upload/Files/2022/07/22/5478ed13955fb35f0715325d7f76a8ea_3699216.pdf

Dayanıqlı inkişaf konsepsiyasının yaranması və inkişafı. <https://sdg.azstat.gov.az/az/international-challenge>

İbrahimov O., Orucov H. Davamlı inkişaf fəlsəfəsi. <https://dejure.az/az/article/davamlı-inkisaf-flsfsi>

V. Ə. Qasımlı, R. Z. Hüseyn, R. F. Hüseynov, R. B. Həsənov, C. R. Cəfərov, A. B. Bayramova, “Yaşıl iqtisadiyyat” Bakı, 2022, “Azprint” nəşriyyatı, 280 səh.

Кужелев Е. Д. Зеленая экономика как фактор устойчивого развития экологической безопасности в современном мире. <https://vestnik.astu.org/temp/d3daff1ace3c1787d958b9bb38e2db3f.pdf>

Земзюлина В. Ю. Зеленая экономика: теоретические аспекты и актуальность.
https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/116870/1/978-5-91256-557-1_2022_068.pdf

Левкина Е.В., Кузьмичёва И. А. «Зеленая экономика» как фактор экономической безопасности и устойчивого развития экономики. http://ru-conf.domnit.ru/media/filer_public/ff/80/ff80585e-75e3-491d-8a7c-0b3b5d52967f/1005.pdf

Мудрецов А. Ф., Прудникова А.А. «Зеленая экономика» как драйвер устойчивого развития.
<http://www.ipr-ras.ru/wp-content/uploads/2022/10/mudretsov20-01.pdf>

10. https://www.researchgate.net/publication/39015804_Blueprint_for_a_Green_Economy
<https://www.unep.org/resources/report/towards-green-economy-pathways-sustainable-development-and-poverty-eradication-10>

STRATEGIC EVALUATION OF THE CONSTRUCTION SECTOR'S TRANSITION TOWARDS A CIRCULAR ECONOMY

Dr. Öğr. Üyesi Esra DOBRUCALI

Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,
Sakarya-Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0002-7852-7078>

Abstract

In recent years, numerous studies have been undertaken within the construction sector to address critical issues such as reducing greenhouse gas emissions, limiting resource consumption, minimizing waste generation, and promoting reuse efforts. These efforts clearly demonstrate the sector's strong alignment with the principles of the Circular Economy (CE). Given its significant share in the global economy, the construction sector holds a strategic position in the transition toward a circular economic model. This study aims to evaluate the current status of the sector within this transition process by employing a strategic assessment approach, specifically the SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats). A comprehensive literature review was conducted, through which the sector's internal strengths and weaknesses were systematically identified. Subsequently, the potential opportunities and threats that may arise during the transition to a circular economy were also assessed. The findings reveal that among the sector's key strengths are digitalization, the use of timber materials, and the incentivizing role of public procurement. On the other hand, the prevalent use of high-carbon materials such as cement, the lack of standardized and sustainable materials, insufficient knowledge and skills related to recycling and sustainable technologies, the complexity of construction projects, dependence on traditional methods, and educational deficiencies within the industry are highlighted as major weaknesses. Furthermore, user resistance to change, low demand for circular economy efforts, insufficient policy support, and regulatory barriers are identified as significant threats. Conversely, government-backed incentives for sustainable construction in various countries are regarded as valuable opportunities for the sector moving forward.

Keywords: Construction Sector, Circular Economy, Strategic Analysis.

İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN DÖNGÜSEL EKONOMİYE GEÇİŞ SÜRECİNİN STRATEJİK DEĞERLENDİRMESİ

Özet

Son yıllarda, inşaat sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılması, kaynak tüketiminin sınırlandırılması, atık oluşumunun minimize edilmesi ve yeniden kullanım çabalarının teşvik edilmesi gibi kritik konuları ele almak amacıyla birçok çalışma yürütülmektedir. Bu çabalar, sektörün Döngüsel Ekonomi (DE) ilkeleriyle olan güçlü uyumunu açıkça göstermektedir. Küresel ekonomide önemli bir paya sahip olan inşaat sektörü, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde stratejik bir konuma sahiptir. Bu çalışma, söz konusu geçiş sürecinde sektörün mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla stratejik bir değerlendirme yaklaşımı olan SWOT analizi (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler) yöntemini kullanarak bir inceleme sunmayı hedeflemektedir. Kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş ve bu sayede sektörün içsel güçlü ve zayıf yönleri sistematik bir şekilde belirlenmiştir. Ardından, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde ortaya çıkabilecek potansiyel fırsatlar ve tehditler de değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, sektörün başlıca güçlü yönleri arasında dijitalleşme, ahşap malzeme kullanımı ve kamu alımlarının teşvik edici rolünün öne çıktığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, çimento gibi yüksek karbon içeriğine sahip malzemelerin yaygın kullanımı, standartlaştırılmış ve sürdürülebilir malzeme eksikliği, geri dönüşüm ve sürdürülebilir teknolojilerle ilgili bilgi ve beceri yetersizliği, inşaat projelerinin karmaşıklığı, geleneksel yöntemlere bağımlılık ve sektördeki eğitim eksiklikleri başlıca zayıf yönler olarak vurgulanmaktadır. Ayrıca, kullanıcıların değişime karşı direnci, döngüsel ekonomi çalışmalarına yönelik düşük talep, yetersiz politika desteği ve yasal engeller önemli

tehditler olarak tanımlanmıştır. Buna karşılık, çeşitli ülkelerde sürdürülebilir inşaat için devlet destekli teşvikler, sektör için önemli fırsatlar olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar kelimeler: İnşaat Sektörü, Döngüsel Ekonomi, Stratejik Analiz.

GİRİŞ

Sanayileşme ile oluşan çevresel sorunlar ve iklim değişikliği, zamanla küresel bir tehdit olarak iklim değişikliğini sebep olmuştur. Günümüzde iklim değişikliği uluslararası bağlamda öncelikli gündem konularından biri haline gelmiştir. Yapılan çalışmalar geleneksel üretim ve tüketim yöntemlerinin çevresel sürdürülebilirlik açısından yetersiz olduğunu göstermektedir (Şahyar İlyas ve Çevik Tekelioğlu, 2025). 2003 yılında Avrupa’da gerçekleşen farklı hava olayları sebebiyle 35.000 kişi ölmüş ve 15 milyar ABD doları zarar meydana gelmiştir. Gerekli önlemler alınmazsa önümüzdeki on yılda bu gibi hava olaylarının artmaya devam edeceği ön görülmektedir (Stern, 2006; Yalcın 2010). 2007 yılında yapılan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nde (IPCC), iklim değişikliğini hafifletmek ve karbon emisyonlarını azaltmak için alınacak etkili ve kalıcı önlemlerin yıllık maliyetinin 2006 yılında dünya genelindeki toplam GSYİH değerinin yalnızca %0,1’i kadar olacağı ifade edilmiştir (IPCC, 2007).

Stern (2006), iklim değişikliğiyle mücadele için hiçbir eylemde bulunulmazsa, bu yüzyıl içinde küresel ekonomik üretimde %5- %20 arasında bir düşüş olacağını belirlemiştir.

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin önleme amacıyla mevcut sisteme göre daha çevre dostu ve yenilikçi bir ekonomi modeli olarak döngüsel ekonomi modeli geliştirilmiştir. Bu model doğayı tüketen ve atık üreten doğrusal ekonomi modelinin aksine, kaynakların etkin kullanımını ve geri dönüşümü temel alan bir modeldir. Döngüsel ekonomi modeli temel olarak atık oluşumunu en aza indirmeyi, kaynakları en verimli şekilde kullanmayı ve ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilir olmasını hedefleyen bir yaklaşımdır (Şahyar İlyas ve Çevik Tekelioğlu, 2025).

İnşaat sektörü ekonomik açıdan dünya da önde gelen sektörlerden biridir (Salgın vd., 2025). Sektörün çok paydaşlı yapısı ve diğer sektörlerle olan ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda sektörün ekonomik açıdan önemi daha net anlaşılmaktadır. Çevresel açıdan incelendiğinde ise inşaat sektörü kaynak tüketimi, atık ve sera gazı oluşumu gibi iklim değişikliği ve kirliliğe sebep olan sektörlerden biridir (Munaro ve Tavares, 2023). Dünya Ekonomik Forumu raporuna göre altyapılar ve binalar sebebi ile oluşan CO₂ emisyonları, dünyadaki yıllık toplam CO₂ emisyonlarının yaklaşık olarak %40’ını oluşturmaktadır (WEF, 2023). Sektörün iklim değişikliğine ve çevreye olan etkilerini azaltmak için döngüsel bir sisteme geçiş büyük önem taşımaktadır (Munaro ve Tavares, 2023).

Son yıllarda, inşaat sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılması, kaynak tüketiminin sınırlandırılması, atık oluşumunun minimize edilmesi ve yeniden kullanım çabalarının teşvik edilmesi gibi kritik konuları ele almak amacıyla birçok çalışma yürütülmektedir. Bu çabalar, sektörün Döngüsel Ekonomi (DE) ilkeleriyle olan güçlü uyumunu açıkça göstermektedir. Küresel ekonomide önemli bir paya sahip olan inşaat sektörü, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde stratejik bir konuma sahiptir.

Bu çalışma, inşaat sektörünün döngüsel ekonomiye geçişi için Güçlü ve Zayıf Yönleri, Fırsat ve Tehditleri belirlemeyi hedeflemektedir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde inşaat sektörünün mevcut durumunu değerlendirmek amacıyla stratejik bir analiz yöntemi olan SWOT analizi (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler) kullanılmıştır.

SWOT analizi, stratejik planlama sürecinde kullanılan basit ama etkili bir planlama tekniğidir (Casebeer A. 1993). Bu analiz daha bilinçli seçimler yapılmasında, bir işletmeyi veya projeyi etkileyen iç ve dış faktörleri kategorize eden bir çerçevedir. Mevcut stratejinin iç güçlü ve zayıf yönlerini dış fırsatlar ve tehditlerle uyumlu hale getirilmesi düşüncesiyle ilişkilendirilebilir (Hill ve Westbrook, 1997; Klopheus, 2025).

Çalışmada ilk olarak, akademik veri tabanlarında "İnşaat Sektörü" ve "Döngüsel Ekonomi" anahtar kelimeleriyle bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen makaleler incelenerek liste haline getirilmiştir. Literatür taramasına dayalı olarak sektörün içsel güçlü ve zayıf yönleri sistematik bir şekilde seçilerek, Tablo 1 ve Tablo 2’de gösterilmiştir. Son olarak, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde ortaya çıkabilecek dışsal potansiyel fırsatlar ve tehditler değerlendirilerek Tablo 3 ve Tablo 4’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Güçlü Yönler

Rekabet gücünü artırma ve istihdam yaratma potansiyeli	Zajemska vd., 2025
BIM ve nesnelerin interneti gibi uygulamaların kullanımı ile Dijitalleşme potansiyelinin olması	Hjaltadóttir ve Hild, 2021
Ahşap malzemenin kullanılabilmesi	Hjaltadóttir ve Hild, 2021 Husgafvel ve Sakaguchi, 2023
Kamu alımları	Hjaltadóttir ve Hild, 2021
Malzemelerin ve diğer bileşenlerin uzun yaşam döngüleri	Husgafvel ve Sakaguchi 2022 Husgafvel ve Sakaguchi, 2023

Tablo 2. Zayıf Yönler

Mevzuat ve Standartların eksikliği	Guerra ve Leite, 2021 Zajemska vd., 2025 Rao et al., 2025
Geri dönüşüm, Sürdürülebilir teknolojiler hakkında bilgi /destek eksikliği	Marsh vd., 2022 Mhatra vd., 2023 Cagan ve Unel, 2024 Rao et al., 2025
Uzman eksikliği	Guerreschi vd., 2023 Rao et al., 2025
Sürdürülebilir malzeme eksikliği	Zajemska vd., 2025
Evrensel tasarım ve inşaat yöntemlerinin eksikliği	Zajemska vd., 2025
Geleneksel inşaat uygulamalarının/süreçlerinin hakimiyeti (geleneksel yöntemlere bağlılık)	Zajemska vd., 2025
Eğitim programlarının yetersizliği/ Eksikliği	Zajemska vd., 2025 Sumter 2020 Rao et al., 2025 Salgin vd., 2025
İnşaat projelerinin karmaşıklığı	Adams vd., 2017

	Kanters, 2020 Hjaltadóttir ve Hild, 2021
Tedarik zincirleri sorunları	Adams vd., 2017 Akinade ve Oyedele, 2019 Hjaltadóttir ve Hild, 2021 Diemer vd., 2022
İnşaat yıkıntı atıkları için projelerin olmaması	Eren ve Şen, 2023
Paydaşlar arasında iş birliği ve bilgi alışverişinin eksikliği	Senaratne vd., 2021 Marsh vd., 2022 Moscato vd., 2023 Munaro ve Tavares, 2023 Rao et al., 2025
Dijitalleştirmenin ve bina/ürün pasaportlarının olmaması	Ottosen vd. 2021 Marzani vd., 2025
Yetersiz alt yapı, teknoloji ve Teknik kapasite eksikliği	Munaro ve Tavares, 2023 Salgin vd., 2025
İnşaat değer zincirinin karmaşıklığı	Munaro ve Tavares, 2023
Döngüsel ekonomi anlayışı	Butkovic and Mihaljevic 2022 Munaro ve Tavares, 2023

Tablo 3. Fırsatlar

BIM'e Yapay Zeka'yı entegre ederek sürdürülebilirlik değerlendirmesi	Rao et al., 2025
Sektörel istihdam	Cagan ve Unel, 2024
Sürdürülebilir inşaatla yönelik hükümet teşvikleri	Hjaltadóttir ve Hild, 2021

Tablo 4. Tehditler

Müşteri bağlılığının, talebin ve arzın belirsizliği	Hjaltadóttir ve Hild, 2021 Zajemska vd., 2025
Yetersiz politika ve düzenlemeler	Munaro ve Tavares, 2023 Zajemska vd., 2025
Toplumsal/ potansiyel müşterilerin yeniliğe direnci, farkındalık, bilgi	Zajemska vd., 2025 Munaro ve Tavares, 2023
Yasal ve örgütsel engeller	Hjaltadóttir ve Hild, 2021
Malzeme fiyatlarındaki dalgalanmalar	Zajemska vd., 2025

SONUÇLAR

Bu çalışma, döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde sektörün mevcut durumunu analiz etmek amacıyla stratejik bir değerlendirme aracı olan SWOT analizini (Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler) kullanarak kapsamlı bir inceleme sunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda yürütülen literatür taraması sayesinde, sektörün içsel güçlü ve zayıf yönleri sistematik biçimde ortaya konmuş; ardından, söz konusu geçiş sürecinde karşılaşılabilecek olası fırsatlar ve tehditler de bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçları, sektörün başlıca güçlü yönleri arasında dijitalleşme, istihdam oluşturma potansiyeli, ahşap malzeme kullanımı ve kamu alımlarının teşvik edici rolünün öne çıktığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, çimento gibi yüksek karbon içeriğine sahip malzemelerin yaygın kullanımı, standartlaştırılmış ve sürdürülebilir malzeme eksikliği, geri dönüşüm ve sürdürülebilir teknolojilerle ilgili bilgi ve beceri yetersizliği, inşaat projelerinin karmaşıklığı, geleneksel yöntemlere bağımlılık, sektörün değer zinciri karmaşıklığı ve sektördeki eğitim eksiklikleri başlıca zayıf yönler olarak vurgulanmaktadır.

Ayrıca, kullanıcıların değişime karşı direnci, döngüsel ekonomi çalışmalarına yönelik düşük talep, yetersiz politika desteği, yasal ve örgütsel engeller, Malzeme fiyatlarındaki dalgalanmalar önemli tehditler olarak tanımlanmıştır. Buna karşılık, çeşitli ülkelerde sürdürülebilir inşaat için devlet destekli teşvikler ve istihdam olanakları sektör için önemli fırsatlar olarak değerlendirilmektedir.

Elde edilen sonuçlar, inşaat sektörünün döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde zayıf yönlerinin diğer unsurlara kıyasla göreceli olarak daha baskın olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, uygun stratejilerin belirlenmesi ve etkili teşvik mekanizmalarının uygulanması durumunda, sektörün bu alandaki dönüşüm süreci önemli ölçüde desteklenebilir ve ilerleme kaydedilebilir.

KAYNAKLAR

Adams, K., M. Osmani, T. Thorpe, J. Thornback. 2017. Circular Economy in Construction: Current Awareness, Challenges and Enablers. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management* 170: 15–24. <https://doi.org/doi:10.1680/jwarm.16.00011>(open in a new window).

Akinade, O., and L. Oyedele. 2019. Integrating Construction Supply Chains Within a Circular Economy: An ANFIS-Based Waste Analytics System (A-WAS). *Journal of Cleaner Production* 229: 863–873. <https://doi.org/doi:10.1016/j.jclepro.2019.04.232>

Casebeer A. 1993. Application of SWOT analysis. *Br J Hosp Med.* 49(6):430–1.

- Butkovic, LL and Mihaljevic, M., 2022. Ekonomska Misao I Praksa-Economic Thought and Practice, 30(2): 587-608. <https://doi.org/10.17818/EMIP/2021/2.14>
- Cagan, M., & Unel, F. B. (2024). SWOT analysis of green building systems in real estate development. Turkish Journal of Engineering, 8 (2), 330-340.
- Diemer A, Nedelciu CE, Morales ME, Batisse C and Cantuarias-Villesuzanne C (2022) Waste Management and Circular Economy in the French Building and Construction Sector. Front. Sustain. 3:840091. doi: 10.3389/frsus.2022.840091
- Eren, Z., & Şen, B. N. (2023). İnşaat ve yıkıntı atıklarının döngüsel ekonomi modeline göre yönetimi. Uluslararası Gelişim Akademi Dergisi, 1(2), 1-10.
- Guerra, B. C., and Leite, F. (2021). Circular economy in the construction industry: an overview of United States stakeholders' awareness, major challenges, and enablers. Resour. Conserv. Recycl 170, 105617. doi:10.1016/j.resconrec.2021.105617
- Guerreschi, A., Piras, L., and Heck, F. (2023). Barriers to efficient knowledge transfer for a holistic circular economy: insights towards green job developments and training for young professionals. Youth 3, 553–578. doi:10.3390/youth3020038
- Hill, T., Westbrook, R. (1997) SWOT analysis: it's time for a product recall Long Range Planning, 30 (1) (1997), pp. 46-52
- Hjaltadóttir, R. E., & Hild, P. (2021). Circular Economy in the building industry European policy and local practices. European Planning Studies, 29(12), 2226–2251. <https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1904838>
- Husgafvel, R., & Sakaguchi, D. (2022). Circular Economy Development in the Construction Sector in Japan. World, 3(1), 1-26. <https://doi.org/10.3390/world3010001>
- Husgafvel, R., & Sakaguchi, D. (2023). Circular Economy Development in the Wood Construction Sector in Finland. Sustainability, 15(10), 7871. <https://doi.org/10.3390/su15107871>
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007, The Physical Science Basis; Cambridge University Press: New York, NY, USA, 2007.
- Kanters, J. 2020. "Circular Building Design: An Analysis of Barriers and Drivers for a Circular Building Sector." Buildings 10: 77. <https://doi.org/doi:10.3390/buildings10040077>
- Klophaus, R. 2025. AI-generated SWOT analysis of emerging technologies in air transportation: Potential and limitations, Research in Transportation Business & Management, 59. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2025.101316>.
- Marsh A.T.M., Velenturf A.P.M., Bernal, S.A. 2022, Circular Economy strategies for concrete: implementation and integration, Journal of Cleaner Production, 362, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132486>.
- Marzani, G., Tondelli, S., Kuma, Y., Cruz Rios, F., Hu, R., Bock, T., & Linner, T. (2025). Embedding Circular Economy in the Construction Sector Policy Framework: Experiences from EU, U.S., and Japan for Better Future Cities. Smart Cities, 8(2), 48. <https://doi.org/10.3390/smartcities8020048>
- Moscatti, A., Johansson, P., Kebede, R., Pula, A., and Törngren, A. (2023). Information exchange between construction and manufacturing industries to achieve circular
- Munaro, M.R., Tavares, S.F., 2023. A review on barriers, drivers, and stakeholders towards the circular economy: The construction sector perspective, Cleaner and Responsible Consumption, 8. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100107>.
- Ottosen, L. M., Jensen, L. B., Astrup, T., McAloone, T. C., Ryberg, M., Thuesen, C., Christiansen, S., Pedersen, A. J., & Odgaard, M. H. (2021). Implementation stage for circular economy in the danish building and construction sector. Detritus, 16, 26–30. <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2021.15110>

Rao PA, Rahman MM and Duraman SB (2025) Adopting circular economy in construction: a review. *Front. Built Environ.* 11:1519219. doi: 10.3389/fbuil.2025.1519219",

Salgin, B., Ulucak, R., Akgün, A., Akdemir, B., Agyekum, K., Amudjie, J., 2025. Awareness, perceived importance, and implementation of circular economy principles: Insights from Turkish construction sector, *Journal of Environmental Management*, 387. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125834>.

Senaratne, S., Abhishek, K. C., Perera, S., and Almeida, L. (2021). "Promoting stakeholder collaboration in adopting circular economy principles for sustainable construction," in *Proceedings of the 9th world construction symposium 2021 on reshaping construction: strategic, structural and cultural transformations towards the "next normal"* (Colombo: Ceylon Institute of Builders), 471–482. doi:10.31705/WCS.2021.41

Şahyar İlyas, N. & Çevik Tekelioğlu, S. N. (2025). İklim Değişikliğiyle Mücadelede Döngüsel Ekonomi Çalışmalarının Kamu Politikalarındaki Rolü. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 9, Sayı: 1, 1-23.

Stern, N. *The Economics of Climate Change*; Cambridge University Press: London, UK, 2006.

Sumter, D., de Koning, J., Bakker, C., and Balkenende, R. (2020). Circular economy competencies for design. *Sustain. Switz.* 12, 1561. doi:10.3390/su12041561

WEF, World Economic Forum. *Scaling Low-Carbon Design and Construction with Concrete: Enabling the Path to Net-Zero for Buildings and Infrastructure*; WEF: Geneva, Switzerland, 2023.

Yalcin, A.Z. The importance of low carbon economy for sustainable development and an evaluation for Turkey. *BAU SBED* 2010, 13, 186–203.

Zajemska, M., Wojtyto, D., Michalik, J., & Berski, S. (2025). Review of Current Trends in Sustainable Construction. *Energies*, 18(10), 2559. <https://doi.org/10.3390/en18102559>

DO BIST SUSTAINABILITY STOCK INDEXES EXHIBIT MEAN-REVERSION BEHAVIOR?

Onur ŞEYRANLIOĞLU

Asst. Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Giresun, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1105-4034>

Çağlar SÖZEN

Asst. Prof. Dr., Giresun University, Görele School of Applied Sciences, Department of Finance and Banking, Giresun, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3732-5058>

Arif ÇİLEK

Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Bulancak Kadir Karabas School of Applied Sciences, Department of International Trade and Finance, Giresun, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9277-3953>

Abstract

The mean reversion approach in stock prices refers to the tendency of prices to return to their average value over a certain period. This concept is based on the assumption that price fluctuations are temporary deviations from the mean and that prices will eventually revert to the average. Investors can identify stocks undergoing mean reversion and take advantage of market fluctuations while exploring alternative opportunities. Mean reversion implies that past stock prices can be used to predict future price movements. Conversely, the absence of mean reversion indicates that shocks are permanent, suggesting that past prices may be insufficient for forecasting the future and that long-term market volatility may increase. Within this context, this study examines the mean reversion behavior of the Borsa Istanbul (BIST) Sustainability stock indices. Sustainability indices include companies that adhere to environmental, social, and corporate governance (ESG) criteria, offering investors the opportunity to invest in firms following these principles. For this purpose, the BIST Sustainability (XUSRD) and BIST Sustainability 25 (XSD25) indices were analyzed using daily data from 22 November 2022 to 15 August 2025 to determine whether they exhibit mean reversion. To test mean reversion, the Augmented Dickey-Fuller (ADF), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) (1992), Christopoulos and León-Ledesma (2010) Fourier ADF tests were applied. If unit root test results indicate that stock prices are stationary (return to their mean), this confirms that shocks have only temporary effects on prices. However, the results of all tests in this study show that both indices have a unit root at the level and become stationary only after first differencing. In other words, the indices do not exhibit mean reversion behavior. These findings suggest that the future prices of the BIST XUSRD and XSD25 indices cannot be reliably predicted based on past price movements, and long-term price volatility may persist. In light of these results, investors should focus on fundamental analysis and long-term strategies rather than relying on past price-based forecasting methods for BIST Sustainability indices, and they should effectively use risk management tools due to the absence of mean reversion in prices.

Keywords: BIST Sustainability (XUSRD), BIST Sustainability 25 (XSD25), Mean Reversion

BIST SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK BORSA ENDEKSLERİ ORTALAMAYA DÖNÜŞ DAVRANIŞI SERGİLİYOR MU?

Özet

Hisse senedi fiyatlarındaki ortalamaya dönüş yaklaşımı, fiyatların belirli bir zaman diliminde ortalama değerine dönme eğilimini ifade etmektedir. Bu kavram, fiyat dalgalanmalarının ortalamadan geçici olarak saptığını ve fiyatların nihayetinde ortalamaya geri döneceği varsayımına dayanmaktadır. Yatırımcılar bu noktada, ortalamaya dönüş süreci yaşayan hisse senetlerini tespit ederek piyasa

dalgalanmalarından yararlanabilir ve alternatif fırsatları değerlendirebilirler. Ortalamaya dönüş, geçmiş hisse senedi fiyatlarının gelecekteki fiyat dalgalanmalarını tahmin etmek amacıyla kullanılabileceğini ima etmektedir. Buna karşılık, fiyatların ortalamaya dönmemesi, şokların kalıcı olduğunu; dolayısıyla geçmiş fiyatların geleceği tahmin etmede yetersiz kaldığını ve uzun vadede piyasa oynaklığının artabileceğini göstermektedir. Bu bilgiler çerçevesinde bu çalışmada, Borsa İstanbul (BIST) Sürdürülebilirlik hisse senedi endekslerinin ortalamaya dönüş davranışları incelenmektedir. Sürdürülebilirlik endeksleri, çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) kriterlerini dikkate alan şirketleri kapsamakta ve yatırımcılara bu kriterleri benimseyen şirketlere yatırım yapma imkânı sunmaktadır. Bu amaçla, BIST Sürdürülebilirlik (XUSRD) ile BIST Sürdürülebilirlik 25 (XSD25) endekslerinin 22.11.2022-15.08.2025 tarihleri arasındaki günlük verileri kullanılarak ortalamaya dönüş eğilimi araştırılmıştır. Araştırmada, fiyatların ortalamaya dönüşünü test etmek amacıyla Augmented Dickey-Fuller (ADF), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) (1992), Christopoulos ve León-Ledesma (2010) Fourier ADF testleri uygulanmıştır. Birim kök test sonuçlarının hisse senedi fiyatlarının durağan olduğunu (ortalamasına döndüğünü) göstermesi, şokların fiyatlar üzerindeki etkilerinin geçici olduğunu kanıtlamaktadır. Ancak çalışmadaki tüm test sonuçlarına göre her iki hisse senedi endeksi de seviyede birim köklüdür ve birinci dereceden farkları alındığında durağanlaşmaktadır. Diğer bir ifadeyle, endeksler ortalamaya dönüş davranışı sergilememektedir. Bu sonuçlar, BIST XUSRD ve XSD25 endekslerinin geçmiş fiyat hareketleri dikkate alınarak gelecekteki fiyatlarının tahmin edilemeyeceğini ve uzun vadede fiyat oynaklıklarının devam edebileceğini göstermektedir. Bulgular ışığında, yatırımcıların BIST Sürdürülebilirlik endekslerinde geçmiş fiyatlara dayalı tahmin yöntemleri yerine temel analiz ve uzun vadeli stratejilere odaklanmaları; ayrıca fiyatların ortalamaya dönüş sergilememesi nedeniyle risk yönetimi araçlarını etkin biçimde kullanmaları önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: BIST Sürdürülebilirlik (XUSRD), BIST Sürdürülebilirlik 25 (XSD25), Ortalamaya Dönüş

INTRODUCTION

The question of whether stock prices follow a random walk or a mean-reverting process was raised roughly half a century ago by Fama (1970) and has since been at the center of debates on the Efficient Market Hypothesis (EMH) (Nartea et al., 2021). The core of these discussions lies in the power of stock markets to mobilize domestic and international savings, finance new investments, and channel financial resources to productive firms—functions that are crucial for countries' economic growth and development (Levine and Zervos, 1998). Efficient stock prices enable intermediaries to diversify investment capital, distribute risk, and thereby play an important role in allocating resources to productive activities (Eyüboğlu and Eyüboğlu, 2020). Within this framework, Fama (1970) proposed the market efficiency hypothesis and described stock price dynamics by a stochastic random-walk process. He classified market efficiency into three forms: weak, semi-strong, and strong. Under weak-form efficiency, prices are assumed to reflect all past information; under semi-strong form, they reflect all publicly available information; and under strong form, prices are assumed to incorporate both public and private information. Testing whether stock prices exhibit mean reversion within this framework has become a prominent empirical research area. Fama argued that if stock prices follow a stochastic random walk, markets would display weak-form efficiency. In other words, if prices are governed by a random-walk (unit root) process, shocks have permanent effects and past data cannot be used to predict future prices. This view also implies that price volatility may increase without bound over time. Conversely, if prices follow a mean-reverting (stationary) process, shocks are temporary and price levels will eventually return toward their trend. In that case, investors may be able to forecast future price movements and earn returns above the market average (Wang et al., 2015; Durusu-Ciftci et al., 2019). Put differently, mean reversion allows investors to exploit past price behavior to design trading strategies based on the expectation that prices will revert to their trend. By contrast, in markets that exhibit a random walk (i.e., do not mean-revert), past data offer little predictive power, and investors should emphasize diversification, long-term holding, and risk management. Thus, while mean-reversion strategies may present short-term speculative opportunities, when the random-walk hypothesis holds, passive investment and portfolio diversification are likely more appropriate.

Within this framework, the aim of this study is to examine the mean-reversion behavior of the Borsa Istanbul (BIST) Sustainability stock indices. As is well known, the concept of corporate sustainability refers to the adaptation of economic, environmental, and social (ESG) factors into corporate governance principles, company operations, and decision-making processes in order to create long-term value, as well as the management of risks that may arise from these areas. Based on the idea that stock exchanges play a significant role in guiding companies in their policies related to environmental, social, and governance risks, and in providing a platform where information regarding such policies is communicated to investors, the BIST Sustainability Index has been calculated since November 4, 2014. With the aim of increasing awareness, knowledge, and practices related to sustainability among companies in Türkiye, particularly those listed on Borsa Istanbul, the BIST Sustainability and BIST Sustainability 25 indices were created. These indices consist of shares of companies with high levels of corporate sustainability performance. By launching these indices, companies that can effectively manage their corporate risks and opportunities are provided with a competitive advantage, while at the same time offering benchmarks on which new investment products can be developed to attract capital to both the markets and companies, thereby enabling them to access financing under favorable conditions. These indices reflect how companies approach critical sustainability issues such as global warming, depletion of natural resources, scarcity of water, health, safety, and employment—matters that are vital both for Türkiye and globally. They also allow the activities and decisions of companies to be independently assessed and, in turn, certified. Through the establishment of these indices, investors are able to identify and invest in companies committed to sustainability and corporate social responsibility principles. Furthermore, asset managers gain the opportunity to develop new financial instruments such as sustainability-based funds, exchange-traded funds (ETFs), and structured financial products (Borsa Istanbul, 2025). In conclusion, sustainability indices include companies that take into account environmental, social, and governance criteria, and provide investors with the opportunity to invest in firms that embrace these principles.

For this purpose, the mean-reversion tendency of the BIST Sustainability (XUSRD) and BIST Sustainability 25 (XSD25) indices was investigated using daily data covering the period from 22.11.2022 to 15.08.2025. To test for mean reversion in prices, Augmented Dickey-Fuller (ADF), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) (1992), Christopoulos and León-Ledesma (2010) Fourier ADF tests were applied. The reason for using the Fourier ADF test in addition to conventional tests is that Fourier functions can account for structural changes without being affected by the number, timing, or form of structural breaks, thereby increasing the power of the tests. The results of this study are intended to provide modest guidance for investors considering investing in sustainability indices in Türkiye.

The progression of this research is structured as follows: after the introduction, a literature review is presented, followed by explanations on the dataset and methodology, then the findings are discussed, and finally, the conclusions are evaluated.

LITERATURE REVIEW

There is a considerable body of literature testing the mean reversion of stock market indices using various econometric methods. Some of these studies are summarized in Table 1.

Table 1. Literature Summary

Research	Sample/Period	Method	Finding
Urrutia (1995)	Argentina, Brazil, Chile, and Mexico / Monthly data, 1975:12-1991:3	Variance ratio test	The stock prices of the countries have been found to exhibit mean-reverting behavior.
Liu et al. (1997)	Shanghai and Shenzhen Stock Indices / May 21, 1992-December 18, 1995	ADF unit root test	Neither of the two stock exchanges exhibits mean-reverting behavior.

Kawakatsu and Morey (1999)	31 Emerging Equity Markets (1987-1997)	Univariate unit root tests and the variance ratio test	Stock prices do not exhibit mean-reverting behavior.
Grieb and Reyes (1999)	Brazil and Mexico / 1988-1995	Variance ratio test	The stock prices of both countries have been found to exhibit mean-reverting behavior.
Çelik and Taş (2007)	12 Emerging Countries / Weekly Data for the Period April 1998-April 2007	ADF, PP, and KPSS tests	The results indicate that, for most countries, weak-form market efficiency is supported (i.e., prices do not revert to the mean). For the Turkish and Korean markets, all tests confirm weak-form market efficiency.
Narayan and Smyth (2007)	G7 Countries / 1960-2003	Unit root tests with structural breaks	Among the seven countries, evidence of mean reversion was found only in Japan's stock price index.
Cunado et al. (2010)	S&P 500 Index from August 1, 1929 to December 29, 2006	Bry and Boschan (1971) algorithm	The findings reveal the presence of different mean-reversion phases corresponding to bull market periods.
Yılancı (2012)	G7 Countries Stock Prices / Monthly Data, January 2000-December 2007	Linear panel SURADF and nonlinear panel SURKSS tests	The results of the Panel SURADF test indicate that stock prices in all countries do not revert to the mean, whereas the Panel SURKSS test results show that only the United Kingdom and the United States exhibit mean-reverting behavior.
Gozbasi et al. (2014)	BIST-100 and three sector (industry, financial, and services) indexes / 2002- 2012	Nonlinear ESTAR test	The findings indicate that the indices do not exhibit a mean-reverting process.
Misra et al. (2015)	Indian Stock Market / January 1995-December 2013	ADF, PP, and KPSS tests	The Indian stock market has been found to exhibit mean-reverting behavior.
Wang et al. (2015)	7 Asian Countries / December 1990-March 2013	Fourier LM unit root test	The stock prices have been found to display mean-reverting behavior.
Yücel (2016)	BIST 22 Stock Index / 2000-2015 Period	ADF and PP unit root tests	It was concluded that none of the 22 indices exhibit mean-reverting behavior.
Sevil et al. (2017)	BIST Holding and Investment Index Companies / October 2008-March 2017	Kapetanios multiple structural break unit root test	While the price-to-earnings (P/E) ratios of KCHOL and SAHOL stocks lack mean-reverting behavior, the ratios for DOHOL, SISE, and TAHVL display evidence of mean reversion.
Ayaydın et al. (2018)	BIST-100 / Weekly data from January 31, 1997 to January 27, 2017	Harvey linearity test	It was found that the BIST-100 does not exhibit weak-form market efficiency, as it shows a tendency to revert to the mean.
Çevik (2018)	BIST-100 / Weekly data from January 1990 to October 2018	Markov-Switching	Findings suggest that during periods of high volatility, the market demonstrates weak-form efficiency with prices moving away

		ADF unit root test	from the mean, while in low-volatility periods, the market lacks weak-form efficiency, exhibiting mean-reverting behavior.
Zeren et al. (2018)	BIST Participation-30, Participation-50, and Participation Model Portfolio Indices / Weekly Data for the Periods 2011-2017 and 2014-2017	Time-Varying KPSS unit root test	It was found that the Participation-50 index does not exhibit mean-reverting behavior, whereas the Participation-30 and Participation Model Portfolio indices show periods of mean reversion during certain intervals.
Durusu-Ciftci et al. (2019)	Stock Price Indices of 33 Countries for the Period May 1992-May 2018	Panel unit root test proposed by Lee et al. (2016) and Nazlıoğlu & Karul (2017)	The stocks exhibit a tendency to revert to the mean.
Karademir and Evci (2020)	BIST 27 Sector Index / Monthly Data from November 2008 to November 2018	ADF, PP, and Lee-Strazicich unit root tests	The results indicate that all indices except XFINK lack mean-reversion tendencies.
Eyüboğlu and Eyüboğlu (2020)	BIST 22 Sector Index / Period: January 1991-April 2019	Fourier ADF and Fourier KPSS tests	The sector indices XBLSM, XELKT, XFINK, XUHIZ, XKMYA, XMANA, XTAST, XUTEK, XTEKS, XTRZM, XHOLD, XSGRT, and XTCRT do not exhibit mean-reverting behavior.
Nartea et al. (2021)	12 Asia-Pacific Countries / 1991-2020	Quantile unit root test	Overall, for all sample countries, stock prices exhibited stronger mean-reverting behavior following the global financial crisis.
Han (2021)	Turkish Stock Prices / Monthly Data from January 1988 to January 2021	Fractional frequency Fourier ADF unit root test	Turkish stock prices have been found to display mean-reverting behavior.
Konat and İşlek (2024)	26 OECD Countries / January 1990-January 2021	Fourier Threshold (FTUR) and Fourier ADF tests	Findings suggest that stock prices fail to display mean-reverting tendencies in several countries, with Italy being an exception.
Varol et al. (2024)	BIST Electricity Companies / Monthly Data, 1996-2023	ADF, RALSADF, Fourier-ADF, and Fourier-KPSS tests	While a small number of energy companies' stock prices exhibit mean-reverting behavior, a considerable portion of them display characteristics of a random walk.

A review of the literature examining the mean-reverting behavior of stock market indices or individual stocks indicates that there is no consensus on the topic. Some studies find that the stock indices under consideration exhibit mean-reverting tendencies, while others report the absence of such behavior. In particular, studies on Borsa İstanbul often focus on the BIST-100, participation indices, and sector indices as samples. However, even among these studies, there is no consistent evidence regarding mean reversion. The findings from the literature review suggest that the mean-reverting behavior of the

BIST Sustainability Indices, which form the sample of this study, has not been previously investigated, highlighting a gap in the existing research.

DATA SET

This study examines the mean-reverting behavior of the BIST Sustainability stock indices. For this purpose, daily data of the BIST Sustainability Index (XUSRD) and the BIST Sustainability 25 Index (XSD25) covering the period from November 22, 2022, to August 15, 2025, were used to investigate their mean-reversion tendencies. The selection of this period is particularly important, as the BIST Sustainability 25 Index began to be published on November 21, 2022. The daily closing price series for both indices were obtained from the Investing.com platform. Each series consists of 682 daily observations. In this study, the BIST Sustainability Index is coded as BISTSUST, and the BIST Sustainability 25 Index is coded as BISTSUST25. Figure 1 illustrates the temporal evolution of these series based on their level values. Examination of the graphs indicates that both series exhibit an upward trend over time and display similar movement patterns.

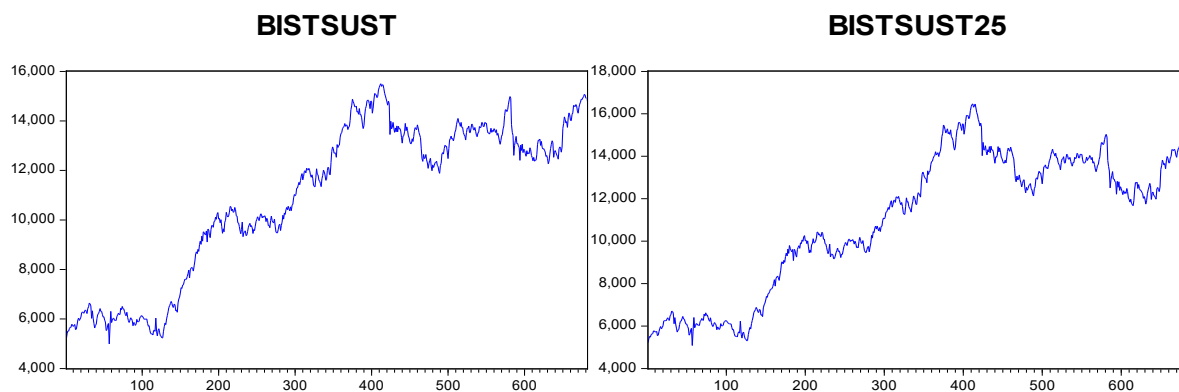


Figure 1. Time Series Dynamics of the Sustainability Indices

An examination of the descriptive statistics presented in Table 2 reveals a notable difference between the mean and median values. For the BISTSUST series, the mean is 10906.83 while the median is 12002.97; for the BISTSUST25 series, the mean is 11018.01 and the median is 11965.24. In both series, the median exceeds the mean, indicating a left-skewed distribution. The standard deviations are 3125.32 and 3205.08, respectively, reflecting high volatility in both series, with the BISTSUST25 series exhibiting greater variability than BISTSUST. Since the skewness values are negative, the distributions are left-skewed with long tails toward lower values. The kurtosis values are approximately 1.86 in both series, suggesting a flatter distribution, meaning fewer extreme values are observed. The Jarque-Bera normality test yields statistically significant results for both series ($p < 0.05$), leading to the rejection of the normality assumption. In conclusion, both series share similar distributional characteristics: they are left-skewed, platykurtic, and non-normally distributed; however, BISTSUST25 displays slightly higher mean and greater volatility compared to BISTSUST.

Tablo 2. Descriptive Statistics

	BISTSUST	BISTSUST25
Mean	10906.83	11018.01
Median	12002.97	11965.24
Maximum	15499.05	16466.99
Minimum	4994.440	5083.950
Standard Deviation	3125.315	3205.080
Skewness	-0.517114	-0.413716
Kurtosis	1.858372	1.860104
Jarque-Bera (JB)	67.43108	56.37890
JB Probability	0.0000	0.0000

METHODOLOGY

Augmented Dickey Fuller (ADF) unit root test

The unit root test procedure pioneered by Dickey and Fuller (1979) tests whether a series has a unit root. If the error terms of the series exhibit autocorrelation, this issue is mitigated by using the lagged values of the series. In the ADF test, the lagged value of the dependent variable is included as an independent variable in the model. In the ADF test developed because of Dickey and Fuller's (1979, 1981) studies, the stationary properties of the series are tested using constant and constant/trend models presented in Equations (1) and (2). In the following model equations, Δ represents the difference operator, t denotes time, and p represents the lag length. In the test, the null hypothesis $H_0: \gamma = 0$ suggests that the series has a unit root, while the alternative hypothesis $H_1: \gamma \neq 0$ indicates that the series is stationary. If the absolute value of the ADF test statistic is smaller than the critical values, it is concluded that the series is not stationary.

Model with constant term:

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta y_{t-j} + \epsilon_t \quad (1)$$

Model with constant term and trend:

$$\Delta y_t = \alpha + \gamma y_{t-1} + \beta_t + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta y_{t-j} + \epsilon_t \quad (2)$$

Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS-1992) unit root test

Kwiatkowski, Philips, Shin and Schmit (KPSS, 1992) proposed the use of Lagrange Multiplier (LM) statistics to test the null hypothesis of stationarity against the alternative hypothesis that a series is non-stationary. The aim of this test is to stationarise the series by removing the deterministic trend in the observed series. In the KPSS (1992) test, the series is expressed as the sum of the deterministic trend, random walk and stationary error and the hypothesis that the random walk has zero variance is tested by the LM test. Let y_t , $t=1, 2, 3, \dots, T$ be the series whose stationarity is to be determined.

$$y_t = \xi_t + r_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$r_t = r_{t-1} + u_t \quad (4)$$

In Equation 3, r_t denotes the random walk process, ξ_t denotes the deterministic trend and $u_t \sim IID(0, \sigma_u^2)$. In the KPSS (1992) test, the hypotheses are formulated as Equation (5). In the hypotheses, σ_u^2 indicates the variance of the error term. If the null hypothesis is accepted, r_t and y_t will be stationary.

$$\begin{aligned} H_0: \sigma_u^2 &= 0 \text{ (Series is stationary)} \\ H_o: \sigma_u^2 &\neq 0 \text{ (Series is not stationary)} \end{aligned} \quad (5)$$

Where e_t is the error terms from the regression of y on the constant and trend, the variance of the error terms is defined as σ_ε^2 . The partial sums of the error terms S_t and the LM test statistic used to test the null hypothesis are calculated using Equation (6).

$$\begin{aligned} S_t &= \sum_{i=1}^t e_i, t = 1, 2, 3, \dots, T \\ LM &= \sum_{t=1}^T S_t^2 / \sigma_\varepsilon^2 \end{aligned} \quad (6)$$

Christopoulos and León-Ledesma (2010) Fourier ADF unit root test

Perron (1989) initiated the first unit root process in the literature that considers the structural breaks that may occur in the series. In his study, Perron (1989) examined how a one-time change in the constant or slope of the trend function would affect the null hypothesis and the alternative hypothesis for the existence of a unit root. By considering structural breaks with the help of shadow variables, it is assumed that these breaks are sudden. The unit root tests developed by Leybourne et al. (1998) and Harvey and Mills (2002) consider the assumption that the process of structural breaks may be slower and smooth transition. However, even though structural breaks are treated as smooth in these tests, the number of structural breaks is defined as the number of logistic smooth transition functions used (Hepsağ, 2022). To solve these problems, Becker et al. (2004) and Becker et al. (2006) developed the Fourier KPSS stationarity test, which takes Fourier functions into account, and with this approach, analyses are performed regardless of the number, location and form of structural breaks. The Fourier ADF test developed by Christopoulos and León-Ledesma (2010), another research contributing to this process, is based on the research of Becker et al. (2006) and allows Fourier functions of the ADF-type unit root test. In the test, which consists of two stages, firstly, the regression model in Equation (7) is considered.

$$y_t = \delta_0 + \delta_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \delta_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + v_t \quad (7)$$

Here, t is the deterministic trend, k is the number of frequencies and T is the number of observations. The main hypothesis of the test is presented in Equation (8). It is assumed that h_t follows a stationary process with zero mean. A three-step procedure is required to calculate the test statistic.

$$H_0: v_t = \mu_t, \quad \mu_t = \mu_{t-1} + h_t \quad (8)$$

In the first step of the procedure, the appropriate k value should be found. This k value is the value that minimises the sum of residual squares. In the next process, the residuals of the model are obtained by Equation (9).

$$\hat{v}_t = y_t - [\hat{\delta}_0 + \hat{\delta}_1 \sin\left(\frac{2\pi \hat{k} t}{T}\right) + \hat{\delta}_2 \cos\left(\frac{2\pi \hat{k} t}{T}\right)] \quad (9)$$

The unit root test is applied to the residuals obtained by Equation (9). The Fourier ADF test is applied by applying the model in Equation (10) below to the residuals.

$$\Delta v_t = \alpha_1 v_{t-1} + \sum_{j=1}^p \beta_j \Delta v_{t-j} + \mu_t \quad (10)$$

The null and alternative hypothesis of the Fourier ADF test is expressed in Equation (11).

$$H_0: \alpha_1 = 0, \quad H_1: \alpha_1 < 0 \quad (11)$$

In the last step, the significance of the trigonometric terms is tested with the tests in Equation (12) through the F test. The critical values required for the F test are calculated in Becker et al. (2006). If the null hypothesis indicating the insignificance of the trigonometric terms is accepted, the conventional ADF test is applied instead of the FADF test.

$$H_0: \delta_1 = \delta_2 = 0, \quad H_1: \delta_1 \neq \delta_2 \neq 0 \quad (12)$$

FINDINGS

In the study, the findings are first reported using the ADF and Fourier ADF unit root tests, followed by the presentation of the KPSS and Fourier KPSS stationarity test results.

Table 3. ADF and Fourier ADF (FADF) Unit Root Test Results

Variable	KPSS	ADF	k (Number of Frequency)	FADF	F Statistics	Min RSS
BISTSUST	0.5494	-1.7950 (0.7064)	1	-2.96686	712.64269	445194249.9
BISTSUST25	0.5547	-1.6165 (0.7858)	1	-2.89961	816.46213	545186294.5
Δ BISTSUST	0.0569	-26.6599 (0.0000)	4	-18.19602	3.93573	26066108.09
Δ BISTSUST25	0.0607	-26.7200 (0.0000)	4	-17.88944	3.90890	29696547.5

Note: The values in parentheses represent probability levels, and the symbol “ Δ ” denotes the first-order difference of the series. Models with a constant term and trend were used in the ADF and FADF tests. The critical values for the ADF unit root test are -3.9715 (1%), -3.4164 (5%), and -3.1305 (10%). The Schwarz Information Criterion (SIC) was used in the ADF test. Critical values for the KPSS test were obtained from KPSS (1992, Table 1). For the KPSS model with a constant term and trend, the critical values are 0.2160 (1%), 0.1460 (5%), and 0.1190 (10%). Considering the number of observations in the study (682), the critical values for the FADF unit root test with a constant term and trend are as follows: for frequency $k=1$, -4.86 (1%), -4.30 (5%), and -4.02 (10%); for frequency $k=4$, -4.24 (1%), -3.64 (5%), and -3.32 (10%). The critical values used to test the significance of the trigonometric terms are 6.873 (1%), 4.972 (5%), and 4.162 (10%).

The results of the ADF unit root test, including a constant and a trend, indicate that the null hypothesis—that both variables contain a unit root at their level values—cannot be rejected at any significance level. This suggests that the variables are non-stationary in levels and become stationary once their first differences are taken.

According to the KPSS test with a constant and trend, the null hypothesis of stationarity is rejected for both variables at all significance levels. This confirms that the variables exhibit a unit root in their level form and achieve stationarity after first differencing.

The Fourier ADF test results, including a constant and trend, show that the absolute values of the FADF test statistics at level values are smaller than the critical values calculated based on the frequency components, so the null hypothesis of a unit root cannot be rejected. This indicates the presence of a unit root at the level. Furthermore, the significance of the trigonometric terms should be assessed. Since the F statistic for these terms at level values exceeds 4.972—the 5% significance threshold from Becker et al. (2006)—the null hypothesis that the trigonometric terms are insignificant is rejected. In other words, the trigonometric terms are significant, and the FADF unit root test can be properly applied and reported.

After taking the first differences of the variables and applying the FADF unit root test, the conventional ADF test results are reported because the trigonometric terms are not statistically significant according to the F-statistic. The findings of the ADF, KPSS, and FADF tests indicate that the BISTSUST and BISTSUST25 series are unit-rooted at their level values and become stationary when their first differences are taken. If a time series is non-stationary at the level, i.e., contains a unit root, it is characterized by a random walk. Demonstrating that stock prices are unit-rooted at the level indicates that prices do not tend to revert to their mean and that the effects of shocks on prices are permanent. In this case, past price movements cannot be used to predict future prices, confirming the validity of the weak-form efficient market hypothesis.

CONCLUSION, EVALUATION, AND RECOMMENDATIONS

The question of whether stock prices follow a random walk or a mean-reverting process has long been debated in the finance literature. Fama's (1970) Efficient Market Hypothesis suggests that prices can be explained by a stochastic random walk process. When weak-form efficiency holds, prices are expected to exhibit a unit root, implying that shocks have permanent effects and volatility can increase indefinitely over time. Conversely, if prices follow a mean-reverting (I(0)) process, shocks are temporary and prices return to their equilibrium level in the long run. In such a case, it becomes possible to predict future price movements based on historical data. In this study, the mean-reversion tendency of the BIST Sustainability Index and the BIST Sustainability 25 Index was investigated using daily data from November 22, 2022, to August 15, 2025. To test for mean reversion, ADF, KPSS, Fourier ADF tests were applied. According to the results of all tests, both stock indices exhibit a unit root in levels and become stationary after first differencing. In other words, the indices do not display mean-reverting behavior. These findings indicate that the future prices of the BIST XUSR and XSD25 indices cannot be reliably predicted based on past price movements, and that long-term price volatility may persist.

The findings of this study are consistent with those of Liu et al. (1997), Kawakatsu and Morey (1999), Çelik and Taş (2007), and Konat and İşlek (2024) conducted outside the BIST sample. The lack of mean-reverting behavior in the BIST Sustainability Indexes is also similarly reported in studies focused specifically on BIST, such as Gözbaşı et al. (2014) and Yücel (2016). However, research by Sevil et al. (2017), Çevik (2018), Zeren et al. (2018), Karademir and Evcı (2020), Eyüboğlu and Eyüboğlu (2020), and Varol et al. (2024) produced mixed results for different indices within BIST. On the other hand, the studies conducted by Ayaydın et al. (2018) and Han (2021) yielded findings that contradict the results of this research.

This study demonstrates that the BIST Sustainability Indices exhibit a lack of mean-reverting behavior within the context of weak-form market efficiency, indicating that they follow a random walk. In such a dynamic, frequent trading may lead to high costs and reduced returns; therefore, a long-term "buy-and-hold" strategy may be more appropriate for investors. While the random walk behavior implies persistent volatility effects and unpredictable price shocks, the efficiency of the indices can contribute to effective capital allocation, positively influencing investment and production decisions. Consequently, investors are advised to focus on fundamental analysis and long-term strategies rather than relying on past prices for prediction, and to utilize risk management tools effectively given the absence of mean reversion. Considering that these indices have the potential to support economic growth and contribute to Türkiye's transformation into a high value-added economy, it is recommended that portfolio management and regulatory policies encourage long-term investment rather than active trading. Moreover, integrating sustainability criteria into investment decisions can enhance the efficient allocation of resources, strengthen consumer demand, and promote green investment flows. In this context, regulatory incentives and financial education become increasingly important.

This study has several limitations. First, the analysis is limited to daily data from November 22, 2022, to August 15, 2025; therefore, datasets covering longer periods may yield different results. Second, the study focuses solely on the BIST Sustainability Index (XUSR) and the BIST Sustainability 25 Index (XSD25); including other stock indices could provide a more comprehensive assessment. Additionally, the mean-reversion tendency was tested only using the ADF, KPSS, Fourier ADF tests; the application of alternative methods may lead to different findings.

REFERENCES

- Ayaydın, H., Çam, A.V., Barut A. & Pala, F. (2018). Harvey doğrusallık testi ile BİST piyasa etkinliğinin analizi. *Turan Stratejik Araştırmalar Merkezi Uluslararası Bilimsel Hakemli Dergisi*, 10(40), 547-553.
- Becker, R., Enders, W. ve Hurn, S. (2004). A general test for time dependence in parameters. *Journal of Applied Econometrics*, 19(7), 899-906. <https://doi.org/10.1002/jae.751>

Becker, R., Enders, W., & Lee, J. (2006). A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2006.00478.x>

Borsa İstanbul (2025). BİST Sürdürülebilirlik Pay Endeksleri. [Çevrim-içi: <https://www.borsaistanbul.com/surdurulebilirlik/bist-surdurulebilirlik-pay-endeksleri>], Erişim Tarihi: 10 Eylül 2025

Christopoulos, D. K., & León-Ledesma, M. A. (2010). Smooth breaks and non-linear mean reversion: Post-Bretton Woods real exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(6), 1076-1093. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2010.02.003>

Cunado, J., Gil-Alana, L. A., & de Gracia, F. P. (2010). Mean reversion in stock market prices: New evidence based on bull and bear markets. *Research in International Business and Finance*, 24(2), 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2009.10.001>

Çelik, T. T., & Taş, O. (2009). Etkin piyasa hipotezi ve gelişmekte olan hisse senedi piyasaları. *İTÜ Dergisi*, 4(2), 11-22.

Çevik, E. İ. (2018). Borsa İstanbul zayıf formda etkin mi? Markov-Switching ADF testi yaklaşımı. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar Dergisi*, 12(2), 9-30.

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431. <https://doi.org/10.2307/2286348>

Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072. <https://doi.org/10.2307/1912517>

Durusu-Ciftci, D., Ispir, M. S., & Kok, D. (2019). Do stock markets follow a random walk? New evidence for an old question. *International Review of Economics & Finance*, 64, 165-175. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2019.06.002>

Eyüboğlu, K., & Eyüboğlu, S. (2020). Borsa İstanbul sektör endekslerinin etkinliğinin fourier birim kök testleri ile analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (29), 23-44. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.648896>

Fama, E.F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical works. *Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>

Gozbasi, O., Kucukkaplan, I., & Nazlioglu, S. (2014). Re-examining the Turkish stock market efficiency: Evidence from nonlinear unit root tests. *Economic Modelling*, 38, 381-384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2014.01.021>

Grieb, T. A., & Reyes, M. G. (1999). Random walk tests for Latin American equity indexes and individual firms. *Journal of Financial Research*, 22, 371-383. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6803.1999.tb00701.x>

Han, A. (2021). Hisse senedi fiyatlarının ortalamaya dönüşü: Kesirli frekanslı fourier ADF birim kök testi. *Düzce İktisat Dergisi*, 2(1), 49-62.

Hepsağ, A. (2022). *Ekonometrik Zaman Serileri Analizlerinde Güncel Yöntemler*. İstanbul: Der Yayınları.

Investing (2025). BİST Sürdürülebilirlik Endeksi 25. [Çevrim-içi: <https://www.investing.com/indices/bist-sustainability-25>], Erişim Tarihi: 17 Ağustos 2025

Investing (2025). BİST Sürdürülebilirlik Endeksi. [Çevrim-içi: <https://www.investing.com/indices/bist-sustainability>], Erişim Tarihi: 17 Ağustos 2025

Karademir, F., & Samet, E. (2020). Borsa İstanbul'da zayıf formda piyasa etkinliğinin test edilmesi: Sektörel çerçevede bir analiz. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1), 82-100. <https://doi.org/10.15295/bmij.v8i1.1416>

Kawakatsu, K., & Morey, M.R. (1999). An empirical examination of financial liberalization and the efficiency of the emerging market stock prices. *Journal of Financial Research*, 22, 358-411. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6803.1999.tb00702.x>

Konat, G., & İşlek, H. (2024). Testing mean reversion of stock prices in OECD countries: Evidence from fourier threshold unit root test. *Journal of Research in Business*, 9(1), 1-17. <https://doi.org/10.54452/jrb.1125225>

Kwiatkowski, D., Phillips, P. C. B., Schmidt, P., & Shin, Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)

Levine, R., & Zervos, S. (1998). Stock markets, banks, and economic growth. *The American Economic Review*, 88(3), 537-558.

Liu, X., Song, H. & Romilly, P. (1997). Are Chinese stock markets efficient? A cointegration and causality analysis. *Applied Economics Letters*, 4, 511-515. <https://doi.org/10.1080/758536636>

Mishra, A., Mishra, V., & Smyth, R. (2015). The random-walk hypothesis on the Indian stock market. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51(5), 879-892. <https://doi.org/10.1080/1540496X.2015.1061380>

Narayan, P. K., & Smyth, R. (2007). Mean reversion versus random walk in G7 stock prices: Evidence from multiple trend break unit root tests. *International Financial markets, Institutions and Money*, 17, 152-66. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2005.10.002>

Nartea, G. V., Valera, H. G. A., & Valera, M. L. G. (2021). Mean reversion in Asia-Pacific stock prices: New evidence from quantile unit root tests. *International Review of Economics & Finance*, 73, 214-230. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.12.038>

Perron, P. (1989). The great crash, the oil price shock, and the unit root hypothesis. *Econometrica*, 57(6), 1361-1401. <https://doi.org/10.2307/1913712>

Sevil, G., Temizel, F., & Meriç, E. (2017). Fiyat kazanç oranı ve ortalamaya dönüş: BİST holding uygulaması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(13), 780-787.

Urrutia, J. L. (1995). Test of random walk and market efficiency for Latin American emerging equity markets. *Journal of Financial Research*, 18, 299-309. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6803.1995.tb00568.x>

Varol, O., Pazarcı, Ş., & Kar, A. (2024). Borsa İstanbul elektrik endeksi pay senetlerinde etkin piyasalar hipotezi: Gelişmiş fonksiyonlu birim kök testlerinden ampirik kanıtlar. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (68), 21-28. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.1383397>

Wang, J., Zhang, D., & Zhang, J. (2015). Mean reversion in stock prices of seven Asian stock markets: Unit root test and stationary test with Fourier functions. *International Review of Economics & Finance*, 37, 157-164. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2014.11.020>

Yılancı, V. (2012). Mean reversion in stock prices of G7 countries: Evidence from panel SURADF and panel SURKSS tests. *Actual Problems of Economics*, 5, 380-385.

Yücel, Ö. (2016). Finansal piyasa etkinliği: Borsa İstanbul üzerine bir uygulama. *International Review of Economics and Management*, 4(3), 107-123.

Zeren, F., Sakarya, Ş., & Akkuş, H. T. (2018). Zayıf formda piyasa etkinliğinin katılım endekslerinde test edilmesi: Türkiye üzerine bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 101-113.

**EVALUATING THE FINANCIAL PERFORMANCE OF MINING AND QUARRYING
SECTOR COMPANIES TRADED ON BORSA ISTANBUL USING THE HYBRID MEREC-
MAUT MCDM MODEL**

Arif ÇİLEK

Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Bulancak Kadir Karabas School of Applied Sciences,
Department of International Trade and Finance, Giresun, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9277-3953>

Çağlar SÖZEN

Asst. Prof. Dr., Giresun University, Görele School of Applied Sciences, Department of Finance and
Banking, Giresun, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3732-5058>

Onur ŞEYRANLIOĞLU

Asst. Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
Business Administration, Giresun, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1105-4034>

Abstract

Sustainability and effective environmental management in the mining and quarrying sector can reduce operational risks and lower company costs, thereby positively affecting financial ratios such as profitability and liquidity and ensuring long-term financial sustainability. Therefore, companies' investments in regulatory compliance, waste management and resource efficiency are not only an ethical obligation but have become a strategic financial necessity for stable post-pandemic performance and competitive advantage. Within this context, the aim of the present study is to optimize the financial performance of companies operating in the Borsa Istanbul (BIST) Mining and Quarrying sector during the COVID-19 global pandemic and the subsequent period (2020-2024) using financial ratios, and to determine their financial performance rankings. The MEREC (Method based on the Removal Effects of Criteria) method was used to weight the financial ratios, and MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) was used to rank financial performance. According to the MEREC weighting analysis, the most and least important criteria by year were as follows: in 2020 the most important criterion was trade payables turnover (0.21); in 2021 the most important was return on equity (0.22); in 2022 the most important was the equity/asset ratio (0.32); in 2023 the most important was the equity/asset ratio (0.32); in 2024 the most important criterion was net profit margin (0.21). It was observed that the importance ranking of the financial ratios changed across years; overall, profitability and capital-structure indicators were the most determinative of company financial performance during the period, whereas operational efficiency indicators were the least weighted. According to the MAUT ranking of alternatives, annual financial performance results were as follows: in 2020 the highest performing firm was KOZAL (0.76); in 2021 the highest was KOZAL (0.79); in 2022 the highest was KOZAL (0.76); in 2023 the highest was PRKME (0.67); in 2024 the highest was RUZYE (0.54). The strongest performers varied over the years: KOZAL consistently led during 2020–2022, PRKME stood out in 2023, and RUZYE in 2024. The weakest performances were frequently observed at CVKMD and KOZAA, indicating periodical performance fluctuations among the firms.

Keywords: BIST Mining and Quarrying Sector, MEREC, MAUT, MCDM.

BORSA İSTANBUL MADENCİLİK VE TAŞ OCAKÇILIĞI SEKTÖRÜ ŞİRKETLERİNİN FİNANSAL PERFORMANSININ MEREC VE MAUT HİBRİT ÇKKV MODELİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Özet

Madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe sürdürülebilirlik ve etkin çevresel yönetim, operasyonel riskleri azaltıp şirket maliyetlerini düşürerek kârlılık, likidite ve benzeri finansal oranları olumlu etkileyebilmekte; böylece uzun vadeli finansal sürdürülebilirlik sağlanabilmektedir. Bu nedenle şirketlerin çevresel uyum, atık yönetimi ve kaynak verimliliğine yönelik yatırımları, yalnızca etik bir zorunluluk değil, pandemi sonrası dönemde istikrarlı performans ve rekabet avantajı için stratejik bir gerekliliktir. Bu bilgiler çerçevesinde bu çalışmanın amacı, Borsa İstanbul (BİST) Madencilik ve Taş Ocakçılığı sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal performanslarını Covid-19 küresel salgını dönemi ve sonrası olan 2020-2024 periyodunda finansal oranlar yardımıyla optimize etmek ve finansal performans sıralamalarını ortaya koymaktır. Finansal oranların ağırlıklandırılmasında MEREC (MEthod based on the Removal Effects of Criteria) yöntemi, finansal performansların sıralamasında ise MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) yöntemi kullanılmıştır. MEREC kriter ağırlıklandırma analizi sonuçlarına göre 2020 yılında en önemli kriterin ticari borç devir hızı (0,21); 2021 yılında en önemli kriterin özsermaye kârlılığı (0,22); 2022 yılında en önemli kriterin özsermaye/ aktif oranı (0,32); 2023 yılında en önemli kriterin özsermaye/aktif oranı (0,32); 2024 yılında en önemli kriterin net kar marjı (0,21) olduğu belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan finansal oranların yıllara göre önem sıralamasının değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Söz konusu dönemde şirketlerin finansal performansını belirleyen en önemli kriterlerin kârlılık ve sermaye yapısı; en önemsiz kriterlerin ise faaliyet etkinliği göstergeleri olduğu görülmüştür. MAUT alternatiflerin sıralanması analizi sonuçlarına göre 2020 yılında finansal performansı en yüksek olan işletmenin KOZAL (0,76); 2021 yılında finansal performansı en yüksek olan işletmenin KOZAL (0,79); 2022 yılında finansal performansı en yüksek olan işletmenin KOZAL (0,76); 2023 yılında finansal performansı en yüksek olan işletmenin PRKME (0,67); 2024 yılında finansal performansı en yüksek olan işletmenin RUZYE (0,54) olduğu belirlenmiştir. Yıllar içinde en güçlü performans gösteren şirketler değişkenlik göstermiş; KOZAL 2020-2022 döneminde sürekli öne çıkarken, 2023'te PRKME, 2024'te RUZYE başı çekmiştir. En düşük performanslar ise sıklıkla CVKMD ve KOZAA'da gözlemlenmiştir; bu da şirketler arasında dönemsel performans dalgalanmalarına işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: BİST Madencilik ve Taş Ocakçılığı Sektörü, MEREC, MAUT, ÇKKV.

INTRODUCTION

The mining and quarrying sector is of strategic importance globally in terms of raw material supply and the sustainability of basic economic activities. However, by its very nature, this sector carries high environmental and social risks, such as environmental degradation, water and soil pollution, loss of biodiversity, and potential for social conflict. Failure to manage these risks at the operational level not only generates ecological and social costs but also has a direct negative impact on the company's operational risk, capital costs and reputation. Therefore, sustainability practices and transparent environmental reporting practices in the mining sector are playing an increasingly central role in the context of both regulatory requirements and company value and competitive strategies. Sustainability accounting and reporting practices in the context of mining have been extensively discussed in the literature; research shows that the sector has yet to fully internalise accountability and integrated reporting practices in many contexts, although progress and examples of good practice do exist (Lodhia and Hess, 2014).

The economic uncertainties during and after the pandemic have further highlighted the need for businesses to have operational resilience and long-term sustainability strategies. COVID-19-induced supply-demand disruptions, supply chain interruptions and market shocks have caused businesses, particularly in the natural resources sector, to re-evaluate their liquidity management, capital structure sensitivities and profit margins.

In this context, environmental compliance, waste management, energy and water efficiency investments have evolved from being merely an ethical imperative to becoming a strategic area that enhances competitiveness and financial stability by reducing companies' operational costs and mitigating risks. Empirical studies show that sustainable environmental strategies in the mining sector can positively affect firm competitiveness and, consequently, financial performance; this effect is dynamic and varies according to market conditions and company characteristics (Keshavarz-Ghorabae et al., 2021; Adomako and Tran, 2022).

Empirical studies on the mining sector show that environmental and sustainability practices can directly impact financial results through operational efficiency and innovation channels. For example, green mining practices support sustainable development through increased efficiency in production processes and innovative in-house practices; they also contribute to financial outcomes through indirect channels such as employee engagement and reputation management. However, the findings show heterogeneity depending on the sector, region, and type of practices; therefore, company-specific characteristics and external market conditions should be taken into account in the analyses. This heterogeneous and contextual view necessitates multi-period and multi-criteria evaluation approaches (Jianchun, 2024).

The aim of this study is to analyse the performance of selected companies operating in the Mining and Quarrying sector on the Istanbul Stock Exchange using their financial ratios for the period 2020-2024 through multi-criteria methods. Ten financial indicators were used as performance measures in the study: current ratio, cash ratio, return on assets, net profit margin, return on equity, debt/equity ratio, equity/assets, accounts receivable turnover, inventory turnover, and trade payables turnover. MEREC was applied for the objective determination of criterion weights, while MAUT was applied for the final ranking of alternatives (companies). This methodological choice is suitable for revealing the varying importance of criteria over the years (conditions at the start of the pandemic and afterwards) and quantitatively showing which financial indicators dominate performance on a periodical basis (Keshavarz-Ghorabae et al., 2021).

The original contribution of this study is threefold. Firstly, it empirically demonstrates how criterion weights have changed over the years through the MEREC-MAUT combination; this brings a new perspective to financial analyses of crisis and recovery periods where time-dynamics are important. Secondly, it presents comparative financial performance rankings specific to the mining sector in the Turkish context (BIST data) using multi-criteria methods; this provides both a local/contextual contribution to the academic literature and a practical assessment tool for sector decision-makers. Thirdly, it presents an analytical framework that considers the financial outcomes of sustainability-focused policy and investment decisions; this helps to understand how corporate strategies relate to environmental management investments and provides a basis for policy recommendations (Lodhia and Hess, 2014).

In conclusion, this study proposes a model for multi-dimensional financial performance analysis in the mining sector from both methodological and practical perspectives. Particularly in the 2020-2024 period, characterised by post-pandemic uncertainties, the dynamic nature of criterion priorities highlights the importance of not relying solely on single-dimensional financial indicators in the decision-making processes of managers and investors. The following sections present the literature, data set, MEREC and MAUT application steps, findings, and policy-strategy implications in detail.

LITERATURE REVIEW

Globalisation and increasing environmental concerns have led to businesses being evaluated not only in terms of economic profitability but also within the framework of environmental and social responsibility (Elkington, 1997). In this context, the concept of sustainability has become a means of securing long-term competitive advantage for businesses. Particularly in sectors with a high environmental impact, effective environmental management practices reduce companies' operational risks, thereby lowering costs and improving financial performance (Hart and Milstein, 2003).

The mining and quarrying sector is one of the areas where environmental impacts are most intense during the direct extraction and processing of natural resources. For this reason, the sustainable mining approach is considered a multidimensional field encompassing environmental management, resource efficiency, waste management and social responsibility (Hilson and Murck, 2000). Research indicates that investments in environmental compliance within this sector are not only an ethical obligation but also a prerequisite for long-term financial sustainability (Azapagic, 2004).

The performance of businesses is generally measured through financial ratio analysis. Liquidity, profitability, operating efficiency and capital structure ratios are commonly used indicators for assessing the short-term and long-term financial health of businesses (Brigham and Ehrhardt, 2016). However, evaluating these ratios alone may prove insufficient in a multi-dimensional sector analysis. At this point, multi-criteria decision-making (MCDM) methods enable a comprehensive performance ranking by weighting financial ratios.

The MEREC (Method based on the Removal Effects of Criteria) method is a new generation approach that enables weighting by taking into account the performance changes that occur when criteria are removed (Kumar & Garg, 2020). This method produces more reliable results in financial analysis by reducing subjectivity. MAUT (Multi-Attribute Utility Theory), which is used for performance ranking, ranks companies' financial performance relatively by converting different criteria into utility functions (Keeney & Raiffa, 1993). The literature emphasises that MCDM methods are effectively used in financial performance analyses and make significant contributions, particularly in assessing companies' resilience during crisis periods. (Wu et al., 2019).

Financial performance in the mining sector is directly affected by external factors such as commodity prices, fluctuations in global demand and environmental regulations (Humphreys, 2015). The Covid-19 pandemic has caused serious disruptions in supply and demand chains in the sector, hampered production processes and led to fluctuations in financial indicators. Studies have shown that companies with strong capital structures and liquidity weathered the crisis with less damage, while those with weak financial structures remained at high risk (Baker et al., 2020).

Similar results are also noteworthy in studies conducted specifically in Turkey. It has been observed that mining companies listed on the Istanbul Stock Exchange experienced fluctuations in their profitability ratios during the 2020-2021 period, but that companies relying on exports in particular have entered a recovery phase in the post-pandemic period (Yılmaz & Demir, 2022). However, the emergence of periodic performance differences among companies operating in the sector has increased the importance of sustainable financial strategies.

Recent studies have shown that environmental investments improve companies' financial performance in the long term. Investments in waste management, energy efficiency and carbon emission reduction both reduce costs and lower capital costs by increasing investor confidence (Porter and van der Linde, 1995). It is noted that companies complying with environmental, social and governance (ESG) criteria are perceived as lower risk by investors and command higher valuations in financial markets (Friede et al., 2015).

Research conducted in the mining sector reveals that environmental compliance is directly related to financial performance. For example, Jenkins and Yakovleva (2006) emphasise that sustainable mining practices support long-term operational sustainability by increasing social acceptance, while Azapagic (2004) highlights that companies with high environmental performance gain a more reliable position in the eyes of investors.

Turkey is a country rich in natural resources, and the mining and quarrying sector plays an important role in terms of both employment and exports (MTA, 2021). However, a large proportion of companies in the sector are affected by global crises and fluctuations in the domestic market. The literature indicates that the financial ratios of mining companies traded on the Istanbul Stock Exchange show marked differences, particularly during periods of crisis, and that their performance fluctuates periodically (Ayдын & Kılıç, 2021).

In this context, the challenges faced by the sector during the Covid-19 pandemic have once again highlighted the importance of financial performance analysis.

Research emphasises that companies must focus on environmental management and sustainability-based investments in order to increase the sector's resilience to crises (Çelik, 2022). A review of the literature reveals that sustainability and effective environmental management in the mining and quarrying sector are directly linked to financial performance. When combined with financial ratio analysis and ESG methods such as MEREC and MAUT, it becomes possible to comparatively evaluate companies' periodic performance. The Covid-19 process has demonstrated that companies with strong financial structures and sustainability investments are more resilient to crises. In this context, analysing the performance of companies listed on the Istanbul Stock Exchange in Turkey will provide significant contributions from both a sectoral and academic perspective.

DATASET

The companies listed in Table 1 have been included in the scope of the study to analyse the financial performance of companies operating in the Mining and Quarrying sector on the Istanbul Stock Exchange.

Table 1. Businesses Covered by the Study

Number	Code	Company
1	CVKMD	CVK Maden İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.
2	KOZAA	Koza Anadolu Metal Madencilik İşletmeleri A.Ş.
3	KOZAL	Koza Altın İşletmeleri A.Ş.
4	PRKME	Park Elektrik Üretim Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
5	RUZYE	Ruzy Madencilik ve Enerji Yatırımları Sanayi ve Ticaret A.Ş.
6	VSNMD	Vişne Madencilik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.

The evaluation criteria used in the study to analyse the financial performance of companies operating in the Mining and Quarrying sector on the Istanbul Stock Exchange are presented in Table 2.

Table 2. Criteria Used in the Study

Criterion	Criterion Name	Quality
C ₁	Current Ratio	Max
C ₂	Cash Ratio	Max
C ₃	Return on Assets (Annual)	Max
C ₄	Net Profit Margin (Annual)	Max
C ₅	Return on Equity (Annual)	Max
C ₆	Debt-to-Equity Ratio	Min
C ₇	Equity / Assets	Max
C ₈	Receivables Turnover Ratio	Max
C ₉	Inventory Turnover Ratio	Max
C ₁₀	Trade Payables Turnover Ratio	Max

A data set covering the period 2020–2024 is presented in Table 3 to analyse the financial performance of companies operating in the Mining and Quarrying sector on the Istanbul Stock Exchange.

Table 3. Mining and Quarrying 2020-2024 Period Data Set

Code	Year	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
CVKMD	2020	0.20	6.24	10.93	15.15	14.48	59.88	37.75	18.55	11.56	6.78
KOZAA		10.41	919.01	9.13	21.03	21.70	10.22	41.34	126.08	2.87	13.82
KOZAL		10.43	963.97	24.58	55.71	27.18	9.75	90.25	22,724.76	2.78	13.76
PRKME		2.44	96.08	8.82	127.60	9.96	10.15	89.85	7.51	6.44	4.26
RUZYE		1.08	81.27	24.39	651.11	62.03	47.32	38.29	0.41	36.08	0.08
CVKMD	2021	0.57	14.40	5.75	13.58	13.69	52.75	44.46	10.73	2.19	8.42
KOZAA		8.17	768.65	12.04	30.35	29.98	13.17	39.33	148.76	3.52	10.07
KOZAL		8.40	794.21	29.33	75.06	33.14	12.69	87.31	13,307.91	3.40	9.98
PRKME		1.08	12.23	27.01	321.97	30.68	13.23	86.77	6.87	8.67	6.25
RUZYE		11.12	1,047.69	19.02	274.32	25.30	6.91	93.09	4.85	463.11	0.28
VSNMD		0.99	16.93	28.07	28.63	22.14	36.60	63.40	4.94	7.86	3.22
CVKMD	2022	1.58	34.33	36.17	33.27	56.78	28.97	70.03	8.79	6.89	14.00
KOZAA		10.00	889.58	-8.72	-15.82	-19.84	10.94	45.84	291.46	6.02	20.86
KOZAL		10.32	927.66	-17.31	-29.49	-19.53	10.74	89.26	23,396.22	5.92	21.01
PRKME		1.70	126.56	-10.67	-58.17	-12.49	15.02	84.98	12.08	19.39	6.86
RUZYE		8.00	662.65	-18.89	-60.52	-20.94	10.90	89.10	4.48	2,480.50	14.95
VSNMD		0.81	5.12	13.61	19.80	19.96	27.73	72.27	7.71	7.55	5.30
CVKMD	2023	2.10	110.32	9.16	16.97	12.56	24.99	73.96	12.55	7.22	4.02
KOZAA		5.86	483.38	1.52	4.23	3.21	10.19	48.64	154.06	5.10	20.09
KOZAL		6.24	525.62	1.97	5.01	2.21	10.69	89.31	11,464.31	5.07	19.70
PRKME		2.42	43.41	12.89	85.03	14.73	10.67	89.33	9.28	10.83	5.44
RUZYE		30.43	2889.10	-5.37	-15.03	-5.78	4.16	95.84	6.43	2,484.00	56.28
VSNMD		1.44	35.28	8.22	14.19	10.61	18.36	81.64	7.41	7.25	7.52
CVKMD	2024	0.35	16.69	7.82	30.42	15.02	53.86	43.40	18.99	8.25	3.59
KOZAA		6.87	518.03	-4.77	-20.79	-9.82	9.21	48.53	138.99	2.71	17.20

KOZAL		8.30	649.52	1.70	6.91	1.88	8.76	91.24	2,440.54	2.92	17.32
PRKME		2.23	44.73	1.55	11.44	1.74	10.84	89.16	7.30	6.62	4.39
RUZYE		41.31	3,934.35	1.16	9.52	1.23	7.35	92.65	4.76	1,840.30	27.08
VSNMD		1.13	7.08	-0.87	-2.30	-1.07	19.16	80.84	5.41	5.64	7.62

METHODOLOGY

This section introduces the Z-Score Standardisation Method used to convert negative values in the decision matrix to positive ones, the MEREC method used to weight criteria, and finally the MAUT method used to rank alternatives.

Z-Score Standardization Method

Z-score Standardization transforms features to have a mean of 0 and a standard deviation of 1. It is suitable when the data distribution is approximately Gaussian as where $\bar{X}_i$ is the mean and S_i is the standard deviation of the feature (Phukseng et al., 2025).

Step 1: The elements of the decision matrix are transformed using Equation (1).

$$x_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_i} \quad (1)$$

Step 2: The elements of the decision matrix are made positive using Equation (2).

$$x'_{ij} = x_{ij} + A \cdot A > |\min x_{ij}| \quad (2)$$

MEREC Method

Assigning appropriate weights to criteria is a crucial step in solving multi-criteria decision-making (MCDM) problems. In practice, researchers typically employ either subjective or objective techniques to determine these weights. Subjective methods draw on the judgments and preferences of decision-makers, whereas objective approaches rely solely on data. One such objective method is MEREC, which evaluates how the exclusion of each criterion affects the performance scores of the alternatives (Keshavarz-Ghorabae et al., 2021). Developed by Keshavarz-Ghorabae and colleagues in 2021, the MEREC method has since been recognized as a data-driven approach within the MCDM framework. It offers a systematic means of assigning weights without the influence of expert bias. Based on the relevant literature, the main steps of the MEREC approach applied in this study are summarized below.

Step 1: A decision matrix is constructed (Equation (3)).

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Step 2: In the second step, a normalized matrix is generated based on Equation (4-5), where the normalized values necessary for the application of the MEREC method are obtained.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\max_i(x_{ij})} \quad (4)$$

$$x_{ij}^* = \frac{\min_i(x_{ij})}{x_{ij}} \quad (5)$$

Step 3: The aggregated performance values of the alternatives are calculated (Equation (6)).

$$S_i = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |\ln(x_{ij}^*)| \right) \right) \quad (6)$$

Step 4: The performance of the alternatives is recalculated by removing each criterion individually. The key difference from the third step is that, in this step, the performance values of the alternatives are computed separately for each case where a single criterion is omitted (Equation (7)).

$$S'_{ij} = \ln \left(1 + \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1, k \neq j}^n |\ln(x_{ik}^*)| \right) \right) \quad (7)$$

Step 5: Based on the values obtained from Equations (3) and (4), the total absolute deviation is calculated (Equation (8)).

$$E_j = \sum_{i=1}^m |S'_{ij} - S_i| \quad (8)$$

Step 6: At this stage, the objective weight of each criterion is determined by evaluating its removal effect on the aggregated performance of the alternatives (Equation (9)).

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_{k=1}^n E_k} \quad (9)$$

MAUT Method

One of the widely used Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods is the MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) approach. The application of this method began with the publication of Ralph L. Keeney's article "Multiplicative Utility Functions" in 1974 (Keeney, 1974). The MAUT method is regarded as an approach that seeks to identify the most appropriate solution by incorporating all perspectives of the decision-maker, either directly or indirectly, into the decision-making process. In this method, each criterion is assigned a value on a scale from 0 to 1, where 0 represents the worst case and 1 represents the best case (Mesran et al., 2024). The application of the MAUT method is typically conducted in three main steps (Orhan and Şimşek, 2025).

Step 1: Karar matrisi oluşturulur (Equation (10)).

$$X = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Step 2: Calculation of the Normalization Matrix (Equation (11-12)).

$$r_{ij}^* = \frac{r_{ij} - \min(r_{ij})}{\max(r_{ij}) - \min(r_{ij})} \cdot \text{Benefit Criteria} \quad (11)$$

$$r_{ij}^* = 1 + \frac{\min(r_{ij}) - r_{ij}}{\max(r_{ij}) - \min(r_{ij})} \cdot \text{Cost Criteria} \quad (12)$$

Step 3: Calculation of Marginal Utility Values (Equation (13)).

$$u_{ij} = \frac{e^{(r_{ij}^*)^2} - 1}{1.71} \quad (13)$$

Step 4: Calculation of Final Values (Equation (14)).

$$U_i = \sum_{j=1}^n u_{ij} \cdot w_j \quad (14)$$

A preference ranking is created from the highest to the lowest total utility value (Mesran et al., 2024).

FINDINGS

This section presents the findings obtained within the scope of the MEREC-based MAUT model, which was applied based on the financial indicators covering the 2020–2024 period for companies operating in the Mining and Quarrying sector on the Istanbul Stock Exchange. During the analysis process, the weights for the decision criteria were first determined using the MEREC method, and the final weights obtained were analysed using the MAUT method for use in the multi-criteria financial performance evaluation of the companies. In this context, the financial performance of companies operating in the Mining and Quarrying sector was comparatively evaluated using this model.

For illustrative purposes, only the findings for 2024 are presented in detail, with only the analysis results for the remaining years being provided. Equality 1-2 was applied to the initial decision set for 2024, and the positive decision matrix is presented in Table 4.

Table 4. 2024 Positive Decision Matrix

Code	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
CVKMD	1.37	1.44	3.63	3.44	3.69	3.97	0.61	1.57	1.59	0.99
KOZAA	1.79	1.77	0.56	0.41	0.57	1.49	0.84	1.69	1.58	2.46
KOZAL	1.88	1.85	2.14	2.05	2.04	1.46	2.75	4.03	1.58	2.47
PRKME	1.49	1.46	2.10	2.32	2.02	1.58	2.65	1.55	1.58	1.07
RUZYE	3.99	4.00	2.01	2.21	1.96	1.39	2.81	1.55	4.03	3.53
VSNMD	1.42	1.43	1.51	1.51	1.67	2.04	2.28	1.55	1.58	1.42

Note: A=1.99 has been taken.

Equation 3-9, included in the application steps of the MEREC method, was applied to the 2020-2024 positive decision matrix of mining and quarrying enterprises, and the criterion weighting findings are presented in Table 5.

Table 5. Determination of Weights Using the MEREC Method

Yıllar	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
2020	0.11	0.10	0.10	0.06	0.10	0.11	0.09	0.03	0.08	0.21
2021	0.07	0.06	0.16	0.05	0.22	0.09	0.11	0.02	0.02	0.20
2022	0.09	0.09	0.07	0.11	0.05	0.09	0.32	0.02	0.02	0.13
2023	0.04	0.04	0.18	0.08	0.19	0.09	0.30	0.02	0.02	0.05
2024	0.04	0.03	0.17	0.21	0.16	0.12	0.15	0.02	0.02	0.09

According to the MEREC weighting results presented in Table 5; in 2020, the most important criterion was commercial debt turnover (C₁₀-0.21), and the least important criterion was receivables turnover (C₈-0.03); in 2021, the most important criterion was return on equity (C₅-0.22), the least important criterion was the receivables turnover ratio and inventory turnover ratio (C₈-0.02 and C₉-0.02); in 2022, the most important criterion was the equity/assets ratio (C₇-0.32), the least important criterion was the receivables turnover ratio and inventory turnover ratio (C₈-0.02 and C₉-0.02) were identified; in 2023, the most important criterion was the equity/assets ratio (C₇-0.30), and the least important criteria were the receivables turnover rate and inventory turnover rate (C₈-0.02 and C₉-0.02); in 2024, the most important criterion was the net profit margin (C₄-0.21), and the least important criterion is the receivables turnover rate and inventory turnover rate (C₈-0.02 and C₉-0.02). The radar chart related to the MEREC weighting findings is presented in Figure 1.

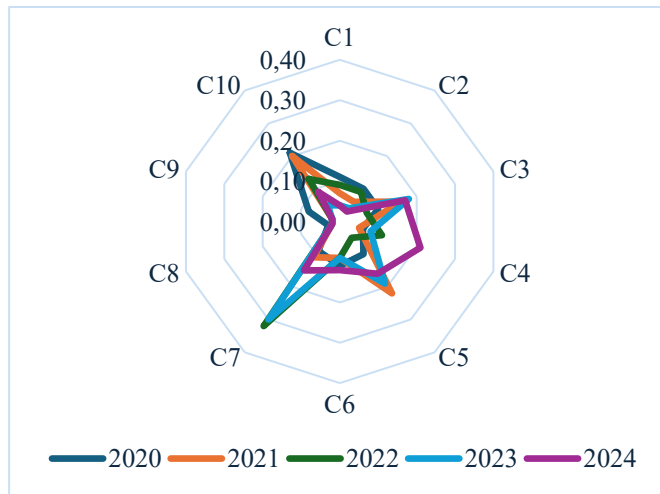


Figure 1. MEREC Findings Radar Chart

Equations 10-14, included in the application steps of the MAUT method, were applied to the 2020-2024 positive decision matrix of mining and quarrying enterprises, and the enterprises' performance scores and ranking findings are presented in Table 6.

Table 6. Businesses' MAUT Performance Findings for 2020-2024

	2020		2021		2022		2023		2024	
Code	Skor	Rank	Skor	Rank	Skor	Rank	Skor	Rank	Skor	Rank
CVKMD	0.038	5	0.115	6	0.328	4	0.290	5	0.538	2
KOZAA	0.520	2	0.446	4	0.398	3	0.080	6	0.124	6
KOZAL	0.759	1	0.794	1	0.757	1	0.290	4	0.380	3
PRKME	0.210	4	0.508	2	0.281	5	0.672	1	0.319	4
RUZYE	0.348	3	0.473	3	0.542	2	0.540	2	0.538	1
VSNMD			0.197	5	0.178	6	0.296	3	0.158	5

According to the MAUT method presented in Table 6, based on financial performance ranking results; in 2020, KOZAL had the highest performance (0.759) and CVKMD had the lowest performance (0.038); in 2021, KOZAL had the highest performance (0.794) and CVKMD had the lowest performance (0.115); In 2022, KOZAL (0.757) had the highest performance and VSNMD (0.178) had the lowest performance; In 2023, PRKME (0.672) had the highest performance and KOZAA (0.080) had the lowest performance; In 2024, RUZYE (0.538) showed the highest performance and KOZAA (0.124) showed the lowest performance. The graph of MAUT financial performance ranking findings is presented in Figure 2.

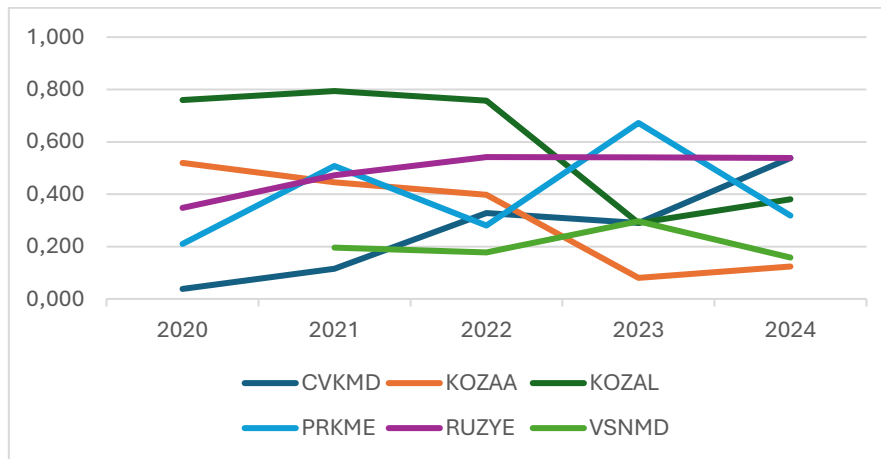


Figure 2. MAUT Findings Line Graph

- KOZAL achieved the highest performance score during the 2020–2022 period and is the leader in the sector.
- RUZYE has demonstrated consistent performance between 2022 and 2024, achieving its highest score in 2024.
- CVKMD and KOZAA have performed poorly in some years, placing them lower in the rankings.
- PRKME rose significantly in 2023 to take first place, demonstrating the positive impact of the company's financial strategies that year.

- VSNMD has failed to score or performed poorly in some years due to missing data.

These findings reveal that the performance of companies in the sector varies from year to year and that some companies experience periodic fluctuations in performance.

CONCLUSION

In this study, the financial performance of companies operating in the Mining and Quarrying sector on the Istanbul Stock Exchange during the 2020–2024 period was analysed using multi-criteria decision-making methods. In the study, criterion weights were first determined using the MEREC method, and then the performance rankings of the companies were determined using the MAUT method.

When examining the criterion weights determined using the MEREC method, it is observed that the order of importance of the criteria changes between periods. Commercial Debt Turnover Ratio (C_{10}) was the primary criterion in 2020, Return on Equity (C_3) in 2021, Equity/Assets Ratio (C_7) in 2022–2023, and Net Profit Margin (C_4) in 2024. This situation demonstrates that performance in the sector depends not only on profitability or liquidity indicators but also on factors such as capital structure and debt management. Analyses show that profitability indicators (C_3 , C_4 , C_5) and capital structure (C_7) criteria are critical factors determining performance in most years. This finding emphasises the need to prioritise these indicators in financial decision-making processes. The findings reveal that the financial performance of companies in the sector has fluctuated over the years. In particular, profitability and capital structure indicators (C_3 , C_4 , C_5 , C_7) have been observed to be decisive criteria for most years.

When MAUT results are examined, it is determined that KOZAL achieved the highest performance scores in the 2020-2022 period, while RUZYE demonstrated consistent performance in 2022-2024, rising to become the sector leader. On the other hand, CVKMD and KOZAA ranked lower in some years due to low performance scores. The scores obtained using the MAUT method reveal that the performance of companies in the sector fluctuated over the years. KOZAL maintained its position as the sector leader by consistently achieving the highest performance score in the 2020-2022 period, while RUZYE rose to the leadership position by improving its performance in the 2022-2024 period. PRKME showed a significant performance increase in 2023, temporarily achieving the highest score. On the other hand, CVKMD and KOZAA ranked low in some years with low scores.

The results obtained demonstrate that strategic decisions in the sector must be based on comprehensive data for investors and managers. The periodic variability in performance highlights the importance of businesses continuously reviewing their liquidity management, capital structure and profitability strategies.

The findings of the study demonstrate that multi-criteria decision-making methods are an effective tool in financial performance analysis. Furthermore, it was concluded that the performance of companies in the sector depends not only on profitability or liquidity indicators, but also on criteria such as capital structure and operational efficiency. This highlights the importance of conducting a comprehensive assessment in strategic decision-making processes for investors and managers.

In future studies, it is recommended that the scope of the analysis be expanded to include comparative performance evaluations with other sectors and international companies. Furthermore, examining the effects of external factors such as the pandemic and economic crisis on performance will contribute to the development of sectoral strategies. These findings contribute to the literature by demonstrating both the effectiveness of multi-criteria decision-making methods in financial analysis and the periodic variability of performance-determining criteria among companies in the sector.

REFERENCES

Adomako, S., & Tran, M. D. (2022). Sustainable environmental strategy, firm competitiveness, and financial performance: Evidence from the mining industry. *Resources Policy*, 75.

- Aydın, E., & Kılıç, Y. (2021). Borsa İstanbul madencilik sektörü şirketlerinin finansal performans analizi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 2562-2581.
- Azapagic, A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, 12(6), 639-662.
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., & Terry, S. J. (2020). Covid-induced economic uncertainty. *NBER Working Paper Series*.
- Brigham, E. F., & Ehrhardt, M. C. (2016). *Financial Management: Theory & Practice*. Cengage Learning.
- Çelik, H. (2022). Kriz dönemlerinde madencilik sektöründe sürdürülebilirlik yatırımları. *Sürdürülebilirlik ve Finans Dergisi*, 4(2), 45-60.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone.
- Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: Aggregated evidence. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210-233.
- Hart, S. L., & Milstein, M. B. (2003). Creating sustainable value. *Academy of Management Executive*, 17(2), 56-67.
- Hilson, G., & Murck, B. (2000). Sustainable development in the mining industry. *Resources Policy*, 26(4), 227-238.
- Humphreys, D. (2015). The future of the global mining industry. *Resources Policy*, 45, 12-20.
- Jenkins, H., & Yakovleva, N. (2006). Corporate social responsibility in the mining industry. *Journal of Cleaner Production*, 14(3-4), 271-284.
- Jianchun, Y. (2024). Effects of green mining practices on corporate sustainable development: Role of green innovation, green organizational commitment, and corporate social responsibility. *Frontiers in Environmental Science*, 12:1476075. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1476075>
- Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs*. Cambridge University Press.
- Keeney, R. L. (1974). Multiplicative utility functions. *Operations Research*, 22(1), 22-34.
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525. <https://doi.org/10.3390/sym13040525>
- Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of objective weights using a new method based on the removal effects of criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525.
- Kumar, A., & Garg, C. P. (2020). MEREC: A new method for MCDM. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 5(2), 401-422.
- Lodhia, S., & Hess, N. (2014). Sustainability accounting and reporting in the mining industry: Current literature and directions for future research. *Journal of Cleaner Production*, 84, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.094>
- Mesran, M., Kusuma, A. A., & Lubis, R. M. F. (2024). Decision Support System for Determining New Branch Location Applying the MAUT Method with ROC Weighting. *Bulletin of Informatics and Data Science*, 2(2), 67-76.
- MTA (2021). Türkiye Madencilik Sektörü Raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Orhan, B., & Şimşek, M. (2025). İnsani Kalkınmaya Yeni Bir Bakış: İnsani Gelişme Endeksi Çerçevesine Özgürlük Göstergelerinin Entegrasyonu. *Kesit Akademi*, 11(44), 388-413.

Phukseng, T., Nanuam, J., & Thongnim, P. (2025). Feature Scaling Optimization for Durian Characteristic Prediction using Machine Learning. In *2025 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications (ITC-CSCC)* (pp. 1-6). IEEE.

Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.

Wu, H. Y., Tzeng, G. H., & Chen, Y. H. (2019). A fuzzy MCDM approach for evaluating financial performance. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4061-4070.

Yılmaz, O., & Demir, M. (2022). Covid-19 pandemisinin Borsa İstanbul madencilik sektörü üzerindeki etkileri. *Finansal Araştırmalar Dergisi*, 14(1), 77-92.

FROM REPORTING TO ACTION: HOW GLOBAL COMPANIES ALIGN WITH THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Melike Nur İNCE

Graduate Student, Bursa Technical University, Graduate School, Department of Industrial Engineering, Bursa, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2467-7580>

Buse ÇETİN

Graduate Student, Bursa Technical University, Graduate School, Department of Industrial Engineering, Bursa, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-8621-8729>

Tuğçe TOPAL DOLAŞ

Graduate Student, Bursa Technical University, Graduate School, Department of Industrial Engineering, Bursa, Türkiye, ³ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-8603-3194>

Nur Filiz ULUTAŞ

Graduate Student, Bursa Technical University, Graduate School, Department of Industrial Engineering, Bursa, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-5147-7239>

Çağatay TAŞDEMİR

Associate Professor, Bursa Technical University, Department of Industrial Engineering, Bursa, Türkiye.

Associate Professor, Bursa Technical University, Department of Forest Industry Engineering, Bursa, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7161-630X>

Abstract

The evaluation of businesses now extends beyond financial performance to include environmental and social responsibilities. The United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs), adopted in 2015, provide a global framework that encompasses issues ranging from poverty reduction to climate change. Achieving these goals requires collective action from all stakeholders. Sustainability reports are essential for assessing companies' impacts and alignment with global targets. This study analyzed the 2024 sustainability reports of 50 companies in the BrandFinance Global 500, verifying publication and classifying firms by sector. This overview aims to provide a comprehensive understanding of the topic. The detailed content analysis focused on 34 companies that issued reports in 2024, examining them in relation to the United Nations' SDGs. The results indicated that the financial sector excels in areas like carbon reduction, renewable energy investments, digital infrastructure, and sustainable supply chain management. However, social responsibility and transparency levels vary across companies. The technology sector has emerged as a leader in clean energy adoption, innovation, responsible manufacturing, and climate action, with companies such as Apple, Microsoft, Google, and Meta demonstrating high performance and transparency. Nonetheless, some companies, such as Tencent and Samsung SDI, show limited transparency and social contributions. The automotive sector has made significant strides in reducing carbon emissions, adopting green energy, electrification, and circular economy practices. Still, high carbon intensity and a lack of supply chain transparency in some firms pose notable challenges. Overall, the findings reveal that each sector exhibits distinct strengths and weaknesses in terms of sustainability and climate action. While the finance and technology industries lead this transition, the automotive sector faces constraints due to its high carbon footprint. This study makes a significant contribution to the existing literature by examining the alignment of sustainability reports with the SDGs through cross-sectoral content analysis. It provides strategic guidance to practitioners and raises awareness of social sustainability.

Keywords: Sustainability, Sustainable Development Goals (SDGs), Corporate Social Responsibility (CSR), Sustainability Reporting, Content Analysis

INTRODUCTION

In a globalizing world, the criteria for evaluating businesses are no longer limited to economic profitability and financial performance. The prevalence of global issues, including but not limited to climate change, the depletion of natural resources, income inequality, human rights violations, and gender inequality, has led to a heightened focus on the environmental and social responsibilities of corporations (Ahmad et al., 2024). Park and Lee's (2021) longitudinal research on the proliferation of green spaces and the enhancement of air quality in urban areas has led to the conclusion that vegetation mitigates the urban heat island effect and promotes public health (Park & Lee, 2021). In this context, Ningsih et al. (2025) examined the integration of renewable energy sources in sustainable agriculture, noting that the use of solar energy and biogas reduced energy costs and significantly lowered greenhouse gas emissions (Ningsih et al., 2025). In a similar vein, Lee and Kim's (2023) meta-analysis examined the impact of green building certification systems on urban sustainability. Their findings indicated that such certification systems can lead to a reduction in carbon footprints, enhanced energy and water efficiency, and improved user health and comfort (Lee & Kim, 2023). In this regard, Johnson and Smith (2022) conducted a comprehensive meta-analysis on the economic and environmental impacts of energy efficiency policies, emphasizing that energy-saving practices reduce carbon emissions and highlighting the importance of promoting cost-effective projects (Johnson & Smith, 2022). Carter et al. (2023) analyzed the widespread adoption of energy efficiency and renewable energy applications in industry to reduce carbon emissions and developed policy recommendations (Carter et al., 2023).

Moreover, in the contemporary business landscape, consumers, investors, and regulatory authorities have come to expect more from companies than merely the provision of products and services. There is an increasing demand for enterprises to demonstrate a commitment to social welfare, adopt environmentally conscious production methods, and integrate long-term sustainability goals into their business models (Oliveira et al., 2023). Consequently, contemporary business evaluation methodologies now encompass not only economic efficiency but also transparency, commitment to ethical values, and contributions to sustainable development. For instance, research on the role of big data and artificial intelligence technologies in achieving Sustainable Development Goals (Hashem et al., 2023; Feuerriegel et al., 2023) demonstrates that these technologies and data-driven methods have emerged as a strategic tool in sustainable decision-making processes. Concurrently, Gonzalez and Ramirez (2024) conducted field studies on the balance between local culture and environmental protection in sustainable tourism, emphasizing the need to strike a balance between the socio-economic benefits and environmental impacts of sustainable tourism (Gonzalez & Ramirez, 2024).

The Sustainable Development Goals (SDGs) announced by the United Nations in 2015, as illustrated in Figure 1, offer a universal framework that influences businesses' sustainability strategies and serves as a guiding principle across a broad spectrum of issues, ranging from the eradication of poverty to the mitigation of climate change, and from gender equality to responsible production and consumption. The SDGs adopt a holistic approach, addressing environmental, social, and economic dimensions through a comprehensive strategy that encompasses all three dimensions. This strategy is articulated through a total of 17 goals and 169 targets, which necessitate the collective action of all stakeholders in accordance with a unified vision. At this juncture, systematic studies evaluating the impact of artificial intelligence and deep learning technologies on sustainability, as well as analyses examining energy sustainability strategies (Ramos Farroñán et al., 2025), underscore the significance of elements such as digitalization in sustainable transformation (Thompson & Miller, 2020), ethical responsibility, and explainability.



Figure 1. United Nations Sustainable Development Goals (United Nations, 2018)

The private sector has emerged as a pivotal actor in the pursuit of these global objectives. A plethora of studies have emerged in recent years addressing various aspects of this multifaceted phenomenon, ranging from sustainable energy management (Ramos Farroñán et al., 2025; Ibrahim & Hassan, 2022) to the role of social acceptance in renewable energy projects (Dupont & Moreau, 2021) and green supply chain practices (Dubey et al., 2024), climate-friendly agricultural systems (Müller & Becker, 2021; Nguyen & Tran, 2022) to smart city and green infrastructure solutions (Liu et al., 2023). These studies collectively demonstrate a concerted effort by businesses to develop strategies that optimize both environmental and social impact. However, the integration of machine learning in sustainable agriculture (Alizadeh et al., 2025) and circular economy applications in sustainable agriculture (Cahyadi et al., 2024) or green building applications in the construction sector (Pacheco-Torgal, 2024; Rossi & Bianchi, 2024) alongside studies highlighting the use of natural dyes and eco-friendly fabrics in the textile sector (Fernandes et al., 2023) and research examining circular economy-focused innovative business models in the fashion sector (Kim et al., 2023) are noteworthy.

In addition to the topics mentioned above, several others warrant consideration. These include, but are not limited to, the sustainable supply chains in the renewable energy sector (Wang et al., 2022), the cost-effectiveness and environmental benefits of biotechnological applications and bioremediation techniques in wastewater management (Martínez et al., 2021), and innovative methods for solid waste separation and recycling technologies (Silva et al., 2023). Furthermore, the role of green infrastructure in sustainable urban planning, stormwater management, urban agriculture, and the effects of green spaces on the urban climate (Patel, 2021), the importance of local community participation in climate change adaptation (Ahmed et al., 2023; Ahmed & Khan, 2021), the environmental impacts and recycling processes of bioplastics (Silva & Costa, 2024), the relationship between biodiversity and sustainable forestry practices with ecosystem services (López et al., 2022), and policy and infrastructure requirements for the A comprehensive examination of the environmental impacts of battery recycling technologies and the widespread adoption of electric vehicles in sustainable transportation has been conducted (Zhao et al., 2023; Zhao & Chen, 2022). From this perspective, the extant studies reveal that sectoral differences and technical challenges are significant determinants in achieving sustainability goals.

A comprehensive review of the existing literature was conducted to determine the current state of the art in several key areas relevant to the intersection of climate and energy. The areas of focus included renewable energy, energy efficiency, and social acceptance; circular economy, machine learning, and climate-friendly systems in agriculture and food; green buildings, green infrastructure, and sustainable materials in urban planning and construction; natural dyes and circular business models in fashion and

textiles; recycling in waste management; bioplastics and biotechnology in waste management; resource efficiency, traceability, and reduction of environmental impacts in digitalization (big data, artificial intelligence, machine learning, and blockchain); ecosystem services in biodiversity and forestry; and sustainable tourism and electric vehicles in tourism and transportation. However, it has been observed that the extant studies do not examine sustainability on a global scale, but rather focus on a single sector or a single company. The objective of this study was to examine the sustainability reports of leading global companies in alignment with the United Nations Sustainable Development Goals (UN SDGs). The study aimed to derive sector-wide insights that can guide the establishment of specific standards, identify industry benchmarks, and determine priority areas for future improvement. Additionally, it evaluated the extent to which companies worldwide adhere to the UN SDGs.

MATERIALS AND METHODOLOGY

In contemporary society, sustainability has emerged as a dominant paradigm among corporations across various sectors (Stank et al., 2015; Kalaitzi et al., 2021; Autry et al., 2013). For companies, the environmental dimension of sustainability—alongside its social and economic dimensions—has gained increasing significance. Consequently, many leading institutions and organizations now issue sustainability reports in parallel with their annual financial reports, typically released at the end of each fiscal year. These sustainability reports serve as important indicators of corporate progress.

Accordingly, this study employed a content analysis of the sustainability reports published by the top 50 companies on the 2025 Global 500 list, as compiled by BrandFinance (BrandFinance, 2025). Content analysis is defined as a research technique used to draw valid and replicable inferences from texts regarding their contexts of use (Krippendorff, 2004). It is among the most widely applied methods for generating systematic insights from communication materials and, in this context, represents the most appropriate approach for examining such a large body of textual data (Mani et al., 2018).

The initial phase of the study involved identifying the top 50 companies listed on the Global 500 as of 2025. The sustainability reports published by these companies for the year 2024 were then examined to determine their availability. The list of companies analyzed is presented in Table 1. Companies that had not yet released a sustainability report or had discontinued publishing such reports were excluded. It was also noted that some firms integrated their sustainability disclosures within their annual reports rather than issuing separate sustainability reports; these integrated reports were included in the analysis. Additionally, since Instagram and Facebook operate under the same parent company, they were evaluated through a unified sustainability report. As a result, sustainability disclosures from 34 of the top 50 companies were analyzed, representing a total of 33 reports.

Next, the reports were categorized according to the sectors in which the companies operate. This classification provided the foundation for sector-level comparisons. A detailed categorization was then carried out based on the content of each sustainability report, allowing companies to be grouped by industry for subsequent analysis.

In the third phase, a systematic content analysis was conducted. Each report was examined in relation to the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations. The content was segmented according to the SDGs, and the companies' references, practices, and performance indicators associated with each goal were systematically coded and evaluated.

In the final phase, the results of the content analysis were compared both at the company and sectoral levels. Sectoral comparisons highlighted differences and common trends among industries. Furthermore, the sustainability performance of individual companies was evaluated relative to sectoral averages to identify notable patterns. The sequential phases of the research process are illustrated in the phase flow chart presented in Figure 2.

Table 1. Global 500 2025 List (BrandFinance, 2025)

2025	2024	Company	Sector	Country	2024 Sustainability Report
1	1	Apple	Technology	USA	+
2	2	Microsoft	Technology	USA	+
3	3	Google	Technology	USA	+
4	4	Amazon	Retail / E-commerce	USA	-
5	6	Walmart	Retail	USA	-
6	5	Samsung Group	Technology	South Korea	+
7	7	TikTok / Douyin	Technology / Media	China	-
8	8	Facebook	Technology / Media	USA	+
9	30	NVIDIA	Technology (Semiconductors)	USA	+
10	12	StateGrid Corporation of China	Energy / Utilities	China	-
11	9	T	Telecom	USA	-
12	13	Instagram	Technology / Media	USA	+
13	10	ICBC	Finance	China	+
14	14	China Construction Bank	Finance	China	+
15	11	Verizon	Telecom	USA	-
16	16	Agricultural Bank of China	Finance	China	+
17	20	Home Depot	Retail	USA	+
18	21	Toyota	Automotive	Japan	+
19	22	Bank of China	Finance	China	+
20	24	Moutai	Beverage / Alcohol	China	+
21	19	Oracle	Technology (Software)	USA	-
22	27	UnitedHealthcare	Healthcare / Insurance	USA	-
23	17	Mercedes-Benz	Automotive	Germany	+
24	25	AT&T	Telecom	USA	+
25	28	Allianz Group	Finance / Insurance	Germany	+

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III
OCTOBER 02-03, 2025 / AZERBAIJAN

26	26	Costco	Retail	USA	-
27	32	China Mobile	Telecom	China	+
28	47	Coca-Cola	Beverage	USA	+
29	41	Hyundai Group	Automotive	South Korea	+
30	23	Shell	Energy / Oil & Gas	UK / Netherlands	+
31	40	Bank of America	Finance	USA	+
32	29	Disney	Media / Entertainment	USA	-
33	45	Chase	Finance	USA	-
34	43	Tencent	Technology / Media	China	+
35	31	Ping An	Finance / Insurance	China	+
36	18	Tesla	Automotive / Energy	USA	-
37	37	BMW	Automotive	Germany	+
38	36	Aramco	Energy / Oil & Gas	Saudi Arabia	+
39	38	Accenture	Consulting / IT	Ireland	+
40	33	Porsche	Automotive	Germany	+
41	35	Deloitte	Consulting / Professional Services	UK	+
42	39	McDonald's	Food & Beverage (Restaurant)	USA	+
43	46	Mitsubishi Group	Conglomerate / Automotive / Industry	Japan	+
44	42	American Express	Finance	USA	+
45	15	Starbucks	Food & Beverage (Coffee)	USA	+
46	73	Channel	Luxury Goods / Fashion	France	-
47	63	Uber	Technology / Mobility	USA	-
48	56	NTT Group	Telecom / IT	Japan	+
49	44	Wells Fargo	Finance	USA	-
50	54	Citi	Finance	USA	-

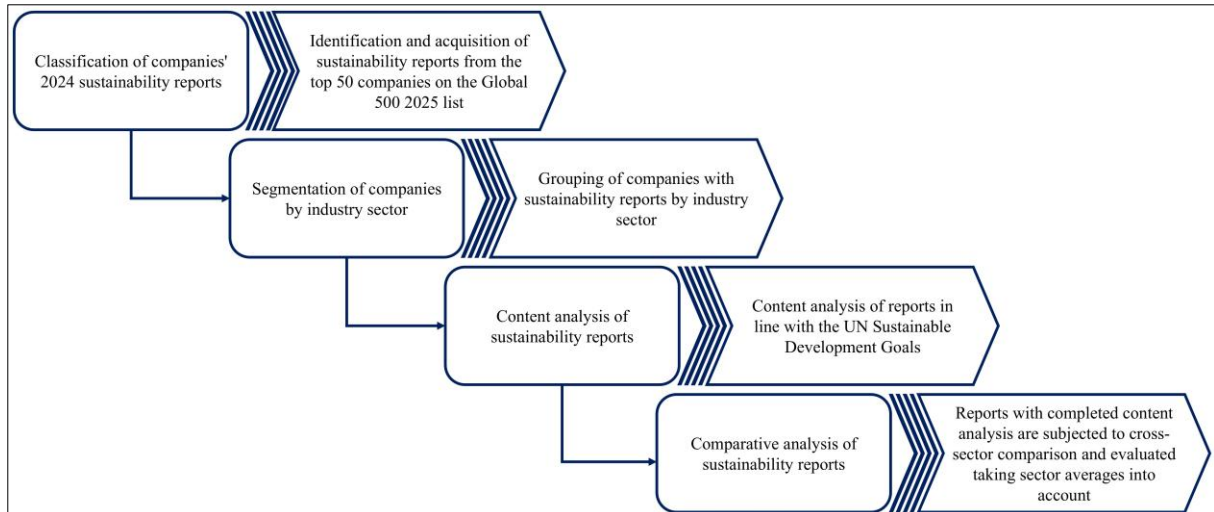


Figure 2. Phases of the Study

RESULTS

In this section, the sustainability reports of companies operating in various sectors have been analyzed in terms of their alignment with the SDGs. A comparative analysis has been conducted of leading companies in each industry, implementation examples, strengths, and limitations. Table 2 provides a synopsis of the salient findings obtained by sector and presents approaches to environmental and social SDGs within a holistic framework.

A thorough review of Table 2 reveals that enterprises operating within the financial sector demonstrate commendable performance, particularly in relation to the Sustainable Development Goals (SDGs) 13 (Climate Action) and 7 (Affordable and Clean Energy). The sector's notable strengths include investments in renewable energy, commitments to reduce carbon emissions, and the implementation of sustainable supply chains. Furthermore, certain corporations, such as Allianz and American Express, have demonstrated a commitment to social responsibility by allocating resources to issues including gender equality and education. However, a heterogeneity in the implementation of social goals across companies has been observed, and there is a lack of uniformity in reporting transparency within the sector.

A review of the technology sector reveals that companies are distinguished by their innovative and transparent reporting on sustainability issues. While Apple and Microsoft have established ambitious targets for reducing their emissions, Google has been observed to be investing in technologies related to climate modeling. Meta has transitioned to 100% renewable energy and achieved water neutrality. A comprehensive review of the sector's contributions reveals significant progress in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) 7, 9, 12, and 13. However, certain corporations (e.g., Tencent, Samsung SDI) exhibit insufficiencies in terms of reporting transparency, and their contributions to social Sustainable Development Goals (e.g., quality education, equality) have been observed to be limited.

In the context of the automotive sector, despite the presence of high carbon intensity, substantial progress has been observed in the ongoing sustainable transformation process. It has been demonstrated that prominent automotive brands, including Toyota, Mercedes-Benz, BMW, Hyundai, and Porsche, have been making substantial contributions to achieving Sustainable Development Goal 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) by allocating funds toward investments in electrification and digital production. Moreover, net-zero targets (SDG 13) and circular economy practices (SDG 12) are among the salient issues in this sector. However, it has been observed that the sector's carbon-intensive structure slows down the transformation process, and insufficiencies in supply chain transparency have also been identified.

The companies examined in the food and beverage sector were observed to contribute to sustainability, particularly in the context of SDGs 6, 7, 12, and 13. Coca-Cola HBC is distinguished by its commitment to sustainable packaging and water management, Starbucks is notable for its inclusive employment policies, and McDonald's is lauded for its sustainable agriculture practices. However, certain companies in the sector, such as Kweichow Moutai, have exhibited a less pronounced commitment to SDG-focused reporting and have adopted a more conventional approach.

A total of three companies in the telecommunications sector were examined. The corporations above are NTT Group, China Mobile, and AT&T. A thorough examination of the industry reveals that they make substantial contributions, particularly under the auspices of SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) and SDG 13 (Climate Action). Large-scale emission reduction projects (e.g., China Mobile's 350 Mt CO₂ reduction) and device recycling initiatives are strong points for the sector. However, the sustainability reports of several companies fall short of being holistic and comprehensive in terms of the SDGs, failing to demonstrate a comprehensive approach.

In the energy sector, Shell and Saudi Aramco are particularly noteworthy. Shell is distinguished by its emphasis on short-term operational enhancements, such as the installation of electric vehicle (EV) charging stations. In contrast, Saudi Aramco's contributions are more pronounced in the realm of long-term energy transition, as evidenced by its substantial 12 GW solar and wind energy projects. Across the sector, Sustainable Development Goals 7 (Clean Energy) and 13 (Climate Action) were found to be of primary importance. However, Shell exhibits a more constrained capacity for social contribution, while Aramco demonstrates insufficiencies in technical diversity and social innovation.

Table 2. Sectoral Analysis of the SDG Alignment of the Top 50 Companies in the Global 500 List

Sector	All Companies	Highlighted Companies / Practices	Strengths	Weaknesses / Limitations
Finance	ICBC, CCB, American Express, Agricultural Bank of China, Bank of China, Allianz, Bank of America, Ping An	▪ ICBC: Renewable energy projects, carbon reduction ▪ Allianz: Female employment, ethical certifications ▪ Bank of America: Microcredit, GHG reduction ▪ American Express: Education and inclusiveness projects	• SDG 13: Focus on carbon reduction • SDG 7: Renewable energy investments • SDG 9: FinTech, digital infrastructure, AI • SDG 12: Recycling and sustainable supply chain - Social contributions (education, inclusiveness, transparency)	- Variations in social targets (e.g., gender equality, education) - Limited transparency in some firms
		▪ Apple: 55% emission reduction, supply chain transformation ▪ Microsoft: Carbon negative by 2030 ▪ Google: Climate modeling technologies (GraphCast, Tapestry) ▪ Meta: 100% renewable energy, water neutrality ▪ NVIDIA: Energy-efficient GPU ▪ Samsung SDI: Sustainable battery technologies ▪ Tencent: Emission monitoring in data centers	• SDG 7, 9, 12, 13: Renewable energy, innovation, responsible production, climate action • High transparency, circular economy applications	- Tencent and Samsung SDI: Low transparency in reporting - Limited contributions to social SDGs (4, 5, 10)
Automotive	Toyota, Mercedes-Benz, Hyundai, BMW, Porsche	▪ Toyota: Electrification, RE100 facilities, Mercedes-Benz: Digital manufacturing, innovation, BMW: NEUE KLASSE platform, Hyundai: Net-zero by 2045, Porsche: Circular economy, education projects	• SDG 13: Net-zero targets - SDG 7: RE100 memberships • SDG 9: Electrification, digital manufacturing • SDG 12: Circular economy, resource efficiency • SDG 4: Education investments	- High carbon intensity slows transition - Supply chain transparency remains limited

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III
OCTOBER 02-03, 2025 / AZERBAIJAN

Food & Beverage	Coca-Cola, McDonald's, Starbucks, Kweichow Moutai	▪ Coca-Cola HBC: Sustainable packaging, water management	• SDG 6, 7, 12, 13: Water, energy, packaging transformation, climate action • Social equality, labor rights	- Weak SDG-oriented reporting in Kweichow Moutai
		▪ Starbucks: Diversity and inclusive employment (70.9% female workforce) ▪ McDonald's: Carbon reduction, sustainable agriculture ▪ Kweichow Moutai: Traditional approach, limited SDG contribution		
Telecommunications	NTT Group, China Mobile, AT&T	▪ NTT Group: 50% GHG reduction, ethical governance	• SDG 9, 13: Digital transformation, climate action • Social initiatives and inclusive programs	- Limited reporting in some SDGs (China Mobile, AT&T)
		▪ China Mobile: 350 Mt CO₂ reduction, digital village projects ▪ AT&T: 12.5M devices recycled, education programs		
Energy	Shell, Saudi Aramco	▪ Shell: 30% Scope 1-2 reduction, 70,000 EV charging stations	• SDG 7, 13: Renewable energy, carbon reduction	- Shell is weaker in social contributions
		▪ Saudi Aramco: 12 GW solar & wind projects, CCS technologies	• Shell: strong in the short-term, Aramco: long-term strategic vision	- Aramco is less diverse in technical innovation
Services	Accenture, Deloitte	▪ Accenture: 44M hours of training, 48% female workforce	• SDG 4, 5, 8, 9: Education, gender equality, innovation • Accenture: social inclusiveness, Deloitte: technical expertise	- Deloitte: Limited reporting on social targets
		▪ Deloitte: ESG technologies, compliance with international standards		
Retail	The Home Depot	▪ The Home Depot: 47% female workforce, 70% renewable energy, 100 billion gallons of water saved	• SDG 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 17: Gender equality, clean water, energy, circular economy, partnerships	- Single-firm sector, limited comparability
Conglomerate Holding	Mitsubishi Motors	▪ Mitsubishi Motors: Carbon neutrality by 2050, EVs, circular economy, biodiversity projects	• SDG 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 17: Carbon neutrality, mobility, biodiversity, partnerships	- Limited detail in social targets, traditional reporting approach

The services sector was the focus of the analysis, with only Accenture and Deloitte being the subject of study. Accenture is distinguished by its investments in social inclusion and education, as evidenced by the 44 million hours of training it has facilitated and its 48% female employee population. Conversely, Deloitte has demonstrated notable strength in the domains of ESG technologies and adherence to international standards. Observations were made regarding contributions under SDGs 4, 5, 8, and 9 across the sector. However, a comparative analysis of the social SDGs reveals that Deloitte's disclosures are more limited in scope when compared to those of Accenture.

The analysis conducted in the retail sector examined only The Home Depot. The company distinguishes itself through its substantial contributions to the UN Sustainable Development Goals (SDGs), including initiatives such as water conservation, clean energy, and gender equality. Specifically, the company's utilization of clean energy constitutes 70% of its total energy usage, it has achieved 100 billion gallons in water savings, and it maintains a female employee ratio of 47%, underscoring its achievements in environmental and social Sustainable Development Goals (SDGs). However, given that the sector is evaluated based on a single company, the possibility for comparative analysis is limited.

Mitsubishi Motors was evaluated in the conglomerate category. In terms of sustainability, the company has set a target for carbon neutrality by 2050 and has been recognized for its contributions to electric mobility, the circular economy, and biodiversity projects. The report clearly demonstrates a high level of alignment with SDGs 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, and 17. However, a paucity of detail in social targets was observed, and the reporting approach remained relatively traditional.

In conclusion, when all sectors are considered, it was observed that SDG 13 (Climate Action) and SDG 7 (Clean Energy Action) were identified as priority areas. However, the investigation revealed that reporting transparency and contributions to social SDGs (such as education, equality, and inclusivity) exhibited variability across sectors and even among companies examined.

DISCUSSION

The findings reveal common trends and structural differences in the sustainability approaches of companies operating in different sectors. The findings indicate that SDG 13 (Climate Action) and SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) emerge as pivotal focal points across all sectors. This observation is consistent with the conclusions reported in the extant literature by Ramos Farroñán et al. (2025) and Liu et al. (2023), which emphasize that the primary axis of sustainable development is the concurrent combat of climate change, digitalization, and innovation. This finding suggests that companies have recognized environmental sustainability as a strategic priority, incorporating practices such as carbon reduction, renewable energy utilization, and circular production into their corporate performance metrics.

However, the fact that social SDGs (e.g., SDG 4 – Quality Education, SDG 5 – Gender Equality, SDG 10 – Reduced Inequalities) are addressed at a secondary level in many sectors confirms the tendency noted in the literature by Hashem et al. (2023) and Pacheco-Torgal (2024). The fact that social inclusion, gender equality, and social impact creation are addressed as secondary objectives does not fully align with the holistic nature of sustainability. This phenomenon results in a paucity of quantifiable social indicators in sustainability reporting and constrained comparability between companies.

One of the most prominent challenges in cross-sector comparisons is the presence of discrepancies in reporting transparency. While data-driven sectors, such as technology and finance, exhibit a high level of transparency, a more cautious approach to reporting has been observed in high-carbon-intensive sectors, including the automotive and energy industries. This finding is consistent with Dubey et al. (2024)'s observation that, despite the potential of Industry 4.0 technologies to increase supply chain transparency, heterogeneity exists at the implementation level.

Furthermore, the observation that certain corporations develop robust practices in specific Sustainable Development Goals (SDGs) while demonstrating insufficiencies in others indicates that the multidimensional nature of sustainability cannot be integrated to the same extent into every corporate structure. The underlying factors contributing to this phenomenon include the structural dynamics of various sectors, the importance of regulatory oversight, the influence of stakeholders, and geographical location. For instance, the impact of data

diversity and local conditions, as noted by Alizadeh et al. (2025), supports the importance of regional differences in sustainability practices.

A three-pronged evaluation framework, encompassing academic, practical, and industrial dimensions, is proposed to assess the contributions of this study. From a scholarly perspective, the study makes a unique contribution to the existing literature by systematically analyzing the sustainability reports of the top 50 companies on the Global 500 2025 list, focusing on SDGs. Moreover, the findings reveal the diversity of SDG priorities across different sectors and provide a comparative analysis in terms of sustainability. The article demonstrates that sustainability focuses not only on the environment but also on social inclusion, equality, governance, and partnerships. Utilizing data obtained from prominent global corporations, the article establishes the foundation for theoretical conclusions regarding the relationship between corporate reporting transparency and SDG performance.

From a pragmatic perspective, the article furnishes policymakers with the capacity to evaluate the viability of implementing international sustainability policies, a task facilitated by the sector-specific findings presented in the study. Concurrently, the article provides investors and stakeholders with practical indicators for use in investment decision-making processes. Moreover, the article advocates for transparency and adherence to the principles of the Sustainable Development Goals (SDGs) in reporting. The study proffers pragmatic recommendations for companies to disseminate best practices, adopt transparent reporting standards, and cultivate multi-stakeholder collaborations.

In terms of industrial contributions, the article identifies the unique strengths and weaknesses of sectors, thereby enabling companies to develop their own sustainability strategies and compare themselves with competitors. Moreover, the article presents a framework that illuminates companies' reporting transparency, social responsibility, and investment in innovation.

In consideration of the study's limitations, the article's scope is confined to the top 50 companies listed on the Global 500. Consequently, the analysis excludes companies operating on disparate scales and in various geographical regions. Given that the study is based on companies' official reports and statements, the findings may be limited for companies with limited transparency in their reporting. Given the qualitative and reporting-based nature of the method employed in the evaluation, there may be some limitations in accurately measuring the performance of companies. As the study's primary focus is on global companies, the extent to which generalizations can be made for SMEs and regional companies is limited.

In conclusion, this study provides a cross-sectoral comparative framework, emphasizing that compliance with SDGs must be addressed not only from an environmental perspective but also from the perspectives of social equality, governance, inclusiveness, and partnerships. In this regard, sharing best practices, harmonizing sectoral reporting standards, and promoting multi-stakeholder governance models are crucial to achieving the Sustainable Development Goals.

CONCLUSION

The issue of sustainability has emerged as a prominent concern in contemporary society. In this context, companies have identified sustainability as a primary objective, driven by both the pursuit of competitive advantage and the collective responsibility to safeguard the planet's future. Indeed, the United Nations published the Sustainable Development Goals in 2015. The published goals encompass a total of 17 topics, addressing a wide range of subjects, including the environment, climate change, hunger, and social equality. The present study examined the sustainability reports of international companies operating in various sectors and assessed the extent to which these reports align with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs).

The following conclusions can be drawn from the study's findings:

- It has been demonstrated that both SDG 13 (Climate Action) and SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure) are shared priorities across all sectors.
- The global agenda is currently focused on three primary issues: combating climate change, digitalization, and innovation.

- The alignment of Sustainable Development Goals (SDGs) is not confined to the environmental dimension; it also encompasses social equality, inclusivity, governance, and partnerships.
- The extent and nature of reporting transparency and scope may vary across different sectors.
- It is essential to note that certain companies may demonstrate notable progress in specific Sustainable Development Goals (SDGs), while concurrently exhibiting substandard performance in other areas.
- The promotion of best practices, the establishment of transparent reporting standards, and the facilitation of multi-stakeholder collaborations are imperative for achieving success in the realm of sustainability.

This study makes a significant contribution to the extant literature by analyzing the SDG-focused reports of the top 50 companies on the Global 500 list. It enhances academic and industrial knowledge by highlighting sector-specific strengths and weaknesses. The study's findings provide actionable insights for policymakers, investors, and companies, underscoring the importance of transparent reporting, the dissemination of best practices, and multi-stakeholder collaboration in sustainability practices. In light of the findings, the study serves as a manual for expert academics, policymakers, and industrial partners in the field.

DISCLOSURE STATEMENT

The authors declare that they have no conflict of interest with any of the companies mentioned in this proceeding. None of the analyses or results presented were intended to promote or criticize any company, nor do they constitute financial advice. The sole purpose of this study was to provide an objective and comparative assessment of the sustainability performances of the examined firms.

REFERENCE

- Ahmad, H., Yaqub, M., Lee, S.H. (2024). Environmental-, social-, and governance-related factors for business investment and sustainability: a scientometric review of global trends. *Environ Dev Sustain*, 26, 2965–2987. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-02921-x>
- Ahmed, N., Khan, S. (2021). Community-based water management in rural development. *Sustainability*, 13(12), 6834.
- Ahmed, S., Chowdhury, M., & Rahman, T. (2023). Community participation in climate change adaptation: A sustainable approach. *Environmental Science & Policy*, 134, 1–12.
- Alizadeh, S.M., Khalili, Y., Ahmadi, M. Correction: Alizadeh et al. Comprehensive Review of Carbon Capture and Storage Integration in Hydrogen Production: Opportunities, Challenges, and Future Perspectives. *Energies* 2024, 17, 5330. *Energies* **2025**, 18, 1678. <https://doi.org/10.3390/en18071678>
- Autry, C. W., Goldsby, T. J., & Bell, J. E. (2013). *Global macro trends and their impact on supply chain management: Strategies for gaining competitive advantage*. Pearson Education.
- BrandFinance. (2025). *Global 2025*. BrandFinance. <https://brandirectory.com/reports/global/2025>. Erişim tarihi: 15 March 2025
- Cahyadi, A., Hidayati, N., Zahra, F., & Arif, M. (2024). Circular economy in agri-food supply chains: A systematic literature review. *Sustainability*, 16(16), 7165.
- Carter, D., Brown, P., & Wilson, R. (2023). Industrial energy efficiency and renewable integration: Policy analysis. *Energy Economics*, 117, 106558.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., & Papadopoulos, T. (2024). Green supply chain management: A review. *Journal of Cleaner Production*, 400, 136901.
- Dupont, C., & Moreau, E. (2021). Social acceptance in renewable energy projects: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145, 111053.
- Fernandes, R., Oliveira, T., & Santos, A. (2023). Natural dyes and sustainable textiles: Experimental results. *Textile Research Journal*, 93(4), 471–485.

Feuerriegel, Stefan; Hartmann, Jochen; Janiesch, Christian; and Zschech, Patrick (2023) "Generative AI," *Business & Information Systems Engineering*: Vol. 66: Iss. 1, 11-126.

Gonzalez, M., & Ramirez, J. (2024). Balancing culture and environment in sustainable tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 32(3), 438–455.

Hashem, I. A. T., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., ... Chiroma, H. (2023). The role of big data in sustainable development goals. *Information Systems Frontiers*, 25(2), 1–16.

Ibrahim, A., & Hassan, M. (2022). Solar energy potential in sustainable energy production: Feasibility studies. *Energy Reports*, 8, 1749–1760.

Johnson, M., & Smith, L. (2022). Economic and environmental impacts of energy efficiency policies: A meta-analysis. *Energy Policy*, 165, 112951.

Kalaitzi, D., Matopoulos, A., Fornasiero, R., Sardesai, S., Barros, A. C., Balech, S., & Muerza, V. (2021). Megatrends and trends shaping supply chain innovation. In *Next Generation Supply Chains: A Roadmap for Research and Innovation* (pp. 3–34). Cham: Springer International Publishing.

Kim, H., Park, J., & Lee, S. (2023). Circular economy in sustainable fashion: Innovations and practices. *Fashion and Sustainability*, 2(1), 55–71.

Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Lee, J., & Kim, S. (2023). Impacts of green building certification systems on urban sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 329, 129632.

Liu, Y., Chen, H., & Xu, L. (2023). Smart cities and green infrastructure solutions. *Journal of Urban Technology*, 30(2), 115–132.

López, J., Martínez, R., & Ruiz, A. (2022). Biodiversity conservation and sustainable forestry. *Forest Ecology and Management*, 512, 120103.

Mani, V., Gunasekaran, A., & Delgado, C. (2018). Supply chain social sustainability: Standard adoption practices in Portuguese manufacturing firms. *Business Strategy and the Environment*, 19(5), 289–303.

Martínez, L., González, R., & Pérez, M. (2021). Sustainable biotechnological applications in wastewater treatment. *Water Research*, 189, 116649.

Müller, F., & Becker, S. (2021). Sustainable water management in agriculture: Techniques and impacts. *Agricultural Water Management*, 255, 107003.

Nguyen, T., & Tran, L. (2022). Biological pest control in sustainable agriculture: A review. *Crop Protection*, 157, 105964.

Ningsih, R., Saraswati, D., & Putri, A. (2025). Integration of renewable energy in sustainable agriculture: A review. *Renewable Energy*, 185, 1357–1372.

Oliveira, U.R., Menezes, R.P., Fernandes, V.A. (2023). A systematic literature review on corporate sustainability: contributions, barriers, innovations and future possibilities. *Environ Dev Sustain*, 14, 1-35.

Pacheco-Torgal, F. (2024). Advances in sustainable construction and green buildings. *Construction and Building Materials*, 375, 130921.

Park, S., & Lee, H. (2021). Urban green spaces and air quality improvement: A longitudinal study. *Environmental Pollution*, 284, 117261.

Patel, K. (2021). Green infrastructure in sustainable urban planning. *Urban Forestry & Urban Greening*, 57, 126936.

Ramos Farroñán, J., Silva, P., & Ortega, L. (2025). Strategies for sustainable energy transitions. *Energy Policy*, 170, 113243.

Rossi, F., & Bianchi, L. (2024). Sustainable construction materials: Performance and environmental impact. *Construction and Building Materials*, 376, 130961.

- Sassen, R., & Azizi, L. (2018). Voluntary disclosure of sustainability reports by Canadian universities. *Journal of Business Economics*, 88(1), 97–137.
- Siboni, B., del Sordo, C., & Pazzi, S. (2013). Sustainability reporting in state universities. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 4(2), 1–15.
- Silva, F., & Costa, P. (2024). Environmental impacts of bioplastics: A review. *Journal of Cleaner Production*, 337, 130484.
- Silva, G., Rodrigues, F., & Almeida, J. (2023). Innovations in solid waste management: Recycling technologies. *Waste Management*, 150, 197–208.
- Stank, T., Autry, C., Daugherty, P., & Closs, D. (2015). Reimagining the 10 megatrends that will revolutionize supply chain logistics. *Transportation Journal*, 54(1), 7–32.
- Thompson, R., & Miller, D. (2020). Blockchain for sustainable supply chains: Challenges and opportunities. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2136–2153.
- United Nations. (2018). The 17 Goals. United Nations Sustainable Development Goals. <https://sdgs.un.org/goals>
- Wang, Y., Li, X., & Zhang, H. (2022). Sustainable supply chain management in renewable energy sector. *Journal of Environmental Management*, 310, 114744.
- Zhao, J., & Chen, Y. (2022). Electric vehicles and sustainable transportation: Infrastructure and policy analysis. *Transportation Research Part D*, 102, 103122.
- Zhao, Q., Wang, Y., & Liu, Z. (2023). Battery recycling technologies in electric vehicles: Environmental assessment. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135036.

INNOVATIVE APPROACHES IN SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT

Doç. Dr. Çiğdem TUĞAÇ

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü,
Ankara, ORCID ID: 0000-0002-2555-6641

Abstract

Sustainable water management is a strategic approach aimed at ensuring long-term security, equitable resource use, and resilience in the face of the water crisis exacerbated by climate change. In this context, water is regarded not only as an environmental resource but also as a multidimensional element with economic, social, and political dimensions. The purpose of this study is to evaluate innovative practices in sustainable water management within the framework of circular economy, green infrastructure, nature-based solutions, and integrated governance. The analysis considers Turkey's 12th Development Plan, the Water Efficiency Strategy Document (2023–2033), the European Union Water Framework Directive, relevant EU sectoral policy documents and legislation, as well as the European Green Deal, examining national and international developments in a comparative perspective. Findings indicate that innovative approaches to water management concentrate on six key areas: (1) integrated water resources management, (2) sectoral water efficiency and demand management, (3) green infrastructure and nature-based solutions, (4) circular economy and wastewater reuse, (5) monitoring and decision-support systems, and (6) public participation. The circular economy perspective makes critical contributions particularly in terms of wastewater reuse, the development of closed-loop systems, and the integration of water–energy efficiency. Green infrastructure practices not only reduce flood and drought risks but also contribute to the maintenance of ecosystem services, improved urban quality of life, and enhanced public awareness. Overall, the study concludes that when sustainable water management is combined with circular economy principles, it offers an innovative governance model that generates multidimensional environmental and socio-economic benefits.

Keywords: Sustainable Water Management, Circular Economy, Green Infrastructures, Nature-Based Solutions, Water Efficiency, Environmental Policies.

SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

Özet

Sürdürülebilir su yönetimi, iklim değişikliğinin derinleştirdiği su krizine karşı uzun vadeli güvenlik, adil kaynak kullanımı ve dirençlilik sağlamayı hedefleyen stratejik bir yaklaşımdır. Bu bağlamda su, yalnızca çevresel bir kaynak değil, aynı zamanda ekonomik, toplumsal ve politik boyutları olan çok yönlü bir unsur olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmanın amacı, sürdürülebilir su yönetiminde yenilikçi uygulamaları; döngüsel ekonomi, yeşil altyapılar, doğa temelli çözümler ve bütünleşik yönetim boyutları çerçevesinde değerlendirmektir. Çalışmada, Türkiye'nin 12. Kalkınma Planı, Su Verimliliği Strateji Belgesi (2023–2033), Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi, Avrupa Birliği'nin sektörel politika belgeleri ve mevzuatının yanı sıra ile Avrupa Yeşil Mutabakatı dikkate alınarak, ulusal ve uluslararası ölçekteki gelişmeler karşılaştırmalı biçimde incelenmiştir. Bulgular, su yönetiminde yenilikçi yaklaşımların altı temel alanda yoğunlaştığını göstermektedir: (1) bütünleşik su kaynakları yönetimi, (2) sektörel su verimliliği ve talep yönetimi, (3) yeşil altyapılar ve doğa temelli çözümler, (4) döngüsel ekonomi ve atık su geri kazanımı, (5) İzleme ve karar destek sistemleri ve (6) toplum katılımı. Döngüsel ekonomi perspektifi, özellikle atık suyun yeniden kullanımı, kapalı devre sistemlerin geliştirilmesi ve su-enerji verimliliği entegrasyonu açısından kritik katkılar sunmaktadır. Yeşil altyapı uygulamaları ise taşkın ve kuraklık risklerini azaltmanın yanı sıra ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesine, kentlerde yaşam kalitesinin artmasına ve toplumsal farkındalığın gelişmesine hizmet etmektedir. Çalışmada, sürdürülebilir su yönetiminin döngüsel ekonomi ilkeleriyle birleştiğinde, çok boyutlu çevresel ve sosyo-ekonomik kazanımlar sağlayan yenilikçi bir yönetim modeli olduğu sonucu elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sürdürülebilir su yönetimi, döngüsel ekonomi, yeşil altyapı, doğa temelli çözümler, su verimliliği, çevre politikaları.

GİRİŞ

Günümüzde küresel çapta, iklim değişikliğinin etkileriyle giderek derinleşen bir su krizi yaşanmaktadır. Tarihsel süreçte, su kaynakları yalnızca bir çevre unsuru olarak görülmüş ve artan nüfus, sanayileşme ve tarımsal faaliyetlerin taleplerini karşılamak üzere geliştirilen altyapılarla yönetilmiştir. Ancak, su kaynaklarının giderek azalması, aşırı kuraklık ve ani taşkın gibi aşırı hava olaylarının sıklığının artması, mevcut su yönetim yaklaşımlarının yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. 2050 yılına kadar, iklim değişikliği nedeniyle su kıtlığına maruz kalan insan sayısının 0,5 ila 3,1 milyar arasında artacağı öngörülmektedir (Gosling ve Arnell, 2016; He, Liu, Wu, Pan, Fang, Li ve Bryan, 2021).

Birleşmiş Milletler tarafından suyun barış ve kalkınma süreçlerindeki merkezi rolünün vurgulanması, suyun artık sadece çevresel değil, aynı zamanda ekonomik, toplumsal ve politik boyutları olan çok yönlü bir kaynak olarak ele alınmasını zorunlu kılmıştır (United Nations, 2024). Bu yeni anlayış, su kaynaklarının korunması ve dağıtımı için acil eylemler gerektirmekte; geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak, dirençliliği ve uzun vadeli güvenliği önceliklendiren bütüncül bir bakış açısını zorunlu kılmaktadır (Ercan, 2025).

İklim değişikliğinin ve artan su talebinin neden olduğu baskılar, su yönetimini yalnızca bir mühendislik konusu olmaktan çıkararak, çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları olan çok katmanlı bir yönetim sorunu haline getirmiştir (Huang, Yuan ve Liu, 2021). Bu bağlamda, etkin su yönetimi; kaynakların korunması, kirliliğin önlenmesi, su tasarrufu ve kaynak verimliliğinin artırılması gibi kapsamlı stratejileri içermektedir. Yenilikçi yaklaşımlar arasında öne çıkan yeşil altyapılar ve döngüsel ekonomi, su krizine karşı bütüncül faydalar sağlamaktadır. Yeşil altyapılar, taşkın ve kuraklık risklerini azaltırken, kentlerde yaşam kalitesini artırmakta, ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesine katkıda bulunmaktadır (Agócsová ve Chodasová, 2021; Liu ve Jensen, 2018; Moglia ve Cook, 2019). Döngüsel ekonomi ise suyun atık olarak görülmesinden vazgeçilerek, kaynak verimliliğini artıran ve ekonomik değeri geri kazandıran bir döngünün parçası haline getirilmesini sağlamaktadır (Das, Singh, Sodhi ve Singh, 2023; Dhak, Chiavola, Mishra ve Dhak, 2023; Lako ve Como, 2024; Ulusoy, Atılğan, Rolbiecki, Jagosz ve Rolbiecki, 2024). Bu tür yenilikçi çözümler, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını ve dikkatli yönetimini mümkün kılarak, gelecek nesillerin su hakkının korunmasına katkı sunmaktadır.

Bu esaslar doğrultusunda bu çalışmanın amacı sürdürülebilir su yönetiminde yenilikçi uygulamaları; döngüsel ekonomi, yeşil altyapılar, doğa temelli çözümler ve bütüncül yönetim boyutları çerçevesinde değerlendirmektir. Geleneksel su temini odaklı çözümlerin ötesine geçen bu yeni stratejiler, suyun değerini ve çok boyutlu niteliğini göz önünde bulundurarak bütüncül bir perspektif sunmaktadır. Çalışma kapsamında, Türkiye'nin su politikalarını şekillendiren 12. Kalkınma Planı ve Su Verimliliği Strateji Belgesi (2023–2033); Avrupa Birliği'nin çevresel ve ekonomik entegrasyonunu yönlendiren Su Çerçeve Direktifi, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve ilgili sektörel politika belgeleri ve mevzuatı karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu karşılaştırma, Türkiye'nin su yönetimi stratejilerinin Avrupa Birliği politikalarıyla olan uyumunu ve bu alandaki küresel eğilimlerle nasıl örtüştüğünü ortaya koymayı hedeflemektedir.

YÖNTEM

Bu çalışma, sürdürülebilir su yönetiminde yenilikçi yaklaşımları değerlendirmek amacıyla nitel ve karşılaştırmalı bir politika analizi yaklaşımı benimsemiştir. Çalışmanın temel veri seti; politika belgeleri, akademik yayınlar ve sektör raporlarından derlenen bilgilerden oluşmaktadır. Bu veriler, sistematik bir gözden geçirme ve sentez süreciyle analiz edilmiştir.

İncelenen Politika Belgeleri

Analiz için seçilen politika belgeleri, küresel ve ulusal su yönetimi stratejilerinde paradigmatic bir değişimi temsil etmektedir. İncelenen ulusal belgeler, Türkiye'nin resmi kalkınma hedeflerini ve sektörel stratejilerini belirleyen 12. Kalkınma Planı ve su verimliliğine odaklanan Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı'dır.

Bu belgeler, Türkiye'nin orta ve uzun vadeli su politikalarını şekillendiren en üst düzey stratejik dokümanlardır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Uluslararası düzeyde ise, Avrupa Birliği'nin su politikalarının temelini oluşturan Su Çerçeve Direktifi, suyla ilişkili sektörlerle yönelik sektörel politika belgeleri ve mevzuat ve tüm çevresel politikalarını dönüştürmeyi hedefleyen Avrupa Yeşil Mutabakatı incelenmiştir (European Commission, 2019; European Union, 2000). Bu belgelerin seçimi, esasen stratejik bir zorunluluğu yansıtmaktadır. Avrupa Birliği'nin, Sınırdaki Karbon Düzenlemesi Mekanizması (SKDM) gibi ekonomik araçları da içeren *Fit for 55* paketiyle ortaya koyduğu çevresel ve ekonomik standartlar, Türkiye gibi önemli bir ticaret ortağı için politika uyumunu zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla, bu belgeler arasındaki karşılaştırma, yalnızca çevresel hedeflerin değil, aynı zamanda ekonomik rekabetçilik ve sürdürülebilirlik ilkelerinin de nasıl birbirine entegre olduğunu anlamak için kritik bir çerçeve sunmaktadır.

Veri Toplama ve Analiz

Çalışmanın veri toplama aşaması, sağlanan metinlerin dikkatli bir şekilde okunması ve anahtar kelimeler olan “sürdürülebilir su yönetimi”, “döngüsel ekonomi”, “yeşil altyapı”, “bütünleşik su yönetimi”, “dijitalleşme”, “toplum katılımı” üzerinden gruplandırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Analiz süreci, bu gruplar içindeki verilerin birbiriyle çapraz referanslanması ve aralarındaki nedensel ilişkilerin belirlenmesiyle ilerlemiştir. Bu yöntem politika belgeleri, teknolojik çözümler ve çevresel faydalar arasındaki karmaşık bağlantıları ortaya çıkarmayı sağlamıştır. Analiz, bulguların derinlemesine ele alınmasına ve bu bulguların, döngüsel ekonomi ile yeşil altyapı ilkeleri etrafında nasıl birleştiğine odaklanmıştır.

BULGULAR

Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi

Su kaynakları yönetiminde tarihsel olarak benimsenen yaklaşımlar, su temini ve suyun neden olduğu zararların önlenmesine yönelik tekil çözümlere odaklanmıştır. Ancak, artan çevresel baskılar ve kaynakların karmaşık yapısı, bu tek boyutlu yaklaşımın yetersiz olduğunu göstermiştir. Bu durum, su kaynaklarının miktar, kalite, toprak ve havayla ilişkileri gibi tüm fiziksel faktörlerin bir arada ele alındığı bütünleşik bir yönetim modeline geçişi zorunlu kılmıştır (Harmancıoğlu, Gül ve Fıstıkoğlu, 2002).

Bu bütünleşik yaklaşımın en somut örneklerinden biri olan Avrupa Birliği'nin 2000/60/EC sayılı Su Çerçeve Direktifi, su yönetiminde havza temelli planlama, kapsamlı analiz ve izleme sistemlerinin yanı sıra maliyetin kullanıcılardan tahsil edilmesi ve halkın karar süreçlerine katılımı gibi ilkeleri zorunlu kılmaktadır. Direktif'te bu hususlar sürdürülebilir su yönetiminin temel prensipleri olarak belirlenmiştir. Direktif, iç yüzeysel sular, kıyı suları ve yer altı sularında “iyi çevresel duruma ulaşma”yı hedeflemektedir ve su yönetimini sadece teknik bir mesele olmaktan çıkarıp paydaş temelli bir yönetim süreci haline getirmektedir (Avrupa Birliği Başkanlığı, 2025; Mumlu, 2023).

Benzer şekilde, Türkiye'nin 12. Kalkınma Planı (2024-2028), su kaynaklarının koruma-kullanma dengesi gözetilerek sürdürülebilir, bütüncül ve verimli bir biçimde yönetilmesini hedeflemektedir. Plan, su yönetimi idari yapısının işlevselliğinin artırılması, havza kurullarının güçlendirilmesi ve nehir havza yönetim planlarının etkin bir biçimde uygulanması için kurumsal kapasitenin geliştirilmesi hedeflerini içermektedir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023).

Her iki politika çerçevesi de yönetim modelindeki dönüşüme işaret etmektedir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'nin halk katılımına yaptığı vurgu ile 12. Kalkınma Planı'nda öngörülen kurumsal koordinasyon, su yönetiminin yukarıdan aşağıya, merkezi bir yapıdan, çok paydaşlı, şeffaf ve katılımcı bir modele doğru evrildiğini göstermektedir. Bu dönüşüm, su kaynaklarının yönetiminin artık yalnızca bir devlet sorumluluğu değil, toplumun tüm kesimlerini içeren ortak bir süreç haline geldiğinin göstergesidir. Böylelikle, su yalnızca bir doğal kaynak değil, aynı zamanda kamusal bir değer olarak yeniden tanımlanmakta ve toplumsal dirençliliğinin güçlendirilmesine katkı sunmaktadır. Özetle, bütünleşik su kaynakları yönetimi, sadece teknik veya kurumsal yeniliklerle sınırlı kalmayan; aynı zamanda yönetim paradigmasını dönüştüren çok boyutlu bir yaklaşımdır. Bu dönüşüm, suyun toplumsal bir değer olarak kolektif katılım yoluyla yönetilmesini sağlayarak sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır.

Sektörel Su Verimliliği ve Talep Yönetimi

Su tüketimi, tarım, sanayi, enerji ve kentsel kullanım gibi sektörler arasında belirgin farklılıklar göstermektedir. Türkiye’de tarım, toplam su tüketiminin yaklaşık %70’ini oluşturmakta; sanayi ve enerji üretimi ise giderek artan bir paya sahip olmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023). Bu nedenle, arzı artırmaya yönelik geleneksel politikaların ötesinde, talebin etkin yönetimi ve verimliliğin artırılmasına odaklanan yenilikçi sektör bazlı stratejiler önem kazanmaktadır.

Sektörel su verimliliği stratejileri; tarımsal üretimde modern sulama tekniklerinin yaygınlaştırılması, sanayide geri kazanım ve kapalı devre sistemlerin geliştirilmesi, enerji üretiminde düşük su ayak izine sahip teknolojilerin tercih edilmesi ve kentsel alanlarda akıllı su yönetim sistemlerinin uygulanması gibi çok boyutlu politika ve uygulamaları içermektedir.

Türkiye’nin Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı, bu çerçevede tüm sektörler ve paydaşlar için kapsamlı bir yol haritası sunmaktadır. Belge, suyun verimli kullanımını, alternatif kaynakların (yağmur suyu hasadı gibi) yaygınlaştırılmasını ve atık suların yeniden kullanımını teşvik etmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Benzer şekilde Avrupa Birliği’nin Su Çerçeve Direktifi, suyun sektörel düzeyde yönetimini ekolojik sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde ele almaktadır. Direktif, üye ülkelerde “havza ölçeğinde entegre yönetim” anlayışını benimsemekte; tarımda nitrat kirliliğinin azaltılması, sanayide kapalı devre sistemlerin yaygınlaştırılması ve kentlerde su kayıp-kaçaklarının önlenmesi gibi sektörel önlemleri zorunlu kılmaktadır (European Union, 2000).

Bu stratejiler, özellikle dijital teknolojiler aracılığıyla güçlendirilmektedir. Akıllı su yönetim sistemleri, su tüketiminin anlık izlenmesini, su kaçaklarının erken tespitini ve gereksiz kullanımın önlenmesini sağlamaktadır. SCADA (Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama) ve PLC (Programlanabilir Mantık Denetleyicisi) tabanlı çözümler, sanayi tesislerinde hem su hem de enerji verimliliğini artırarak çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunmaktadır. Böylece su yönetimi, pasif bir tüketim modelinden, aktif ve bilinçli bir kaynak yönetimi modeline dönüşmektedir (da Silva Filho, Lopes, de Melo ve dos Santos, 2019; Emcekare, 2025).

Sonuç olarak, Türkiye’nin ulusal stratejileri ile Avrupa Birliği su politikaları arasında güçlü bir uyum söz konusudur. Bu paralellik, hem Avrupa Birliği müktesebatına uyum süreci hem de küresel sürdürülebilirlik hedefleri açısından Türkiye için stratejik önem taşımaktadır.

Yeşil Altyapılar ve Doğa Temelli Çözümler

Yeşil altyapılar ve doğa temelli çözümler, beton ve çelik temelli gri altyapıların yerine geçen, doğal süreçlerle uyumlu sistemlerdir. Avrupa Komisyonu, yeşil altyapıyı “ekosistem hizmetlerini sağlamak amacıyla stratejik biçimde planlanmış doğal ve yarı-doğal alan ağı” olarak tanımlamaktadır. Bu sistemler; su arıtımı, hava ve su kalitesinin iyileştirilmesi, rekreasyon alanlarının artırılması ve iklim değişikliğine karşı direnç kazandırılması gibi çok boyutlu faydalar sunmaktadır (European Commission, 2025a). Doğa temelli çözümler ise doğadan ilham alarak, çevresel, sosyal ve ekonomik kazanımları bir arada sağlayan maliyet-etkin yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır (Climate ADAPT, 2025). Bu uygulamalar yalnızca su yönetimi sorunlarını çözmekle kalmaz, aynı zamanda ekosistem hizmetlerini korur, kentlerde yaşam kalitesini artırır ve toplumsal farkındalığın gelişmesine katkıda bulunur.

Avrupa Birliği düzeyinde, Yeşil Altyapı Stratejisi ve Biyoçeşitlilik Stratejisi 2030; ekosistemlerin korunması, restore edilmesi ve politika alanlarına entegrasyonunu hedeflemektedir. 2024 yılında yürürlüğe giren Doğa Yenileme Yasasıyla (*Nature Restoration Regulation*), üye ülkelere 2030’a kadar habitatların %30’unu restore etme yükümlüğü getirilmiştir (European Commission, 2025a; 2025b).

Kentsel ölçekte, geçirgen zeminler, yeşil çatı sistemleri ve sulak alan restorasyonları gibi doğa temelli çözümler; su yönetimini iyileştirmenin yanı sıra ısı adası etkisini azaltmakta ve yaşam kalitesini artırmaktadır. Bu çözümler, çoğu durumda gri altyapıya kıyasla daha ekonomik ve ekosistem temelli avantajlar sunmaktadır. Bazı çalışmalarda, yeşil altyapı uygulamalarının %42 daha düşük maliyetli olduğu ve %36 daha yüksek değer ürettiği belirtilmiştir (Kopsieker, Gerritsen, Stainforth, Lucic, Costa Domingo, Naumann, Röschel ve Davis, 2021; Severin ve Michalíková, 2024).

Bunula birlikte, yeterli finansman, yerel düzeyde taahhüt ve düzenleyici destek eksiklikleri; ayrıca bazı ekosistem türlerinin (örneğin küçük göletler) Avrupa Birliği politikalarında yeterince temsil edilmemesi uygulama süreçlerini sınırlayabilmektedir (Ryfisch, Seeger, McDonald, Lago ve Blicharska, 2023).

Türkiye açısından, yeşil altyapılar ve doğa temelli çözümler; taşkın ve kuraklık riskinin azaltılması, kentsel ekosistem sağlığının korunması, rekreasyon alanlarının oluşturulması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından stratejik öneme sahiptir. 12. Kalkınma Planı'nda, kentlerin iklim değişikliğine bağlı risklere karşı dirençliliğinin artırılmasında, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetiminin sağlanmasında ve afet risklerinin azaltılmasında doğa temelli çözümlere ve yeşil altyapılara yatırım yapılması hedefine yer verilmiştir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Bu hedefin Avrupa Birliği politikalarıyla uyumlu biçimde hayata geçirilmesi, hem çevresel hem de toplumsal faydaların artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Döngüsel Ekonomi ve Atık Su Geri Kazanımı

Döngüsel ekonomi perspektifi, su yönetiminde en belirgin şekilde atık suyun bir kaynak olarak yeniden değerlendirilmesinde ortaya çıkmaktadır. Geleneksel olarak atık sular çevreye deşarj edilirken, ileri arıtma teknolojileri sayesinde kapalı devre sistemlerde yeniden kullanılabilir hale gelmektedir. Bu kapsamda gri su ve atık su geri kazanım sistemleri; duş, lavabo veya endüstriyel proses sularını arıtarak sulama, temizlik ve sanayi uygulamalarında tekrar kullanıma sunmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

İleri arıtma süreçleri yüksek enerji gerektirse de düşük enerji tüketimli pompa sistemleri ve verimli filtrasyon teknolojileri bu maliyeti azaltmakta; aynı zamanda döngüsel ekonominin enerji geçişiyle entegrasyonunu güçlendirmektedir. Böylece su ve enerji verimliliği eş zamanlı olarak artırılmakta, ekonomik büyümenin doğal kaynaklardan bağımsızlaşması hedefi desteklenmektedir. Bu yaklaşım, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın temel ilkelerinden biri olan kaynak verimliliğini somut biçimde yansıtmaktadır (European Commission, 2019; İstanbul Sanayi Odası, 2025). Avrupa Birliği'nin 2020 tarihli Döngüsel Ekonomi Eylem Planı, atık suyun yeniden kullanımı ve gri su uygulamalarının yaygınlaştırılmasını öngörmektedir. Türkiye'nin Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı'nda da yağmur suyu hasadı ve atık su geri kazanımına yönelik stratejiler; Avrupa Birliği politikalarıyla uyumlu bir çerçeve sunmaktadır (Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2023). Ayrıca Avrupa Birliği'nde 2025 yılında revize edilen Kentsel Atık Su Arıtma Direktifi, döngüsellik hedeflerini güçlendirmekte; özellikle tarım sektörü açısından kritik önemde olan fosfor gibi besin maddelerinin geri kazanımını ve suyun yeniden kullanımını teşvik etmektedir (Water News Europe, 2025).

İzleme ve Karar Destek Sistemleri

Dijitalleşme, su yönetimini veri odaklı, şeffaf ve proaktif bir yapıya dönüştüren temel bir unsurdur. 12. Kalkınma Planı, suya ilişkin veri setlerinin nitelik ve nicelik açısından geliştirilmesini ve Ulusal Su Bilgi Sistemi'nin (USBS) etkinliğinin artırılmasını hedeflemektedir. Bu yönelim, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın destekleyici unsurları arasında yer alan İkiz Dönüşüm (yeşil ve dijital dönüşüm) anlayışıyla doğrudan örtüşmektedir. Yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT) ve bulut bilişim gibi teknolojiler, yeşil dönüşümün hızlandırıcıları olarak öne çıkmaktadır (European Commission, 2019; İstanbul Sanayi Odası, 2025; Zhao, Song, Yu, Xing, Xu, Li ve Wang, 2025).

Avrupa Birliği, su sektöründeki dijital dönüşümün ekonomik ve çevresel getirilerine vurgu yapmaktadır. Dijital teknolojiler sayesinde su sızıntılarının azaltılması, atık su taşkınlarının önlenmesi ve hidroelektrik üretiminde verimliliğin artırılması gibi alanlarda yıllık bazda milyarlarca avro tasarruf potansiyeli öngörülmektedir. Bu kapsamda, dijital ikizler (*digital twins*), gerçek zamanlı izleme, sensör tabanlı ölçüm, IoT ve ileri veri analitiği gibi çözümler ön plana çıkmaktadır (Quaranta, Ramos ve Stein, 2023). Ayrıca, çevresel verilerin standartlaştırılması ve paylaşımı amacıyla yürürlüğe konulan INSPIRE Direktifi (2007/2/EC), Avrupa Birliği'nin su ve veri alanındaki dijital entegrasyonunu destekleyen önemli bir düzenlemedir (European Commission, 2025c).

Türkiye'de de 12. Kalkınma Planı kapsamında USBS aracılığıyla su kaynaklarına ilişkin verilerin bütüncül biçimde toplanması, analiz edilmesi ve politika yapımında bilgi temelli kararların alınması hedeflenmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023; USBS, 2025). Bu doğrultuda, Su Yönetimi Koordinasyon Kurulu etrafında havza, il ve yerel düzeyde kurumsal kapasitenin güçlendirilmesine yönelik adımlar atılmaktadır.

Ayrıca, 29 Kasım 2023 tarihli 157 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Ulusal Su Kurulu kurulmuş, böylece su yönetiminde üst düzey kurumsal koordinasyonun yasal temeli güçlendirilmiştir (Resmi Gazete, 2023).

Toplum Katılımı

Akıllı su şebekeleri ve izleme sistemleri, su kayıp ve kaçaklarının anlık tespitini ve onarımını sağlayarak kaynak verimliliğini artırmaktadır. Bu teknolojik altyapı, aynı zamanda su yönetiminde şeffaflığı güçlendirerek toplumun katılımını desteklemektedir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi, su yönetimi süreçlerinde halkın katılımını temel bir prensip olarak belirlemiştir. Madde 14'te yer alan halk katılımı hükmü; nehir havzası yönetim planlarının hazırlanması, önemli su yönetimi konularının halkla paylaşılması ve halkın görüş bildirmesine imkân tanınması gibi süreçleri zorunlu kılmaktadır. Dijital platformlar ve veri tabanlı sistemler, vatandaşları pasif bir kullanıcı olmaktan çıkarıp, su kaynaklarının yönetimi konusunda aktif bir paydaş haline getirmektedir. Böylece su yönetimi, yalnızca teknik bir konu olmaktan çıkarak, toplumsal güven ve uzlaşıya dayalı dirençli bir yönetim modeline dönüşmektedir (Avrupa Birliği Başkanlığı, 2025; European Union, 2000).

Avrupa Birliği, katılım süreçlerinin etkinliğini artırmak için rehber dokümanlar geliştirmiştir. *Guidance Document No. 8: Public Participation in relation to the Water Framework Directive* belgesi, üye devletlerin Madde 14'ü uygularken halkın bilgilendirilmesi, görüş alınması ve aktif katılımın sağlanması süreçlerini planlamalarına yön göstermektedir (European Commission, 2003). Örneğin, ICPDR (Danube Nehri Koruma Komisyonu, 2021) uygulamasında, Nehir Havzası Yönetim Planları sürecine halk, sivil toplum örgütleri ve yerel paydaşlar erken dönemde dahil edilmiş ve planlama aşamalarına katılımları sağlanmıştır.

Katılım sürecinin başarıya ulaşmasında kritik unsurlar arasında şunlar yer alır: paydaş çeşitliliği (halk, kurumlar, sivil toplum örgütleri), iletişim yöntemlerinin şeffaflığı, kapasite geliştirme, katılımın zamanlaması ve finansmanı (katılım için kaynak ayrılması) (Özerol ve Newig, 2008).

Türkiye'de nehir havzası yönetim planlarının hazırlanması sürecinde halkın katılımına dair örnekler mevcuttur. 6 Havzada Nehir Havzası Yönetim Planı Hazırlanması İçin Teknik Yardım Projesi (EuropeAid/134561/D/SER/TR) kapsamında Antalya ve Marmara havzalarında, paydaş kurumlar, teknik ekipler ve halkın katılımıyla toplantılar düzenlenmiştir (Ministry of Agriculture and Forestry, 2023a; 2023b). Ayrıca Türkiye Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı hazırlık sürecinde, aktif paydaş katılımına önem verilmiştir. Strateji kapsamında da su verimliliği çalışmalarında toplum katılımını ve farkındalığını artırmaya dönük olarak eğitim faaliyetlerinin düzenlenmesi hususuna yer verilmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023).

Politika ve Uygulamalar Arası Karşılaştırmalı Analiz

Bu çalışma, Türkiye ve Avrupa Birliği ölçeğinde incelenen politika belgelerinin, sürdürülebilir su yönetimine ilişkin temel stratejik temalar açısından güçlü bir uyum sergilediğini ortaya koymaktadır. Türkiye'nin 12. Kalkınma Planı ile Su Verimliliği Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2023–2033), Avrupa Birliği'nin Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC) ve Avrupa Yeşil Mutabakatı ile büyük ölçüde örtüşen bir yönelim göstermektedir. Bu paralellik, yalnızca çevresel yükümlülüklerden değil, aynı zamanda küresel ekonomik entegrasyon, iklim kriziyle mücadele ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine uyum sağlama çabasından da kaynaklanmaktadır.

Tablo 1'de yer alan karşılaştırmalı çerçeve, stratejik temalar düzeyinde bu uyumu özetlemektedir. Türkiye, Su Kanunu taslağı, havza kurulları ve USBS aracılığıyla kurumsal kapasiteyi güçlendirmeye çalışırken; Avrupa Birliği, entegre havza yönetimini, halkın karar süreçlerine katılımını ve dijital dönüşümü hukuki bağlayıcılıkla desteklemektedir. Benzer şekilde, Türkiye'nin yağmur suyu hasadı ve gri suyun yeniden kullanımı gibi hedefleri, Avrupa Birliği'nin döngüsel ekonomi vizyonuyla örtüşmektedir.

Tablo 1. Ulusal ve Uluslararası Sürdürülebilir Su Yönetimi Politika Belgelerinin Karşılaştırılması

Stratejik Temalar	Türkiye'nin 12. Kalkınma Planı ve Su Verimliliği Strateji Belgesi	Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Yeşil Mutabakat
Bütünleşik Su Kaynakları Yönetimi	Su Kanunu'nun yasalaşması, idari koordinasyonun güçlendirilmesi, havza kurullarının etkinliği ve nehir havza yönetim planlarının uygulanması.	Entegre havza yönetimi ve paydaşların karar alma süreçlerine katılımı temel yasal yükümlülük.
Sektörel Su Verimliliği ve Talep Yönetimi	Sanayi, tarım ve hanehalkı dahil tüm sektörlerde su verimliliğini artırmaya yönelik hedefler.	Ekonomik büyümenin kaynak kullanımından ayrıştırılması ve su verimliliğinin artırılması.
Döngüsel Ekonomi/Atık Suyun Yeniden Kullanımı	Yağmur suyu hasadı, gri su ve geri kazanım uygulamalarının yaygınlaştırılması.	Döngüsel ekonomi kapsamında atık suyun yeniden kullanımının teşviki.
İzleme ve Karar Destek Sistemleri	USBS'nin güçlendirilmesi, veriye dayalı planlama ve karar desteği.	İkiz Dönüşüm (yeşil ve dijital): Dijital teknolojilerin yeşil dönüşümde hızlandırıcı rolü.
Toplum Katılımı	Ulusal politika belgelerinde su kaynaklarının yönetiminde toplum katılımına vurgu bulunmaktadır.	Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi, su yönetimi süreçlerinde halkın katılımını temel bir prensip olarak belirlemiştir

Bu karşılaştırmalı analiz, Türkiye'nin su yönetiminde modernizasyon çabalarının yalnızca uluslararası yükümlülüklerle uyum sağlama motivasyonu ile değil, aynı zamanda ulusal su güvenliğini, iklim uyum kapasitesini ve ekonomik dirençliliği artırma hedefleriyle de uyumlu olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, Türkiye'nin Avrupa Birliği adaylık süreci bağlamında çevre müktesebatına uyum yükümlülüğü, bu politikaların arkasındaki önemli bir itici güçtür. Özellikle Fası 27-Çevre ve İklim Değişikliği, su yönetimi, atık su arıtımı ve ekosistem koruma konularında Avrupa Birliği standartlarına yaklaşımı zorunlu kılmaktadır (European Commission, 2021). Bu bağlamda, Türkiye'nin su yönetimi politikalarının AB'nin çevre müktesebatıyla kurduğu uyum, yalnızca Avrupa Birliği'ne adaylık sürecinin teknik bir gerekliliği değil, aynı zamanda su güvenliği, iklim direnci ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik bütüncül bir stratejik tercih niteliği taşımaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, sürdürülebilir su yönetiminde benimsenen yenilikçi yaklaşımların, geleneksel arz odaklı modelden, bütüncül, verimlilik esaslı ve döngüsel ekonomi prensiplerine dayalı yeni bir yönetim paradigmasına doğru dönüşümünü ortaya koymaktadır. Analiz edilen ulusal ve uluslararası politika belgeleri ile teknolojik uygulamalar, su yönetiminde altı temel odak alanını tanımlamıştır: (i) bütünleşik su kaynakları yönetimi, (ii) talep yönetimi, (iii) yeşil altyapılar, (iv) döngüsel ekonomi, (v) dijital sistemler ve (vi) toplum katılımı.

Çalışmanın temel bulgusu, döngüsel ekonominin bu dönüşümün temel itici gücü olduğudur. Atık suyun artık bir yük değil, değerli bir kaynak olarak değerlendirilmesi; kapalı devre üretim ve arıtma sistemlerinin yaygınlaştırılması; su ve enerji verimliliğinin entegre edilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik faydalarla birleştiğini göstermektedir. Buna ek olarak, yeşil altyapıların planlama süreçlerine dahil edilmesi, su risklerinin azaltılmasıyla birlikte kentsel ekosistemlerin korunmasını ve toplumsal yaşam kalitesinin artmasını sağlayarak çok boyutlu bir fayda zinciri oluşturmaktadır. Sonuç olarak, sürdürülebilir su yönetimi, döngüsel ekonomi ve yeşil altyapı ilkeleriyle bütünleştiğinde; çevresel, sosyal ve ekonomik hedefleri birlikte ele alan yenilikçi ve dirençli bir yönetim modeli sunmaktadır.

Elde edilen bulgular ışığında, hem Türkiye'nin hem de Avrupa Birliği'nin sürdürülebilir su yönetimi hedefleriyle uyumlu olacak şekilde aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

1. Hukuki ve Kurumsal Yapının Güçlendirilmesi: Türkiye'nin 12. Kalkınma Planı'nda öngörülen Su Kanunu'nun yasalaşması ve su yönetiminin idari yapısında etkin koordinasyon mekanizmalarının kurulması önceliklidir. Bu adımlar, bütünleşik havza yönetimi ve paydaş katılımı esaslarına dayalı Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ile de uyumlu olacaktır.

2. Teknoloji ve İkiz Dönüşüme Yatırım: Akıllı şebekeler, IoT, yapay zekâ ve veri analitiği gibi dijital teknolojilere yönelik kamu-özel sektör yatırımları teşvik edilmelidir. Bu yatırımlar, su kayıplarının azaltılmasını ve kaynak verimliliğini sağlayarak Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın İkiz Dönüşüm hedefleri (yeşil ve dijital) ile paralel ilerleme imkânı sunacaktır.

3. Yeşil Altyapı Entegrasyonu: Kentsel planlama süreçlerinde yeşil altyapıların (geçirgen yüzeyler, yağmur bahçeleri, ekolojik koridorlar) zorunlu hale getirilmesi; taşkın ve kuraklık risklerini azaltırken kentlerin iklim değişikliğine karşı dirençliliğini artıracaktır. Bu kapsamda, yeşil finansman mekanizmaları (ör. Avrupa Yeşil Mutabakat fonları, uluslararası iklim finansmanı araçları) etkin şekilde kullanılmalıdır.

4. Toplumsal Katılım ve Farkındalık: Su yönetiminde paydaşların ve halkın etkin katılımını sağlayacak şeffaf, erişilebilir ve dijital tabanlı mekanizmalar geliştirilmelidir. Türkiye'nin Su Verimliliği Strateji Belgesi bu katılımı teşvik ederken, Avrupa Birliği'nin Su Çerçeve Direktifi de halkın karar alma süreçlerine katılımını hukuki bir zorunluluk haline getirmiştir. Dijital platformlar, açık veri portalları ve eğitim kampanyaları yoluyla toplumun sürece dahil edilmesi, su bilincini ve toplumsal sahiplenmeyi güçlendirecektir.

Bu önerilerin hayata geçirilmesi, Türkiye'nin su güvenliğini sağlamasına, Avrupa Birliği çevre müktesebatıyla uyumunu artırmasına ve iklim değişikliğine karşı uzun vadeli sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasına katkı sunacaktır. Ayrıca, bu stratejik dönüşüm, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA 6: Temiz Su ve Sanitasyon, SKA11: Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, SKA 13: İklim Eylemi) ile de doğrudan uyumludur. Böylece, sürdürülebilir su yönetimi yalnızca ulusal ve bölgesel düzeyde değil, aynı zamanda küresel sürdürülebilirlik gündemiyle de bütünleşmiş olmaktadır.

KAYNAKLAR

Agócsová, Á., & Chodasová, Z. (2021). Innovative methods in sustainable urban development and water management. TEM Journal. <https://doi.org/10.18421/TEM102-33>.

Avrupa Birliği Başkanlığı. (2025). Fasıl 27: Çevre ve iklim değişikliği. <https://www.ab.gov.tr/92.html>

Climate ADAPT. (2025). Nature-based solutions. https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/key-eu-actions/NbS/index_html?utm

da Silva Filho, J. C., Lopes, P. H. D. M. B., de Melo, J. H. F., & dos Santos, D. F. (2019). Uma aplicação opc para comunicação elipse scada e plc. uma perspectiva de conceitos em internet das coisas na indústria 4.0. SEMPESq-Semana de Pesquisa da Unit-Alagoas, (7). https://eventos.set.edu.br/al_sempesq/article/view/11936

Das, S., Singh, C., Sodhi, K., & Singh, V. (2023). Circular economy approaches for water reuse and emerging contaminant mitigation: innovations in water treatment. Environment, Development and Sustainability, 1-42. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04183-z>.

Dhak, D., Chiavola, A., Mishra, A., & Dhak, P. (2023). Editorial: Innovations and challenges in green and sustainable water purification and waste water management. Frontiers in Chemistry, 11. <https://doi.org/10.3389/fchem.2023.1235757>.

Emcekare. (2025). Su teknolojilerinde sürdürülebilir çözümler ve yeni yaklaşımlar. <https://www.emcekare.com/2025/03/10/su-teknolojilerinde-surdurulebilir/>

Ercan, S.Ç. (2025). Sürdürülebilir su yönetiminde yenilikçi çözümler ve karşılaşılan engeller. In: Çalışkan Ercan, S. (ed.), Güncel kent, çevre, yerel yönetim politikaları ve uygulamaları. Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub684.c2876>

European Commission. (2003). Public participation in relation to the water framework directive. Guidance document No 8. Publications Office.

European Commission. (2019). The European green deal. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

European Commission. (2025a). Green infrastructure. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en?utm

European Commission. (2025b). Nature restoration regulation. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-regulation_en

European Commission. (2025c). Water management digitalisation. <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/rolling-plan-ict-standardisation/water-management-digitalisation-0?utm>

European Union. (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>

Gosling, S., & Arnell, N. (2016). A global assessment of the impact of climate change on water scarcity. *Climatic Change*, 134, 371-385. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0853-x>.

Harmancıoğlu, H.N., Gül, A., & Fıstıkoğlu, O. (2002). Entegre su yönetimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 47(419), 29-39.

He, C., Liu, Z., Wu, J., Pan, X., Fang, Z., Li, J., & Bryan, B. (2021). Future global urban water scarcity and potential solutions. *Nature Communications*, 12. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25026-3>.

Huang, Z., Yuan, X., & Liu, X. (2021). The key drivers for the changes in global water scarcity: Water withdrawal versus water availability. *Journal of Hydrology*, 601, 126658. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2021.126658>.

İstanbul Sanayi Odas. (2025). Avrupa yeşil mutabakatı ve SKDM. <https://www.iso.org.tr/surdurulebilirlik/video-ab-yesil-mutabakat-iklim-degisikligi-turkiyeye-etkileri.html>

ICPDR. (2021). Public Participation within the legal setting of EU's water framework directive and the floods directive. <https://www.icpdr.org/publications/danube-watch-3-2020-public-participation-within-legal-setting-eus-water-framework?utm>

Kopsieker L., Gerritsen E., Stainforth T., Lucic A., Costa Domingo G., Naumann S., Röschel L., & Davis Mc. (2021). "Nature-based solutions and their socio-economic benefits for Europe's recovery: Enhancing the uptake of nature-based solutions across EU policies". Policy briefing by the Institute for European Environmental Policy (IEEP) and the Ecologic Institute. <https://ieep.eu/wp-content/uploads/2022/12/Nature-based-solutions-and-their-socio-economic-benefits-for-Europes-recovery-IEEP-2021-WEB.pdf?utm>

Lako, A., & Çomo, E. (2024). Sustainable water management: An integrated approach to solving the problems of wastewater treatment. *Qubahan Academic Journal*. <https://doi.org/10.58429/qaj.v4n1a267>.

Liu, L., & Jensen, M. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities*, 1, 126-133. <https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2017.11.013>.

Ministry of Agriculture and Forestry. (2023a). Public participation meeting on Antalya basin-significant water management issues organized. <https://6rbmp.tarimorman.gov.tr/en/events/public-participation-meeting-on-antalya-basin---significant-water-management-issues-organized?utm>

Ministry of Agriculture and Forestry. (2023b). Public participation meeting on Marmara basin significant water management issues organized. <https://6rbmp.tarimorman.gov.tr/en/events/public-participation-meeting-on-marmara-basin---significant-water-management-issues-organized-in-istanbul?utm>

Moglia, M., & Cook, S. (2019). Transformative approaches for sustainable water management in the urban century. *Water*. <https://doi.org/10.3390/W11051106>.

Mumlu, D. T. (2023). Avrupa Birliği su çerçeve direktifi bağlamında Türkiye'de su yönetimi: doğu karadeniz havzası üzerine bir inceleme. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(1), 193-223. <https://doi.org/10.22466/acusbd.1282924>

Quaranta, E., Ramos, H. M., & Stein, U. (2023). Digitalisation of the european water sector to foster the green and digital transitions. *Water*, 15(15), 2785. <https://doi.org/10.3390/w15152785>

Özerol, G., & Newig, J. (2008). Evaluating the success of public participation in water resources management: five key constituents. *Water Policy*, 10(6), 639-655. <https://doi.org/10.2166/wp.2008.001>

Resmi Gazete. (2023, Kasım 29). Kararname No: 157. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/11/20231129-17.pdf>

Ryfisch, S., Seeger, I., McDonald, H., Lago, M., & Blicharska, M. (2023). Opportunities and limitations for nature-based solutions in EU policies–Assessed with a focus on ponds and pondscapes. *Land Use Policy*, 135, 106957. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106957>

Severin A., ve Michalíková, M. (2024). Green and blue infrastructure. <https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/2024-09/Policy%20brief%20on%20Green%20and%20blue%20infrastructure.pdf?utm>

Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). On ikinci kalkınma planı (2024–2028). Ankara: Strateji ve Bütçe Başkanlığı.

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). Değişen iklime uyum çerçevesinde su verimliliği strateji belgesi ve eylem planı (2023–2033). Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı.

Ulusoy, A., Atılgan, A., Rolbiecki, R., Jagosz, B., & Rolbiecki, S. (2024). Innovative approaches for sustainable wastewater resource management. *Agriculture*. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122111>.

United Nations. (2024). UN world water development report 2024. <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2024>

USBS. (2025). Ulusal Su Bilgi Sistemi. <https://usbs.tarimorman.gov.tr/portal/?utm>

Water News Europe. (2025, Şubat 14). New EU wastewater treatment rules effective: What's new? <https://www.waternewseurope.com/new-eu-wastewater-treatment-rules-effective-whats-new/>

Zhao, T., Song, C., Yu, J., Xing, L., Xu, F., Li, W., & Wang, Z. (2025). Leveraging immersive digital twins and ai-driven decision support systems for sustainable water reserves management: A conceptual framework. *Sustainability*, 17(8), 3754. <https://doi.org/10.3390/su17083754>

**SMART TREATIES FOR A GREENER FUTURE: HOW AI CAN REVOLUTIONIZE
RECYCLING LAW IN CHINA-AFRICA ENVIRONMENTAL COOPERATION**

Klemens Katterbauer

Euclid University, Centre for Islamic Metafinance, Bangui, Central African Republic, Africa ORCID ID:
0000-0001-5513-4418

Sema Yılmaz

Yıldız Technical University, Departement of Economics, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0002-3138-1622

Hassan Syed

Euclid University, Centre for Islamic Metafinance, Bangui, Central African Republic, Africa,

ORCID ID: 0000-0003-2114-2473

Laurent Cleenewerck

Euclid University, Centre for Islamic Metafinance, Bangui, Central African Republic, Africa,

ORCID ID:0000-0002-9267-0428

Rahmi Deniz Özbay

İstanbul Ticaret University, İstanbul, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-3927-8216

Abstract

This study presents a comprehensive analysis of how artificial intelligence (AI) can support developing and refining recycling legal regulations within the framework of China-Africa environmental treaties. As China's Belt and Road Initiative (BRI) deepens economic engagement across the African continent, a parallel increase in industrial waste and environmental degradation necessitates robust legal instruments for recycling and waste management. However, existing treaties often lack specificity, adaptability, and enforceability, particularly in circular economy principles and cross-border waste governance. This research argues that AI—through natural language processing (NLP), predictive modeling, and legal knowledge representation—can enhance treaty design, compliance monitoring, and policy harmonization between China and African states. Using AI to analyze historical treaty texts, legal precedents, environmental data, and national legislation across jurisdictions, regulators can identify legal gaps, simulate enforcement scenarios, and forecast policy outcomes under different economic and ecological conditions. Moreover, AI-driven systems can help bridge linguistic and jurisdictional barriers in treaty negotiation by providing real-time translation, comparative legal analysis, and automated drafting tools. This capability is particularly critical in heterogeneous African legal systems and the evolving regulatory landscape shaped by digital globalization. The study highlights key case examples where AI-assisted legal tech has contributed to environmental governance, such as formulating e-waste disposal policies and regulating plastics in transnational contexts. Furthermore, the research considers ethical and sovereignty-related risks, emphasizing the need for transparent, accountable AI systems co-developed with local stakeholders to avoid technological imperialism or asymmetrical influence. Ultimately, this analysis concludes that if responsibly and collaboratively deployed, AI holds significant promise in accelerating the co-development of adaptive, enforceable, and environmentally just recycling regulations under China-Africa cooperation frameworks, while contributing to broader goals of sustainable development and ecological resilience in the Global South.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Recycling Law, China-Africa Environmental Cooperation, Treaty Design and Enforcement, Sustainable Development.

Introduction

In the 21st century, environmental cooperation between China and African nations has deepened in scope and complexity. This cooperation has evolved beyond traditional aid and development paradigms into a multifaceted partnership that includes investments in green energy technologies, afforestation initiatives, biodiversity conservation programs, and waste management infrastructure development. China's Belt and Road Initiative (BRI) and other bilateral and multilateral engagements have played a pivotal role in expanding the environmental dimension of China-Africa relations (Amankwah-Amoah & Lu, 2024). In recent years, renewable energy projects in Kenya, Ethiopia, and South Africa, as well as Chinese-funded solar infrastructure in Nigeria and Zambia, have emerged as tangible outcomes of this growing partnership. However, despite these achievements, the recycling domain remains notably underdeveloped and fraught with inconsistencies, thus representing a critical gap in the evolving environmental governance framework between China and Africa. The underperformance of recycling cooperation is attributable to a constellation of institutional, legal, and geopolitical challenges. Chief among these is the lack of harmonized regulatory frameworks across African countries, many of which operate with outdated or fragmented waste management laws. These legal inconsistencies are exacerbated by weak enforcement mechanisms, limited technological capacity, and insufficient data to track and monitor waste flows effectively (D. Eke & Ogoh, 2022). Moreover, the transboundary nature of waste—particularly electronic waste (e-waste) and plastic waste—compounds these difficulties. For example, Chinese companies operating in African nations have sometimes been linked to informal recycling sectors, which often lack environmental safeguards and operate outside formal legal oversight. Nigeria's informal e-waste sector, centered in Lagos, illustrates this phenomenon. The Agbogbloshie dump in Ghana, once cited as one of the world's most toxic sites, further underscores the environmental and health consequences of unchecked waste flows. Despite national laws prohibiting the import of e-waste, loopholes and limited customs enforcement often allow waste to enter African ports under the guise of "second-hand electronics." In this complex policy landscape, emerging technologies offer new avenues for innovation. Artificial intelligence (AI), with its transformative potential in legal informatics and environmental monitoring, stands at the forefront of global governance experimentation (D. O. Eke et al., 2023).

Across the world, AI is being deployed to improve compliance with environmental laws, detect pollution patterns via satellite imagery, optimize waste collection systems, and even predict ecological risks. In legal contexts, AI is also gaining traction for its capacity to support predictive justice, automate administrative procedures, and monitor regulatory compliance in real time. Within this context, the concept of "smart treaties" has emerged—a novel framework that envisions international legal agreements as digitally enabled, self-executing, and adaptively managed instruments. Smart treaties harness the power of AI to make international agreements more effective and responsive to real-world developments. Unlike traditional treaties, which are static and often dependent on periodic review conferences, smart treaties can integrate real-time data streams to trigger enforcement actions, suggest amendments, or alert signatories to non-compliance. In the context of China-Africa environmental cooperation, smart treaties could be game-changing tools for recycling governance. First, they could establish shared digital platforms that standardize data collection across borders, harmonizing legal standards and enforcement criteria. For instance, AI-driven dashboards could aggregate information on waste shipments, recycling rates, and pollution levels from across the continent, creating a unified system of accountability that transcends national bureaucracies (Nandutu et al., 2023).

Second, smart treaties could incentivize sustainable practices through dynamic reward systems. Blockchain-enabled AI algorithms, for example, could track the lifecycle of electronic goods and reward companies that engage in ethical recycling with digital credits or tax incentives. This would be particularly useful in curbing illicit trade in e-waste, where traceability is a significant challenge. A relevant example can be drawn from Rwanda's emerging role in electronic materials recovery. Rwanda has launched several pilot programs to manage end-of-life electronics, including a public-private partnership with Enviroserve Rwanda. This company operates the country's first e-waste dismantling and recycling facility. By integrating AI and smart contracts into such initiatives, recycling outcomes could be more transparently documented and aligned with broader international objectives (Otaigbe, 2022). Third, the deployment of AI in smart treaties can foster real-time accountability. Remote sensing technologies, coupled with machine learning models, can detect illegal waste dumping or the operation of unregulated recycling facilities, triggering automatic notifications to regulatory agencies or treaty secretariats. This reduces the dependence on sporadic human inspections and enhances the ability to respond swiftly to environmental violations.

China's deployment of AI for monitoring deforestation and air quality offers a template that could be extended into African contexts through joint technology transfer programs. Similarly, Kenya's National Environment Management Authority (NEMA) has expressed interest in adopting AI tools for pollution control, signaling readiness for digital environmental governance. However, implementing AI-driven smart treaties must also confront ethical, technical, and political challenges. Questions of data sovereignty, algorithmic bias, cybersecurity, and the digital divide are especially pertinent in many African countries, where access to high-quality internet infrastructure and skilled technical labor remains uneven. Moreover, the asymmetry in technological capabilities between China and many of its African partners raises concerns about dependency and the potential for techno-authoritarian practices to seep into environmental governance. Therefore, ensuring that smart treaties are co-designed with African stakeholders, grounded in principles of transparency and mutual benefit, is essential (Pagenberg, 1991). As China-Africa environmental cooperation continues evolving, addressing the recycling gap will require policy innovation and technological transformation. Smart treaties, underpinned by artificial intelligence, offer a promising model for enhancing recycling governance by enabling dynamic legal harmonization, real-time monitoring, and incentive-based compliance. While implementation will require navigating significant structural and ethical hurdles, integrating AI into treaty frameworks can bridge long-standing governance gaps in transboundary waste management. Future research and pilot programs should focus on developing regional AI governance infrastructures, fostering cross-border legal interoperability, and embedding local knowledge systems into algorithmic design, ensuring that the benefits of innovative environmental governance are equitably distributed and locally anchored.

Background: China-Africa Environmental Cooperation and the Recycling Challenge

China's engagement with African countries has undergone a remarkable evolution over the past two decades, particularly under the institutional framework of the Forum on China-Africa Cooperation (FOCAC), which has served as a central mechanism for structuring diplomatic, economic, and developmental ties. Historically, these interactions have prioritized strategic sectors such as infrastructure development, trade facilitation, and the extraction of natural resources. Investments in roads, ports, hydropower projects, and mining operations have been especially prominent, often supported by concessional loans and state-owned enterprises (Chaisse & Kirkwood, 2022a). However, as Chinese and African policymakers increasingly confront the environmental consequences of rapid development and global supply chain integration, environmental cooperation has emerged as a new and critical frontier. This shift in focus is consistent with China's broader narrative of fostering a "green Belt and Road Initiative" and Africa's simultaneous pursuit of the African Union's Agenda 2063, which envisions sustainable growth. Yet, despite this apparent convergence of goals, a coherent and enforceable legal framework governing transnational environmental cooperation—especially in sectors such as waste management and recycling—remains notably underdeveloped. The urgency of this legal vacuum is particularly pronounced in the context of solid waste management in African cities, where rapid urbanization, population growth, and increased consumption have significantly outpaced institutional and infrastructural capacities. According to the World Bank, across sub-Saharan Africa, waste generation is projected to triple by 2050, with urban centers like Lagos, Nairobi, and Accra already grappling with uncollected waste, open dumpsites, and health hazards associated with informal recycling. Of particular concern is the mounting volume of electronic waste (e-waste), which is imported legally or through illicit channels from industrialized economies, including China. E-waste contains valuable materials such as gold, copper, rare earth elements, and toxic substances like lead, mercury, and brominated flame retardants. Without regulated recycling systems, this waste is often dismantled manually in informal settings, leading to severe environmental contamination and public health risks (Wang & Lei, 2018).

China's domestic waste governance reforms, particularly the introduction of the "National Sword" policy in 2018, have indirectly yet significantly exacerbated these challenges in Africa. Before 2018, China was the world's largest importer of recyclable waste, processing more than 45% of global plastic waste. The National Sword policy, which imposed stringent contamination standards and effectively banned many categories of waste imports, aimed to curtail environmental degradation within China's borders. However, one unintended consequence was the redirection of waste flows to other parts of the world, particularly countries with weaker environmental regulations (Rusakova, 2021). As a result, several Chinese firms and subsidiaries began relocating or outsourcing recycling operations to African nations, where regulatory oversight is often limited and legal protections for environmental and labor standards are inconsistently enforced.

This transnational reconfiguration of waste processing has created a complex and ambiguous legal landscape. On one hand, it represents an opportunity for African countries to develop domestic recycling industries and attract foreign investment. On the other hand, it introduces significant risks of environmental injustice, wherein vulnerable communities bear the brunt of pollution and ecological degradation resulting from inadequately regulated industrial activities. Case studies from Ghana's Agbogbloshie site and Nigeria's Alaba International Market illustrate the scale and intensity of informal e-waste recycling. At Agbogbloshie, one of the world's most infamous e-waste dump sites, children and young men routinely burn wires to extract copper, exposing themselves to hazardous fumes (Bickers & Jackson, 2016). Despite international frameworks like the Basel Convention, enforcement remains weak due to limited institutional capacity, corruption, and the informal nature of much of the trade. Efforts to harmonize international recycling laws have consistently encountered formidable obstacles. The diversity of legal traditions across African nations—from common law to civil law and customary legal systems—complicates the adoption of standardized regulations. Furthermore, enforcement capabilities are often constrained by inadequate funding, lack of technical expertise, and competing policy priorities such as poverty alleviation and economic growth. Political asymmetries also play a role; Chinese investments are often welcomed due to their scale and speed of deployment, sometimes leading to regulatory concessions or the circumvention of environmental impact assessments (Parts, 2019). As a result, the principle of "polluter pays" is frequently diluted, and environmental externalities are offloaded onto local communities. In this context, emerging technologies such as artificial intelligence (AI) may offer promising, though not unproblematic, avenues for strengthening environmental governance. AI-driven systems can enhance waste tracking, facilitate real-time monitoring of illegal dumping, and optimize recycling logistics. For instance, computer vision algorithms can detect and categorize e-waste at collection centers. At the same time, blockchain technology could be integrated to ensure the traceability of hazardous shipments across borders (Xia, 2019). In Rwanda, drone-based surveillance pilot projects have shown potential for monitoring landfills and illegal dumping activities. However, deploying such technologies raises ethical and practical questions, including data sovereignty, digital infrastructure readiness, and the displacement of informal labor. Addressing these challenges requires a multi-scalar and interdisciplinary approach. Legal harmonization should be pursued through both top-down and bottom-up mechanisms. At the intergovernmental level, China and African states could expand the environmental chapter of FOCAC to include binding commitments on waste trade transparency, technology transfer, and capacity building. At the national and subnational levels, governments must be empowered to craft localized legislation reflecting global standards and community-specific realities. Civil society organizations and environmental justice advocates are critical in ensuring accountability, promoting inclusive policy-making, and resisting exploitative practices masked as development. In conclusion, the intersection of China-Africa relations, transnational recycling flows, and environmental governance presents a paradigmatic case of global ecological interdependence marked by asymmetry and fragmentation. As waste increasingly becomes a transboundary commodity, the absence of robust legal frameworks threatens ecological sustainability and the socio-economic resilience of communities in the Global South. The challenge ahead is not merely technical coordination or diplomatic consensus, but ethical commitment to equitable and sustainable development. Bridging this domain's legal and regulatory gaps will require bold innovation, transcontinental solidarity, and a reconceptualization of environmental stewardship in an era of globalized waste (Li et al., 2013).

What are Smart Treaties? Conceptual Foundation

The emergence of smart treaties marks a transformative shift in international law and governance theory and practice. Rooted in integrating legal norms with emergent digital technologies, smart treaties represent a convergence of law, computer science, and systems engineering. At their core, smart treaties are legal instruments that incorporate the functionalities of smart contracts—computer protocols that automatically execute predefined actions when specific conditions are met. These contracts are typically deployed on decentralized digital infrastructures such as blockchain, ensuring immutability, transparency, and self-execution. Integrating such technological infrastructures into treaty frameworks introduces a fundamentally new modality of norm compliance and enforcement, potentially addressing long-standing challenges of implementation and accountability in international agreements (Wellhausen, 2025). Smart treaties are not merely digital versions of traditional agreements. They embody a paradigmatic shift toward procedural automation, real-time responsiveness, and systemic interconnectivity.

Unlike conventional treaties, which depend heavily on state-centric interpretation, diplomatic negotiation, and institutional enforcement, smart treaties embed enforceability and adaptability within the legal architecture. This approach has theoretical foundations in cybernetics and systems theory, particularly in feedback loops: systems that adjust their behavior based on environmental inputs. The most salient features of smart treaties include the data integration and monitoring mechanisms, automated compliance and enforcement, and the adaptive legal frameworks. In addition, transparency, traceability, and trust are other key pillars (Lebbie et al., 2021).

Smart treaties rely extensively on data streams derived from various digital monitoring systems. These include remote sensing technologies, such as satellite imagery; the Internet of Things (IoT), including RFID sensors embedded in containers and waste management infrastructure; and machine learning algorithms capable of detecting anomalies or violations in compliance behavior. For example, in environmental governance, smart treaties can utilize satellite data to verify deforestation rates or pollution levels, thereby reducing dependence on state self-reporting—a mechanism long criticized for lacking reliability. One of the most promising aspects of smart treaties is their capacity for automated compliance enforcement. Leveraging artificial intelligence (AI) and machine-readable treaty clauses, smart treaties can continuously assess whether parties are meeting their obligations. In instances of non-compliance, the treaty can trigger automated alerts, levy financial penalties, or freeze access to digital resources without intermediary institutions or protracted diplomatic processes. This automation not only enhances efficiency but also deters opportunistic behavior by states. Smart treaties are inherently dynamic rather than static instruments. Through predictive analytics and machine learning, these treaties can be programmed to evolve in response to new scientific findings, emerging environmental threats, or shifts in geopolitical conditions. For instance, if climate models predict an intensification of drought conditions in a given region, a smart treaty governing water sharing could automatically adjust quotas among the signatories. Such adaptability introduces a level of legal responsiveness previously unattainable in traditional treaties, which often require years to renegotiate or amend. Blockchain technology is the digital backbone of many smart contracts, offering immutability, decentralized verification, and enhanced transparency. Each transaction or data input is recorded on a distributed ledger accessible to all stakeholders. In the context of recycling and waste management, this can mean complete traceability of hazardous materials from their origin to final disposal. This traceability mitigates risks of illegal dumping or misreporting and fosters mutual trust between treaty partners.

Smart treaties' theoretical and technical attributes become particularly salient when examined through international environmental cooperation, such as the partnership between China and African nations on recycling and waste management. A complex mix of geopolitical interests, economic development goals, and environmental imperatives has shaped this partnership. However, traditional cooperation frameworks have often faltered due to enforcement deficits, asymmetrical information, and limited regulatory capacity. Smart treaties offer a viable pathway to overcome these barriers. By embedding compliance mechanisms directly into the treaty structure and tying obligations to real-time data, such instruments can reduce the implementation gap—a persistent issue in North-South environmental agreements. For instance, a smart treaty between China and Kenya on e-waste recycling could mandate using RFID tags on all exported electronics. Sensors at African ports would verify compliance, while blockchain records would document the entire lifecycle of the waste products. In non-compliance—such as illegal dumping or mishandling—the treaty could trigger automated sanctions or financial penalties, with minimal reliance on diplomatic or legal adjudication. A pertinent case study from Nigeria's Basel Convention 2019 e-waste tracking pilot project can be drawn. While not a smart treaty per se, the initiative used blockchain to track electronic waste shipments from Europe to Africa.

The project revealed how digital tools could prevent illegal transboundary movements of hazardous materials. Building on such experiments, smart treaties can institutionalize these capabilities within a binding legal framework, operationalizing environmental justice and regulatory parity in an otherwise asymmetrical international system. While smart treaties promise efficiency and precision, they also raise significant normative questions. Automating legal processes may challenge established notions of state sovereignty and legal interpretation. There is a risk of over-reliance on opaque algorithms that may encode biases or be susceptible to manipulation. Moreover, digital inequality may render some states ill-equipped to participate fully in smart treaty regimes. African nations, for instance, may require substantial technical and infrastructural investments to engage in these frameworks effectively. Thus, the equitable design of smart treaties must include capacity-building measures and inclusive governance structures.

Smart treaties represent a confluence of technological innovation and legal reform, offering a potentially transformative tool for international cooperation, particularly in domains characterized by complex, data-intensive challenges like environmental governance. Their capacity to integrate real-time data, automate enforcement, and adapt dynamically to changing circumstances addresses many of the shortcomings of traditional treaty mechanisms. However, the operationalization of smart treaties in the context of China-Africa cooperation on recycling will require careful attention to issues of trust, sovereignty, digital access, and institutional readiness. As global environmental governance enters a more digitally mediated era, developing and implementing smart treaties could serve as a critical test case for the future of international law (Katterbauer & Cleenewerck, 2023).

AI Applications in Recycling Law

Artificial intelligence (AI) has emerged as a transformative force in environmental governance, offering innovative tools to address waste management and recycling challenges, particularly in global trade and transnational cooperation. Recycling governance, especially across jurisdictions such as China and Africa, requires sophisticated mechanisms to ensure compliance, transparency, and efficiency. Traditional governance structures often fall short in tackling the dynamic and often opaque flows of recyclables, especially with the added complication of illegal or misclassified waste shipments. With its suite of advanced computational capabilities, AI offers significant promise in enhancing regulatory oversight, ensuring legal harmonization, and creating automated incentive structures that reinforce sustainable behavior. This section explores four key domains where AI can reinforce recycling governance, emphasizing practical applications, technological mechanisms, and real-world case studies (McInerney, 2022).

One of the most critical challenges in recycling governance is accurately identifying, classifying, and tracking waste materials. Conventional manual methods are often insufficient due to the volume and complexity of mixed waste streams, human error, and intentional fraud. AI can automate and significantly improve waste classification processes, particularly through machine learning and computer vision. Algorithms trained on thousands of images can accurately distinguish between recyclable and non-recyclable materials, detect contamination levels, and assess the quality of sorted waste in real time. For instance, smart recycling bins equipped with image recognition systems have been deployed in cities such as Seoul and Tokyo, which automatically sort and report the types and weights of discarded materials. More advanced AI systems can also be integrated into the broader logistics chain to improve transboundary waste governance. In international trade, AI can be employed to scrutinize digital waste manifests—documents that outline the contents and destination of waste shipments. Using natural language processing and anomaly detection algorithms, these systems can flag discrepancies between declared and actual cargo, potentially identifying illegal hazardous waste exports (Chaisse & Kirkwood, 2022b). A case in point is the European Union's "Waste Shipment Regulation" enforcement, where AI has been piloted to cross-reference customs declarations, port surveillance footage, and satellite images to detect unauthorized shipments to West Africa. These tools enhance compliance with international agreements such as the Basel Convention and protect recipient countries from environmental degradation and public health risks associated with unmanaged waste imports. AI's predictive analytics capabilities present a powerful method for regulatory agencies to preemptively address non-compliance and environmental crime in the recycling sector. Predictive enforcement involves training machine learning models on historical datasets—including customs records, inspection outcomes, environmental impact assessments, and even satellite imagery—to forecast where and when treaty violations are likely to occur. This shift from reactive to proactive enforcement can greatly enhance the efficiency and effectiveness of environmental governance. An illustrative example is the work done by the United Nations Environment Programme (UNEP) in collaboration with AI researchers to detect illegal mining and waste dumping sites across sub-Saharan Africa. By analyzing spatial-temporal patterns in satellite imagery, AI models could predict areas with a high probability of environmental violations, allowing for the targeted deployment of inspection teams. Similarly, the Chinese government has begun experimenting with AI-driven enforcement systems that correlate industrial outputs with registered recycling activities to uncover cases of false reporting or evasion of environmental regulations. These systems act as early warning mechanisms, enabling authorities to focus limited enforcement resources on high-risk areas and actors. Transnational recycling governance is often hindered by legal fragmentation and inconsistency across jurisdictions.

Different countries may have divergent definitions of recyclable materials, contamination thresholds, and procedural trade documentation requirements. Such inconsistencies create loopholes for waste smugglers and undermine the effectiveness of multilateral agreements. AI, particularly through natural language processing (NLP), offers tools to address these challenges by facilitating the comparison, translation, and harmonization of legal texts across different legal systems and languages (Chaisse & Kirkwood, 2022b). NLP algorithms can automatically extract legal provisions from environmental laws and treaties, compare them across countries, and identify areas of divergence or overlap. For instance, the World Bank developed an NLP-based tool to align climate-related legislation across East African Community (EAC) member states. Applied to the recycling domain, such a tool could help standardize regulations between China and African nations involved in bilateral recycling agreements. Furthermore, AI can provide real-time translation and contextual analysis of legal documents, enabling policymakers and legal experts to draft more coherent and enforceable recycling protocols collaboratively. This fosters mutual legal understanding and reduces the administrative burden of harmonizing laws through traditional diplomatic channels. Beyond monitoring and enforcement, AI can also be central in designing and managing incentive-based governance systems that reward positive environmental behavior. In the context of international recycling treaties, incentive mechanisms such as carbon credits, green bonds, or trade benefits can be employed to encourage compliance and investment in sustainable recycling infrastructure. AI can provide the data verification backbone to ensure these incentives are distributed fairly and accurately. By aggregating and analyzing data from various sources—such as IoT-enabled recycling facilities, satellite monitoring, and third-party audits—AI systems can generate reliable performance metrics on recycling outputs, contamination rates, and environmental impacts. These metrics can then be linked to automated incentive mechanisms. For example, blockchain-based smart contracts could be triggered by AI-verified data to release carbon credits or grant access to green financing. One notable case study is SAP's "GreenToken" initiative, which uses AI and blockchain to track sustainable materials across supply chains. Participating companies receive digital tokens based on verified sustainable practices, which can be traded or redeemed for regulatory advantages. In Africa-China, such systems could be embedded in bilateral environmental treaties. Chinese enterprises operating in Africa are rewarded for adhering to local recycling standards and investing in circular economy infrastructure. AI ensures the integrity and transparency of such systems, reducing opportunities for fraud and increasing stakeholder trust. Integrating artificial intelligence into recycling governance represents a significant step forward in overcoming traditional limitations associated with cross-border environmental management. By enhancing waste identification and tracking, enabling predictive enforcement, supporting legal harmonization, and powering data-driven incentive systems, AI is both a technical enabler and a strategic ally in the quest for sustainable recycling practices. For China and African nations seeking to deepen environmental cooperation, AI-driven governance frameworks offer a scalable, transparent, and effective pathway to achieving mutual sustainability goals while fostering trust and accountability in international waste trade.

Case Studies and Hypothetical Scenarios

To better understand the operational potential of smart treaties in transnational governance, particularly within environmental and technological cooperation, it is instructive to explore hypothetical scenarios and real-world analogues that illustrate how such systems could function in practice. Smart treaties—digital, self-executing agreements embedded with monitoring and enforcement mechanisms—represent a substantial innovation over traditional treaty models. They promise enhanced transparency and accountability and the automation of compliance, enabling real-time responsiveness to violations and the proactive management of risks. The following hypothetical scenario, situated within the context of Sino-African environmental diplomacy, demonstrates how such a treaty might function in the complex, often opaque domain of e-waste recycling. Imagine a bilateral smart treaty between China, one of the world's largest producers and exporters of electronic goods, and Ghana, a key African recipient of second-hand electronics and e-waste. This treaty governs the transboundary movement and environmentally sound management of electronic waste. Under the treaty, all e-waste shipments—including lithium batteries, circuit boards, and obsolete devices—are tagged with RFID chips and continuously monitored via satellite-based GPS systems. Each data point related to the shipment, such as origin, transit route, storage conditions, and final destination, is stored immutably on a distributed blockchain ledger, ensuring both visibility and verification by Chinese and Ghanaian authorities. Critically, the treaty incorporates an AI-driven compliance platform that analyzes the movement of goods in real time.

For instance, the system automatically flags the anomaly if a shipment deviates from its authorized route or is offloaded at an unregistered site—perhaps near an informal settlement lacking environmental safeguards. The smart treaty, encoded with conditional logic (akin to a smart contract), responds by triggering a series of actions: it alerts both Chinese and Ghanaian environmental agencies, initiates a temporary suspension of the offending exporter's license, and imposes a financial penalty according to the treaty's enforcement schedule. Moreover, a predictive analytics module scans broader shipment patterns and demographic data to recommend a new processing facility location in a less congested region of Ghana, where infrastructure could be augmented through targeted Chinese investment under a "green diplomacy" framework (Polanco, 2023).

The implications of such a system are profound. Not only does it promise significant reductions in illicit dumping and environmental degradation, but it also enhances bilateral trust by removing discretionary enforcement and potential corruption. The smart treaty fosters environmental justice by proactively addressing the concerns of communities historically marginalized by the informal e-waste economy. Importantly, it aligns with the objectives of both the Basel Convention and the Bamako Convention, surpassing them in implementation capacity through digital enforcement mechanisms. This hypothetical scenario finds partial inspiration in existing frameworks, such as the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. While the Basel Convention establishes international rules to curb hazardous waste dumping in developing countries, its enforcement mechanisms are limited. Most compliance relies on national implementation and periodic reporting, which often suffers from institutional weaknesses, corruption, and data opacity. For instance, Ghana's Agbogbloshie region—frequently cited as one of the world's most toxic e-waste dump sites—is a testament to traditional treaty enforcement's failure, where shipments are misdeclared as second-hand goods and evade detection. A smart treaty with automated data streams and real-time sanctioning could potentially eliminate such loopholes. The European Union's Digital Product Passport (DPP) initiative under the Circular Economy Action Plan is a relevant empirical development. This emerging system aims to embed digital identifiers in products, including electronics, that carry information about origin, components, repair history, and environmental impact. While not a treaty per se, the DPP provides a technological framework for tracking and managing product lifecycles across borders. If adapted and scaled through bilateral or multilateral agreements, it could form the technical foundation of smart treaties in global trade. For example, an EU-Ghana DPP-enabled agreement on used electronics could ensure traceability, enforce environmental standards, and incentivize responsible producers through digital certification schemes (Moy, 1992).

Smart treaties, particularly in the context of environmental governance, offer a compelling model for overcoming long-standing issues in treaty enforcement: delayed responses, lack of reliable data, and inadequate accountability structures. Their promise is especially salient for North-South and South-South relations, where asymmetries in regulatory capacity and economic leverage often result in environmental externalities borne disproportionately by less developed nations. By shifting some elements of treaty enforcement from subjective political processes to objective technological systems, smart treaties reduce opportunities for manipulation and increase policy fidelity. Moreover, such treaties could be extended to other pressing transnational issues, such as illegal fishing, carbon trading fraud, and biodiversity conservation. For example, a trilateral smart treaty on rainforest protection between Indonesia, Norway, and the United States could use satellite imagery and AI-driven deforestation detection to trigger payment disbursements or penalties under a results-based REDD+ framework. Similarly, a treaty on Arctic resource extraction might employ smart sensors and blockchain-based records to enforce ecological safeguards in a geopolitically contested region. In conclusion, while challenges remain regarding data privacy, technological sovereignty, and the risk of algorithmic bias, integrating digital technologies into treaty frameworks opens new avenues for governance innovation. The hypothetical scenario of a Sino-Ghanaian e-waste smart treaty exemplifies how such systems might function to enforce compliance and foster equity, resilience, and sustainable development in a rapidly digitizing global order.

Challenges and Ethical Considerations

Implementing smart treaties—digitally enabled, AI-assisted agreements governed through blockchain or other secure digital platforms—offers substantial promise for enhancing transparency, accountability, and efficiency in international agreements. However, deploying such technologies, particularly in Africa, introduces many complex challenges and ethical dilemmas.

These issues span the domains of data sovereignty, digital infrastructure, algorithmic fairness, and legal legitimacy, each of which requires critical examination (Katterbauer, 2023).

One of the most pressing concerns relates to data sovereignty—the right of a nation to control the data generated within its borders. As smart treaties often rely on real-time data streams and cloud-based analytics managed by foreign tech firms, African countries may be justifiably wary of external data stewardship. This skepticism stems from historical experiences of extractive relationships with global powers, often called "digital neocolonialism," wherein control over data becomes a new frontier for asymmetrical power dynamics. For instance, deploying Huawei's digital infrastructure in several African countries has raised surveillance and data privacy alarms. Similarly, the dependency on Western AI platforms could lead to African states ceding significant control over treaty monitoring and enforcement processes to non-African entities. In this context, Ethiopia's recent moves to develop its domestic digital infrastructure—such as establishing its National Data Center—reflect a broader continental trend toward asserting digital sovereignty. Equally significant is the issue of digital infrastructure gaps. While major urban centers in Africa have made considerable strides in internet connectivity and mobile penetration, vast disparities remain, particularly in rural and remote regions. Many of the technologies underpinning smart treaties—blockchain verification, automated compliance monitoring, and sensor networks—require high levels of connectivity, consistent power supply, and a digital literacy base that is far from universal. This infrastructural asymmetry may lead to uneven implementation of treaties, privileging regions with more robust digital access and sidelining marginalized communities. The case of the Lake Chad Basin Commission (LCBC), which oversees water-sharing agreements among Cameroon, Chad, Niger, and Nigeria, illustrates the difficulty of monitoring cross-border water usage without adequate remote sensing infrastructure. Attempts to digitize treaty enforcement in this region have repeatedly encountered technical and logistical limitations. A third concern is the problem of algorithmic bias, which arises when AI systems—trained predominantly on datasets from the Global North—fail to capture the nuanced social, economic, and environmental conditions of African states. This bias can manifest in various ways: predictive algorithms might wrongly classify treaty-compliant behavior as a breach due to contextual misunderstandings, or worse, they might fail to flag actual violations due to a lack of relevant training data. In one instance, an early warning system designed to monitor drought conditions in the Horn of Africa produced inaccurate forecasts because it was calibrated using meteorological patterns from temperate climates, leading to misguided policy responses. The implications for treaty enforcement are profound; faulty data analytics can undermine trust in the treaty system, perpetuate inequalities, and even fuel inter-state tensions. Another critical dimension is the legal validity and institutional acceptance of smart treaties. For these instruments to function effectively, they must be recognized by international legal bodies and embedded within the participating nations' domestic legal frameworks. Given the often slow and contested nature of legal reform in many jurisdictions, this poses a formidable challenge. National constitutions, legislative acts, and judicial procedures must be updated to account for digital evidence, automated decision-making, and cross-border data flows—none of which are easily accommodated within traditional legal paradigms. Furthermore, international legal forums such as the International Court of Justice or the African Court on Human and Peoples' Rights have yet to develop clear guidelines for admissibility and enforcement of AI-generated treaty data. The 2020 African Union Digital Transformation Strategy calls for harmonizing digital policies across member states, yet progress has been uneven and largely aspirational (Katterbauer & Cleenewerck, 2023).

These multifaceted challenges underscore the need for an inclusive treaty design that actively involves stakeholders from across the socio-economic and geopolitical spectrum. Grassroots actors, indigenous communities, and local technologists must be engaged alongside policymakers and international legal experts to ensure that treaty frameworks are equitable, transparent, and locally resonant. In addition, sustained investment in digital infrastructure is imperative—not just in terms of hardware and connectivity, but also in building human capital capable of managing and scrutinizing innovative treaty technologies. Multilateral cooperation will be essential in this regard. Initiatives such as the African Continental Free Trade Area (AfCFTA) digital protocols or the Smart Africa Alliance exemplify the collaborative effort required to harmonize standards, share best practices, and pool technological resources. Ultimately, while smart treaties present an exciting frontier for international governance, particularly within the African context where development imperatives are urgent and complex, they must be approached with caution and a strong ethical compass. The goal should not merely be technological sophistication but equitable and accountable governance mechanisms that respect national sovereignty, promote infrastructural inclusivity, and guard against the unintended consequences of algorithmic decision-making.

As such, the success of smart treaties in Africa will hinge on technological innovation and the political will to engage deeply with their ethical, legal, and social implications (McInerney, 2022).

Policy Recommendations

The potential of smart treaties—digitally encoded legal agreements that utilize artificial intelligence (AI), blockchain, and data-driven enforcement mechanisms—offers a transformative opportunity to reshape China-Africa cooperation in the recycling sector. As both regions face pressing environmental and developmental challenges, integrating innovative technologies into environmental governance may allow for more efficient treaty compliance, enhanced transparency, and adaptive regulation. However, this potential can only be realized through a deliberate policy framework that addresses the unique socio-political, infrastructural, and legal dynamics between China and African states. To this end, five strategic policy actions are proposed. A foundational step is creating a dedicated task force focused on the intersection of AI, environmental law, and international cooperation between China and African nations. This body should be jointly constituted by legal scholars, technologists, environmental policy experts, and diplomats from both regions. Its primary mandate would be to develop pilot smart treaties in the recycling sector, facilitate knowledge transfer on digital legal tools, and ensure that both Chinese and African legal practitioners possess a mutual understanding of AI-integrated treaty mechanisms. The Task Force could take inspiration from the OECD AI Policy Observatory, which serves as a collaborative space for analyzing the impact of AI on public policy, and the EU-African Union Digital Economy Task Force, which has worked to align digital regulatory frameworks across borders. A key output of the China-Africa task force could be the development of a model smart treaty that governs transboundary e-waste management, complete with embedded compliance algorithms and real-time data integration mechanisms. The persistent digital divide is one of the most significant barriers to AI-driven treaty implementation in Africa. While China has emerged as a global leader in digital infrastructure, with companies like Huawei and Alibaba playing pivotal roles in AI and cloud computing, many African nations struggle with unreliable internet access, limited data centers, and a shortage of trained digital professionals. Bridging this gap is imperative. China's Belt and Road Initiative (BRI) Digital Silk Road provides a strategic platform through which digital infrastructure investments—such as 5G networks, cloud storage facilities, and satellite monitoring systems—can be expanded into African regions critical to the recycling chain. These investments should be paired with targeted capacity-building programs to train African legal professionals, environmental regulators, and technologists in AI systems, innovative contract development, and environmental data analytics. Case studies from Rwanda's partnership with Carnegie Mellon University Africa and China's investment in Ethiopia's Ethio Telecom network highlight the potential for effective digital collaboration when infrastructure is coupled with human capital development.

By their very nature, smart treaties rely on AI algorithms to monitor compliance, interpret legal clauses, and recommend enforcement actions. Without rigorous ethical guidelines, these systems risk entrenching algorithmic bias, reducing transparency, and undermining the legitimacy of treaty enforcement. The China-Africa partnership must adopt and adapt ethical AI principles that ensure fairness, accountability, and transparency. The Task Force should reference global standards such as the UNESCO Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence and the Beijing AI Principles to co-develop a set of norms and guidelines tailored to the unique context of environmental governance. These should address data sovereignty, the right to explanation for automated decisions, and safeguards against surveillance misuse. A relevant precedent is the Kenyan government's adaptation of the OECD principles in its National AI Strategy (2021), which emphasizes local control and inclusive AI development. Transparency and legal literacy are cornerstones of practical international cooperation. To support the deployment and scaling of smart treaties, China and African nations should jointly develop open-access legal platforms that house legal texts, compliance data, best practices, and model clauses. These platforms should be multilingual, user-friendly, and interoperable with existing African legal information systems such as the African Legal Information Institute (AfricanLII).

Blockchain technology could play a critical role in ensuring the immutability and accessibility of treaty documents. At the same time, AI-driven legal analytics could help identify patterns of non-compliance and suggest regulatory improvements. The European Union's EUR-Lex platform, which provides free access to legal texts and procedures across member states, offers a model for how such systems can promote legal harmonization and empower stakeholders. Effective environmental regulation of recycling and waste management requires cross-border cooperation and legal alignment.

Given the diversity of legal systems across the African continent—from civil law in francophone countries to common law in anglophone jurisdictions—there is a pressing need for harmonization efforts. These should be led by the African Union, the African Continental Free Trade Area (AfCFTA), and relevant regional economic communities (RECs), with support from Chinese legal and environmental institutions. Smart treaties must be compatible with regional regulatory frameworks to avoid legal fragmentation and ensure coherent enforcement. The China-Africa task force should work closely with bodies such as the African Union Commission on International Law (AUCIL) to integrate smart treaty clauses into regional environmental agreements. A successful precedent is the Bamako Convention on Hazardous Wastes, which, despite limited enforcement capacity, has laid the groundwork for regional regulatory coherence. Innovative treaty mechanisms could revitalize such frameworks by automating reporting and facilitating real-time compliance verification.

Integrating smart treaties into China-Africa environmental cooperation holds transformative promise for the future of recycling governance. However, realizing this potential requires more than technological innovation; it demands robust legal institutions, ethical foresight, infrastructural investment, and cross-cultural dialogue. By jointly establishing a task force, investing in capacity, embracing ethical AI, promoting transparency through open-access legal platforms, and harmonizing regional legal standards, China and Africa can lay the groundwork for a new era of equitable and sustainable digital environmental governance. These policy actions, taken together, can ensure that smart treaties evolve from a technological concept to a pragmatic tool of international cooperation.

Conclusions

AI can reimagine how international environmental agreements are drafted, implemented, and enforced. In the case of China-Africa environmental cooperation, smart treaties could provide the legal and technological backbone for a more equitable and effective recycling framework. While infrastructure, trust, and legality remain, a proactive and collaborative approach can turn these obstacles into opportunities. As climate change and environmental degradation accelerate, smart treaties represent a critical innovation for building a greener, more just, and technologically empowered future.

References

- Amankwah-Amoah, J., & Lu, Y. (2024). Harnessing AI for business development: A review of drivers and challenges in Africa. *Production Planning & Control*, 35(13), 1551–1560. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2069049>
- Bickers, R., & Jackson, I. (2016). Introduction: Law, land and power: treaty ports and concessions in modern China. In *Treaty Ports in Modern China* (pp. 1–22). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315636856-1/introduction-robert-bickers-isabella-jackson>
- Chaisse, J., & Kirkwood, J. (2022a). Smart courts, smart contracts, and the future of online dispute resolution. *Stan. J. Blockchain L. & Pol’y*, 5, 62.
- Chaisse, J., & Kirkwood, J. (2022b). Smart courts, smart contracts, and the future of online dispute resolution. *Stan. J. Blockchain L. & Pol’y*, 5, 62.
- Eke, D. O., Wakunuma, K., & Akintoye, S. (2023). Introducing responsible AI in Africa. In *Responsible AI in Africa: Challenges and Opportunities* (pp. 1–11). Springer International Publishing Cham. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/60787/978-3-031-08215-3.pdf?sequence=1#page=22>
- Eke, D., & Ogoh, G. (2022). Forgotten African AI Narratives and the future of AI in Africa. *The International Review of Information Ethics*, 31(1), Article 1. <https://doi.org/10.29173/irrie482>
- Katterbauer, K. (2023). An Islamic Game Theory approach for overcoming base erosion profit shifting challenges for the Organization of Islamic Cooperation (OIC). *The Journal of Law, Social Justice and Global Development*, 27, 31–40.

- Katterbauer, K., & Cleenewerck, L. (2023). A Legal Evaluation of the Impact of Artificial Intelligence on Outer Space Asset-Financing. *Financial Law Review*, 31(3), 86–110.
- Lebbie, T. S., Moyebi, O. D., Asante, K. A., Fobil, J., Brune-Drise, M. N., Suk, W. A., Sly, P. D., Gorman, J., & Carpenter, D. O. (2021). E-waste in Africa: A serious threat to the health of children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(16), 8488.
- Li, J., Liu, L., Zhao, N., Yu, K., & Zheng, L. (2013). Regional or global WEEE recycling. Where to go? *Waste Management*, 33(4), 923–934.
- McInerney, T. F. (2022). The Emergence of Intelligent Treaty Systems and the Future of International Law. *U. Ill. JL Tech. & Pol’y*, 259.
- Moy, R. C. (1992). History of the Patent Harmonization Treaty: Economic Self-Interest as an Influence. *John Marshall Law Review*, 26, 457.
- Nandutu, I., Atemkeng, M., & Okouma, P. (2023). Integrating AI ethics in wildlife conservation AI systems in South Africa: A review, challenges, and future research agenda. *AI & SOCIETY*, 38(1), 245–257. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01285-y>
- Otaigbe, I. (2022). Scaling up artificial intelligence to curb infectious diseases in Africa. *Frontiers in Digital Health*, 4, 1030427.
- Pagenberg, J. (1991). The WIPO Patent Harmonization Treaty. *AIPLA Quarterly Journal*, 19, 1.
- Parts, C. (2019). Waste not want not: Chinese recyclable waste restrictions, their global impact, and potential US responses. *Chi. J. Int’l L.*, 20, 291.
- Polanco, R. (2023). The impact of digitalization on international investment law: Are investment treaties analogue or digital? *German Law Journal*, 24(3), 574–588.
- Rusakova, E. P. (2021). Integration of “smart” technologies in the civil proceedings of the People’s Republic of China. *RUDN Journal of Law*, 25(3), 622–633.
- Wang, J., & Lei, C. (2018). Will innovative technology result in innovative legal frameworks?—smart contracts in China. *European Review of Private Law*, 26(6). <https://kluwerlawonline.com/journalarticle/European+Review+of+Private+Law/26.6/ERPL2018062>
- Wellhausen, R. L. (2025). Tariffs as Environmental Protection: Evidence from the Global South after the China garbage shock. https://www.rwellhausen.com/uploads/6/9/0/0/6900193/wellhausen_chinagarabgetariffs_onlinemar2025.pdf
- Xia, Y. (2019). Wealth from waste? Chinese investments and technology transfer in the Tanzanian plastic recycling industry. Working Paper. <https://www.econstor.eu/handle/10419/248155>

THE APPLICATION OF CONSTRUCTION LOANS IN THE FINANCING OF GREEN-CERTIFIED BUILDINGS

Nail Gasimzade

Azerbaijan Memarlıq və İnşaat Universiteti Azərbaycan, Azerbaijan University of Architecture and Construction,
ORCID NO: 0009-0008-4468-5810

Abstract

Green-certified buildings stand as a modern solution to the growing demands of urban development where economic growth must coexist with environmental responsibility. These buildings are distinguished by their focus on energy efficiency, environmental protection, and long-term sustainability. While their construction requires a higher initial investment compared to conventional buildings, the long-term outcomes provide undeniable value: reduced operational costs, substantial savings in energy and water consumption, lower environmental impact, and healthier living conditions for residents. In Azerbaijan, the housing finance system has expanded considerably in the last decade, largely driven by mortgage loans, resulting in thousands of new apartments being delivered annually. However, these financial instruments have not yet been connected to green standards. Developers often view certified buildings as costly and less attractive, while buyers are not yet fully ready to pay extra for the benefits that green housing provides. This gap highlights the need for financial incentives, supportive policies, and credit mechanisms tailored to sustainable construction. The article explores the economic, environmental, and social advantages of certified buildings through quantitative evidence. These buildings generate measurable savings over their lifetime, reduce carbon emissions, and create a healthier urban environment. Additionally, properties with certification tend to hold higher market value, giving investors an additional reason to prioritize them. In Azerbaijan, early initiatives have already emerged, with new financial instruments beginning to support environmentally responsible projects. With the involvement of government support, more proactive lending strategies from banks, and collaboration with international financial institutions, the role of construction loans in financing green-certified buildings is expected to grow. This paper evaluates both local and global experiences, reviews available mechanisms, and outlines specific recommendations for strengthening the connection between construction finance and sustainable development.

Keywords: Construction Loans, Green Buildings, Financing, Sustainable Development, Certification.

TİKİNTİ KREDİTLƏRİNİN YAŞIL SERTİFİKATLI BİNALARIN MALİYYƏLƏŞDİRİLMƏSİNDƏ TƏTBİQİ

Xülasə

Yaşıl sertifikatlı binalar müasir şəhərsalmanın ekoloji və iqtisadi tələblərinə cavab verən, enerji səmərəliliyi, ekoloji təmizlik və davamlılıq göstəriciləri ilə fərqlənən tikililərdir. Belə binaların inşası ənənəvi binalardan fərqli olaraq daha yüksək maliyyə sərmayəsi tələb edir. Bununla belə, uzunmüddətli perspektivdə əməliyyat xərclərinin azalması, enerji və suya qənaət, ətraf mühitə mənfi təsirlərin azalması və insanların yaşayış keyfiyyətinin yaxşılaşması kimi mühüm üstünlüklər təmin edir. Azərbaycanda son illərdə ipoteka kreditləri vasitəsilə tikinti sektoru sürətlə inkişaf etmiş, minlərlə ailə mənzil sahibi olmuşdur. Lakin bu kreditlərin hələ yaşıl standartlarla əlaqələndirilməsi müşahidə edilmir. Tikinti şirkətləri üçün yaşıl binaların inşası ilkin mərhələdə əlavə xərc yaradır və hazırkı bazarda alıcıların əksəriyyəti bu üstünlüklərə görə əlavə ödəniş etməyə hazır deyil. Bu səbəbdən, yaşıl sertifikatlı binaların yayılmasını təmin etmək üçün maliyyə stimulları xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Məqalədə yaşıl binaların iqtisadi və sosial faydaları konkret statistik göstəricilər əsasında şərh edilir. Araşdırma göstərir ki, belə tikililər əməliyyat dövründə əhəmiyyətli qənaət yaradır, eyni zamanda şəhərlərin ekoloji balansına müsbət təsir göstərir. Bundan əlavə, sertifikatlı binaların bazar dəyəri daha yüksək olur, bu da investisiya baxımından əlavə motivasiya yaradır. Azərbaycanda artıq ilk addımlar atılmış, yaşıl layihələrin maliyyələşdirilməsi üçün yeni mexanizmlər formalaşdırılmışdır. Gözlənilir ki, dövlət dəstəyi, bankların kredit siyasəti və beynəlxalq maliyyə institutlarının iştirakı ilə yaşıl kreditlər

genişlənəcək və tikinti sektorunda yaşıl binaların payı artacaq. Məqalədə həm yerli, həm də beynəlxalq təcrübələr müqayisə olunur, mövcud imkanlar dəyərləndirilir və gələcək inkişaf üçün konkret tövsiyələr təqdim edilir.

Açar sözlər: tikinti kreditləri, yaşıl binalar, maliyyələşdirmə, davamlı inkişaf, sertifikatlaşdırma.

GİRİŞ

Müasir dövrdə şəhərsalmanın inkişafı yalnız yüksək iqtisadi səmərəliliklə yox, həm də ekoloji davamlılıq prinsipləri ilə dəyərləndirilir. Binaların tikintisi və istismarı qlobal enerji istehlakının və karbon emissiyalarının təxminən 40%-ni təşkil edir (World Green Building Council, 2019). Belə ki, ənənəvi tikinti sektorunun ətraf mühitə ciddi təsiri var. Bu problemi həll etmək üçün dünya miqyasında “yaşıl bina” anlayışı formalaşmışdır. Yaşıl binalar dedikdə, xüsusi sertifikatlaşdırma meyarlarına cavab verən, enerji və su ehtiyatlarına qənaət edən, ətraf mühitə zərəri minimuma endirilmiş binalar nəzərdə tutulur. Məsələn, LEED və BREEAM kimi beynəlxalq sertifikatlar bina layihəsinin enerji səmərəliliyi, suyun idarə olunması, daxili hava keyfiyyəti, materialların dayanıqlılığı kimi göstəricilər üzrə yüksək standartlara cavab verdiyini təsdiqləyir.

Azərbaycanda da davamlı tikinti konsepsiyasına maraq son illərdə artmaqdadır. 2017-ci ildə qəbul olunmuş Dayanıqlı İnkişaf üzrə Milli Strategiya çərçivəsində tikinti sektorunda enerji səmərəliliyinin artırılması hədəfləri müəyyən edilmişdir (Constructive Voices, 2023). Bu istiqamətdə bəzi dövlət təşəbbüsləri də mövcuddur. Məsələn, Alternativ və Bərpa Olunan Enerji Mənbələri üzrə Dövlət Agentliyi (ABOEM) tikililərdə enerji səmərəliliyi tədbirlərinin təşviqi ilə məşğul olmuş, müəyyən dövrlərdə enerji effektiv sistemlərin quraşdırılmasına vergi güzəştləri tətbiq edilmişdir (Constructive Voices, 2023). Lakin bütün bu addımlara baxmayaraq, ölkəmizdə hələ ki “yaşıl bina” standartları geniş yayılmayıb. Nəyə görə? Bu sualın cavabı əsasən iqtisadi amillərlə bağlıdır. Yerli mütəxəssislərin fikrincə, yaşıl texnologiyalarla bina inşa etmək adi bina ilə müqayisədə xeyli bahalıdır və tikinti norma və qaydalarımızda “ekoloji bina” anlayışı hələ rəsmiləşməyib (Azadov, 2024). Yəni, inkişaf şirkətləri üçün əlavə xərcə getmək və sertifikat almaq cəlbədicidir deyil, çünki bazarda alıcılar hələ ki yaşıl binalara əlavə dəyər ödəməyə hazır deyillər. Bu vəziyyətdə, yaşıl inşaatı təşviq etməyin ən effektiv yolu maliyyə stimullarından – yəni sərfəli kreditlər, subsidiyalar və güzəştlərdən istifadədir (Ganbarov və dig., 2020).

Maliyyə sektorunun yaşıl transformasiyada rolu danılmazdır. BMT-nin İqlim Dəyişikliyi üzrə Çərçivə Konvensiyasına qoşulan ölkəmiz 2030-cu ilə qədər karbon emissiyalarını azaltmaq öhdəlikləri götürüb və bunun üçün böyük həcmdə sərmayə tələb olunur (Akhundov, 2024). Dövlət büdcəsi hesabına bütün “yaşıl” təşəbbüslərin maliyyələşdirilməsi mümkün olmadığından, özəl sektorun cəlb edilməsi vacibdir (Akhundov, 2024). Banklar və digər maliyyə institutları yaşıl layihələrin, o cümlədən binaların maliyyələşdirilməsində əsas vasitəçilərdəndir. Tikinti kreditləri dedikdə, bina və qurğuların inşası üçün banklar tərəfindən ayrılan vəsait nəzərdə tutulur. Bu cür kreditlər istər tikinti şirkətlərinə (layihə maliyyələşməsi formasında), istərsə də yaşayış evləri alan fərdi şəxslərə (ipoteka krediti formasında) verilə bilər. Azərbaycanda 2000-ci illərin ortalarından başlayaraq ipoteka kreditləşməsi sistemi formalaşmış və tikinti sektorunun inkişafına mühüm təkan verib (Qasımlı, 2025). Məsələn, 2022-ci ildə ölkədə dövlət xətti ilə rekord həcmdə ipoteka kreditləri – 422,7 milyon manat – verilmiş və bunun fonunda həmin il istismara hazır yeni mənzillərin sayı 25 minə yaxınlaşmışdır (Qasımlı, 2025).

Cədvəl 1-də son illərdə Azərbaycan İpoteka və Kredit Zəmanət Fondunun xətti ilə verilmiş ipoteka kreditlərinin dinamikası göstərilir. Verilən kreditlərin həcmi 2019-cu ildən 2023-cü ilədək davamlı artmış, ötən il 461,7 milyon manata çatmışdır. Bu kreditlər hesabına 2019-2023-cü illərdə hər il orta hesabla 5-6 min ailə mənzil sahibi olmuşdur (Qasımlı, 2025). Bu rəqəmlər tikinti sektorunun maliyyələşməsində ipoteka mexanizminin nə qədər önəmli hala gəldiyini sübut edir. Lakin bu kreditlər mövcud olsa da, onların “yaşıl” şərtlərlə verilməsi – yəni tikilən evlərin enerji səmərəliliyi tələblərinə uyğunluğunun maliyyə şərtlərinə inteqrasiyası – hələ reallaşmayıb. Başqa sözlə desək, hazırda güzəştli ipoteka kreditləri əsasən sosial kateqoriyalara yönəlib (gənc ailələr, şəhid ailələri və s. üçün 4%-lik kreditlər) (Azərbaycan Respublikası İpoteka və Kredit Zəmanət Fondu, 2023). Yaşıl bina tikmək istəyən tikinti şirkəti və ya fərdi şəxs üçün xüsusi endirimli kredit proqramı mövcud deyil. Bu boşluğun aradan qaldırılması üçün dünya təcrübəsində uğurla sınaqdan keçmiş bir sıra alətlər tətbiq edilə bilər ki, məqalənin “Nəticə və Təvsiyələr” bölməsində onlara toxunulub.

MATERIAL VƏ METODLAR

Bu tədqiqat işində həm kvalitatif, həm də kvantitativ məlumat mənbələrindən istifadə edilmişdir. İlkin olaraq, mövzu üzrə beynəlxalq elmi ədəbiyyat və hesabatlar təhlil edilərək yaşıl binaların üstünlükləri və onların maliyyələşdirilməsi təcrübəsi haqqında məlumatlar toplanmışdır. Bu çərçivədə APA 6 üslubunda istinad olunan mənbələrdən biri Ganbarov və həmmüəlliflərinin (2020) Azərbaycanın ipoteka bazarı üzrə apardıqları tədqiqatdır. Həmin işdə dövlət dəstəyi, kommersiya bankları və tikinti şirkətləri arasında integrasiya olunmuş model təqdim edilsə də, yaşıl tikinti ayrıca komponent kimi nəzərdən keçirilib və hökumətin yaşıl kreditlər üzrə faiz subsidiyaları tətbiq etməli olduğu vurğulanıb (Ganbarov və dig., 2020, s.1523-1530). Bundan başqa, Dünya Yaşıl Tikinti Şurasının hesabatları, ABŞ Yaşıl Tikinti Şurasının (USGBC) statistik məlumatları kimi beynəlxalq mənbələrin məlumatları götürülərək təhlil edilmişdir. Məsələn, USGBC tərəfindən yayımlanan statistik göstəricilərdən yararlanaraq yaşıl sertifikatlı binaların resurs istehlakı üzrə qənaətləri müəyyən edilmişdir (World Green Building Council, 2019).

Araşdırmanın əhəmiyyətli hissəsi kimi, Azərbaycan kontekstində rəsmi statistik məlumatlar incənlənmişdir. Dövlət Statistika Komitəsinin illik bülletenlərindən tikinti sektoruna yönəldilən investisiyalar, istifadəyə verilən yaşayış sahələri barədə göstəricilər əldə edilmişdir. Azərbaycan Mərkəzi Bankının açıqlamalarından və bank sektoruna dair hesabatlardan isə tikinti sektoruna ayrılan kreditlərin həcmi haqqında məlumatlar toplanmışdır. Xüsusən, 2023-2025 dövrü üçün bankların tikinti sektoruna verdiyi kreditlərin portfeli aylıq əsasda izlənilmişdir. Mərkəzi Bankdan media sorğuları vasitəsilə əldə olunan məlumata görə, 2024-cü ilin ortalarında bankların tikinti sektoruna ayırdığı biznes kreditlərinin məbləği təxminən 1,4 milyard manat təşkil etmişdir ki, bu da ölkə üzrə bütün biznes kreditlərinin təqribən 10%-inə bərabərdir (Gundelik.az, 2025). Bu kimi məlumatlar əsasında Cədvəl 4-də tikinti sektoruna kredit qoyuluşunun həcmi zaman daxilində təqdim olunmuşdur.

Tədqiqat metodologiyasında həm də müqayisəli təhlil yanaşması tətbiq edilmişdir. Belə ki, yaşıl binaların inşaat dəyəri və istismar xərcləri ənənəvi binalarla müqayisə edilmiş, aradakı fərqlərin maliyyə göstəricilərinə təsiri qiymətləndirilmişdir. Bu müqayisələr üçün tələb olunan kəmiyyət göstəriciləri mötəbər beynəlxalq tədqiqatlardan götürülmüşdür. Məsələn, Mehta (2025) tərəfindən toplanmış 50-dən çox yaşıl tikinti statistikasından yeni yaşıl binaların birinci ilində əməliyyat xərclərinə 10,5% qənaət edilməsi, 5 il ərzində isə cəmi 16,9% əməliyyat xərci azalması kimi məlumatlar mövcuddur. Bu növ statistik məlumatlar Cədvəl 2-də ümumiləşdirilərək təqdim olunmuşdur.

Nəhayət, məqalədəki bütün cədvəllər və diaqramlar tərtib edilərkən məlumatların dürüstlüyünə xüsusi diqqət yetirilmişdir. Rəqəmlərin mənbələri APA standartına uyğun olaraq ədəbiyyat siyahısında göstərilmiş, mətn daxilində müvafiq istinadlarla dəstəklənmişdir. Tədqiqatın gedişində qarşılaşdığımız bəzi məhdudiyyətlərə də toxunmaq vacibdir. Məsələn, Azərbaycanda yaşıl sertifikatlı binaların sayı və onların konkret maliyyələşmə mənbələri barədə açıq məlumatlar məhduddur. Bu boşluğu nəzərə alaraq, təhlil zamanı qlobal göstəriciləri yerli şəraitə proyeksiya etmə yolu seçilmişdir. Bundan başqa, 2025-ci il üçün proqnoz xarakterli məlumatlardan istifadə olunmamış, yalnız faktiki statistikalar əsasında nəticələr çıxarılmışdır (istənilən proqnoz 2025-dən sonrakı dövrə aid olmaqla təqdim edilir).

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Yaşıl binaların üstünlükləri: qısa və uzunmüddətli təsirlər. İlk növbədə, yaşıl sertifikatlı binaların ənənəvi binalara nisbətən konkret üstünlüklərinə nəzər salaq. Bu üstünlükləri həm ekoloji, həm də iqtisadi müstəvidə ölçmək mümkündür. Cədvəl 2-də beynəlxalq araşdırmalardan əldə edilmiş bəzi müqayisəli göstəricilər verilmişdir. Göründüyü kimi, LEED kimi sertifikata malik yaşıl binalar karbon emissiyalarını orta hesabla **30-35%** azaldır, enerji istehlakını dördə bir qədər aşağı salır, su istehlakını isə təxminən **10-15%** azaldır (World Green Building Council, 2019). Məsələn, ABŞ-da aparılmış geniş təhlillərə görə, 2015-2018-ci illər arasında LEED sertifikatlı binaların təkcə enerji sahəsində yaratdığı qənaət 1,2 milyard ABŞ dollarına bərabər olmuşdur (USGBC, 2018). Bu göstəricilər sübut edir ki, yaşıl inşaat təkcə ekoloji məsuliyyət məsələsi deyil, eyni zamanda əməliyyat xərclərinə qənaət etməklə maliyyə baxımından da səmərəlidir.

Cədvəl 1. 2019-2023-cü illərdə Azərbaycan İpoteka Fondu xətti ilə verilmiş ipoteka kreditləri

İl	Verilmiş kreditlərin həcmi (mln. AZN)	Verilmiş kreditlərin sayı (ədəd)
2019	174,0	2 652
2020	250,0	3 900
2021	356,3	5 270
2022	422,7	6 000
2023	461,7	6 300

Cədvəl 1-də dövlət xətti ilə ayrılan ipoteka kreditlərinin son beş ildə yüksəliş trendində olduğu görünür. 2019-cu ildə cəmi 174 milyon manat həcmində ipoteka krediti verildiyi halda, 2023-cü ildə bu rəqəm 461,7 milyon manat olmuşdur (Qasımzadə, 2025). Verilən kreditlərin sayı da 2019-cu ildə 2652-dən 2023-də 6300-dək artmışdır. Bu genişlənmə sayəsində 2019-2023-cü illər ərzində 50 mindən artıq ailə mənzil şəraitini yaxşılaşdırmağa nail olmuşdur (Qasımzadə, 2025). İpoteka kreditlərinin tikinti sektoruna belə güclü təsiri ondan irəli gəlir ki, hər il minlərlə vətəndaşın ödəmə qabiliyyətli tələbi yaranır və bu tələbi ödəmək üçün tikinti şirkətləri daha çox yeni bina inşa edirlər. Cədvəldə də xüsusilə 2021-2022-ci illərdə ipoteka kreditləşməsindəki sıçrayışın (356 milyon manatdan 423 milyon manata) həmin illərdə istifadəyə verilən mənzillərin sayına müsbət təsir etdiyi qeyd olunmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, bu kredit proqramları hələ “yaşıl” meyarları ehtiva etməsə də, 2023-cü ilə kimi yaranmış möhkəm ipoteka sistemi gələcəkdə yaşıl binaların alıcı tərəfdən maliyyələşdirilməsi üçün də baza rolunu oynaya bilər. Məsələn, hökumət qərarı ilə ipoteka fondunun xətti ilə verilən kreditlərdə enerji effektivliyi yüksək olan yeni binalara əlavə faiz endirimi tətbiq etmək mümkündür. Bunun tətbiqi alıcıları yeni mənzil seçərkən “yaşıl bina”lara üstünlük verməyə təşviq edəcək, nəticədə tikinti şirkətləri də belə binaları inşa etməyə maraq göstərəcəkdir. Bu kimi əlaqələndirilmiş mexanizmlər dünya praktikasında “yaşıl ipoteka” adlanır (Ganbarov və dig., 2020). Məsələn, Polşa və bəzi digər Avropa ölkələrində enerji səmərəliliyi yüksək mənzil alan şəxslərə banklar daha aşağı faizli ipoteka krediti təklif edirlər ki, bununla həm ekoloji, həm də sosial fayda əldə edilir (Ganbarov və dig., 2020, s.1525). Azərbaycanda da belə bir yanaşma ipoteka portfelinin 15%-ni təşkil edən (İsaq, 2023) və sürətlə böyüyən bu maliyyə kanalının yaşıl transformasiyasına yol açar bilər.

Cədvəl 2. Yaşıl sertifikatlı binaların ənənəvi binalarla müqayisədə seçilmiş üstünlükləri

Göstərici	Yaşıl bina (LEED sertifikatlı)	Ənənəvi bina (sertifikatsız)
CO ₂ emissiyası	Ənənəvidən təxminən 34% az	100% (baza göstərici)
Enerji istehlakı	Ənənəvidən 25% az	100% (baza göstərici)
Su istehlakı	Ənənəvidən 11% az	100% (baza göstərici)
İlk il əməliyyat xərci	Ənənəvi binadan 10,5% az	100% (baza göstərici)
5 illik əməliyyat xərci	Ənənəvi binadan 16,9% az	100% (baza göstərici)
Tikinti maya dəyəri	Ənənəvidən 1-12% arası çox (orta ~5%)	100% (standart maliyyə)
Əmlakın bazar dəyəri	Müqayisəli olaraq ~9% yüksək	100% (baza dəyər)

Cədvəl 2 göstərir ki, yaşıl sertifikatlı binalar istər resurs sərfiyyatı, istərsə də iqtisadi göstəricilər baxımından nəzərəcarpan üstünlüklərə malikdir. CO₂ emissiyasının 34% azalması o deməkdir ki, belə bir bina fəaliyyət dövrü ərzində atmosfərə üçdə bir nisbətində az istixana qazı buraxır – xüsusilə böyük şəhərlər üçün bu, havanın keyfiyyətinə əhəmiyyətli təsir deməkdir (World Green Building Council, 2019). Enerji və su istehlakında müvafiq olaraq 25% və 11% qənaət isə binanın kommunal xərclərinin bir xeyli azalması anlamına gəlir. Məsələn, adi bir çoxmərtəbəli yaşayış binasının illik elektrik və istilik xərci 100 min manat təşkil edərsə, eyni ölçülü yaşıl binada bu xərclər təqribən 75 min manat civarında ola bilər – yəni il ərzində 25 min manat qənaət edilir. Bu göstəricini fərdi mənzil səviyyəsində düşünəndə də hər bir ailənin büdcəsinə müsbət təsirini görmək olar. Cədvəldə həmçinin qeyd olunub ki, yaşıl bina tikmək ənənəvi binadan orta hesabla 5% (bəzi hallarda 1-12% arası) daha baha başa gəlir (Mehta, 2025). Bunu təsdiqləyən yerli təcrübə də var: ölkəmizdə az sayda həyata keçirilmiş “yaşıl” layihələrdə (məsələn, Bakı Ağ Şəhər layihəsinin bəzi binaları) enerjiyə qənaət edən texnologiyalar, günəş panelləri kimi avadanlıqlar əlavə olunduğundan ilkin smeta dəyəri artmışdır (Constructive Voices, 2023). Lakin eyni zamanda, əmlakın bazar dəyəri məsələsinə diqqət yetirilməlidir – beynəlxalq təcrübəyə əsasən yaşıl binaların bazar dəyəri oxşar ənənəvi bina ilə müqayisədə təxminən 9% yüksək olur (Mehta, 2025). Yəni alıcılar və investorlar uzunmüddətli faydalarını bildiklərindən yaşıl binaya daha çox pul ödəməyə meylli olurlar. Azərbaycanda hələ bu fərq özünü açıq göstərmir, çünki bazarda sertifikatlı bina demək olar yoxdur və alıcı kütlə də bu anlayışa tam bələd deyil. Ancaq yaxın gələcəkdə bir neçə nümunəvi layihə həyata keçirilib uğurlu olarsa, insanlar belə evlərə tələbin artdığını görə biləcəklər.

Üstəlik, yaşıl binaların işçi məhsuldarlığı və sağlamlığına da müsbət təsirindən bəhs etmək olar. Beynəlxalq araşdırmalara görə, yaxşı havalandırma sistemi, təbii işıqlandırması və sağlam daxili mühiti olan ofis binalarında çalışanların məhsuldarlığı 5-10% artır, xəstəliyə görə iş buraxma halları isə azalır (World Green Building Council, 2019). Bu da dolayı yolla iqtisadi fayda deməkdir. Göründüyü kimi, yaşıl bina konsepsiyası çoxşaxəli müsbət nəticələrə malikdir – enerji və suya qənaət, daha az tullantı, daha sağlam mühit və s. Problem ondadır ki, bu faydaların böyük hissəsi binanın istismar dövründə ortaya çıxır, halbuki tikinti mərhələsində investor üçün əsasən əlavə xərc görünür. Məhz buna görə də tikinti şirkətləri qısamüddətli perspektivdə daha baha başa gələn layihələrdən çəkinirlər. Bu bəyri aşmaq üçün maliyyə alətləri mövcuddur: güzəştli kredit, vergi güzəştləri, dövlət subsidiyası və s. Növbəti hissədə bu alətlərin tətbiqi üzrə ölkəmizdə atılan addımlar və perspektiv imkanlar təhlil olunur.

Azərbaycanda yaşıl tikintinin maliyyələşdirilməsi: mövcud vəziyyət. Ölkəmizdə yaşıl sertifikatlaşdırma üzrə institusional bazanın formalaşdığını demək olar. 2016-cı ildə yaradılan Azərbaycan Yaşıl Tikinti Şurası (AzGBC) milli səviyyədə yaşıl tikinti təcrübələrinin təbliği və sertifikatlaşdırma prosesinin koordinasiyası ilə məşğuldur (Constructive Voices, 2023). AzGBC bəzi pilot layihələrə yerli “yaşıl sertifikat” verməyə başlayıb. Bundan əlavə, bir sıra binalar beynəlxalq sertifikatlara da yiyələnib. Məsələn, Bakıda Port Bakı Residence və Bakı Ağ Şəhər layihələrinin bir neçə bina və ofis kompleksinin BREEAM və ya LEED sertifikatı aldığı bildirilir (Constructive Voices, 2023). Xüsusilə, Bakı Ağ Şəhər ofis binası BREEAM “Good” (“Yaxşı”) dərəcəsi üzrə sertifikat almış ilk tikililərimizdəndir (GBIG, 2025). Bu kimi nümunələr hələ azlıq təşkil etsə də, bazarda artıq yaşıl tikinti anlayışı formalaşmağa başlayır. Lakin mütəxəssislərin qeyd etdiyi kimi, tikinti norma və qaydalarına yaşıl standartların integrasiyası ləng gedir (Azadov, 2024). Hazırda layihələndirmə mərhələsində yaşıl standartlar könüllü xarakter daşıyır və şirkətlər əlavə xərc tələb etdiyindən bu addımı atmırlar. Belə vəziyyətdə dövlətin və maliyyə qurumlarının rolu həlledici ola bilər: uyğun stimullar yaradılmadan yaşıl binaların sayı öz-özünə artmayacaq.

Son dövrlərdə bu istiqamətdə mühüm yeniliklərdən biri Azərbaycan Mərkəzi Bankının hazırladığı “yaşıl maliyyə” taksonomiyasıdır. 2024-cü ilin noyabrında AMB İdarə Heyətinin qərarı ilə ölkədə ilk dəfə yaşıl layihələrin hansı meyarlara əsasən təsnif ediləcəyini müəyyənləşdirən yaşıl taksonomiya təsdiq olundu (Sadıqov, 2024). AMB bəyan edib ki, banklar “yaşıl kredit” adı altında yalnız həmin taksonomiyada göstərilən sahələrə kredit ayıra bilərlər (Sadıqov, 2024). Taksonomiyada bərpa olunan enerji, enerji səmərəliliyi, davamlı kənd təsərrüfatı, tullantıların idarə edilməsi kimi sahələrlə yanaşı, “yaşıl binalar və dayanıqlı inşaat” da ayrıca sektor kimi qeyd olunur (Azərbaycan Mərkəzi Bankı, 2024). Bu qərar nə deməkdir? Bu o deməkdir ki, artıq bank sektorunda yaşıl kreditlər anlayışı rəsmi çərçivəyə salınıb və hər hansı bank verdiyi krediti “yaşıl” kimi təsnif etmək istəyirsə, mütləq taksonomiyadakı meyarlara uyğun layihəni maliyyələşdirməlidir. Yaşıl binalar bu meyarlara daxil olduğuna görə, tikinti şirkətləri müəyyən sertifikat tələblərini təmin edən layihə təqdim etsələr, bankdan güzəştli şərtlərlə kredit ala bilərlər. Əlbəttə, hələ ki, bu sistem yeni qurulur və konkret mexanizmlər üzərində iş gedir.

Mərkəzi Bank sədri Taleh Kazimov vurğulayıb ki, ESG prinsiplərinin maliyyə sisteminə integrasiyası qurumun strateji prioritetlərindəndir və iqlim risklərinə davamlı maliyyə ekosistemi formalaşdırmaq məqsədilə yol xəritəsi təsdiq edilib (Akhundov, 2024). 2023-2026-cı illəri əhatə edən dayanıqlı maliyyə yol xəritəsində bankların korporativ idarəetmə standartlarına ekologiya və iqlim risklərinin nəzərə alınması daxil edilib (Akhundov, 2024). Bu kimi addımlar yaxın perspektivdə yaşıl tikinti layihələrinə ayrılan kreditlərin həcmnin artacağına işarədir.

Maliyyə sektorundan başqa, hökumətin birbaşa maliyyə dəstəyi mexanizmləri də diqqətəlayiqdir. İşgüzar İnkişaf Fondu (İİF) son dövrdə öz modelini ESG standartlarına uyğun yeniləyərək yaşıl layihələrə güzəştli şərtlərlə kredit verməyi prioritet edib (Akhundov, 2024). Xüsusilə, İİF müvəkkil banklar vasitəsilə “yaşıl” hesab edilən layihələrə illik cəmi 5% faizlə güzəştli kredit təklif edir. Artıq bu yanaşma çərçivəsində bir neçə layihə maliyyələşib: günəş panelləri quraşdırılan bir quşçuluq ferması, elektrik avtomobilləri üçün doldurma stansiyaları şəbəkəsinin genişləndirilməsi və təkrar materiallardan tikinti məhsulları istehsalı zavodu kimi nümunələr İİF dəstəyi alıb (Akhundov, 2024). Bu, əslində, tikinti sektoru üçün çox maraqlı mesaj verir – göstərir ki, əgər layihənin ekoloji komponenti güclüdirsə, bazar faizlərindən xeyli aşağı (məsələn, kommersiya kreditləri hal-hazırda orta hesabla 10-15% arasındırsa) kredit cəlb etmək mümkündür. İnşaat şirkətləri bu imkandan yararlanaraq, məsələn, sertifikatlı yaşayış kompleksi tikmək planlarını reallaşdırma bilirlər. Gözlənilir ki, belə layihələr uğurlu olarsa, Fondun ayırdığı vəsaitin həcmi də artacaq və bəlkə də xüsusi “Yaşıl tikinti” kredit xətti formalaşdırılacaq.

Bank sektorunun da öz təşəbbüsləri müşahidə edilir. Ölkənin böyük bankları beynəlxalq maliyyə institutları ilə əməkdaşlıq çərçivəsində “yaşıl maliyyə”yə maraq göstərilir. Məsələn, 2014-2015-ci illərdə Avropa Yenidənqurma və İnkişaf Bankı (AYİB) Azərbaycanda “Enerji effektivliyi kredit xətti” (Energocredit) proqramını icra etmiş və DemirBank, Muganbank, AccessBank kimi banklara kiçik və orta həcmli yaşıl layihələri maliyyələşdirməsi üçün vəsait ayırmışdı (EBRD, 2015). Həmin proqram çərçivəsində ev təsərrüfatları və kiçik biznes subyektləri istilik izolyasiyası, günəş kollektoru quraşdırılması, səmərəli istilik sistemləri kimi tədbirlər üçün kredit götürüb qismən qrant formasında stimula da əldə edirdilər. Bu proqram bir neçə il davam etdi və nəticədə yüzlərlə kiçik həcmli enerji səmərəliliyi layihəsi reallaşdı. Bu təcrübə göstərdi ki, əslində, beynəlxalq donorlardan cəlb edilən vəsait hesabına yerli banklar yaşıl kredit məhsulları təqdim edə bilirlər. Hazırda AYİB və Asiya İnkişaf Bankı (AİB) daha böyük miqyasda – yaşıl istiqrazların buraxılması sahəsində dəstək olmağa çalışır. Caliber.az-ın məlumatına görə, AİB 3-4 özəl şirkətlə “yaşıl istiqraz” emissiyası üzrə danışıqlar aparır (Akhundov, 2024). Əgər bu istiqrazlar buraxılsa, əldə olunan vəsait hesabına həmin şirkətlər alternativ enerji, tullantı emalı və ya yaşıl tikinti layihələrini maliyyələşdirə biləcəklər. Yəni, kapital bazarı vasitəsilə də tikinti sektoruna uzunmüddətli ucuz maliyyə cəlb etmək mümkündür.

Cədvəl 3. Dünyada yaşıl tikinti bazarının həcmnin artım proqnozu

İl	Qlobal yaşıl tikinti bazar həcmi (milyard \$)
2023	516,7
2024 (est)	565,3
2025 (est)	618,6
2030 (proqnoz)	~970
2034 (proqnoz)	1 374,2

Cədvəl 3 qlobal yaşıl tikinti sektorunun sürətlə böyüdüyünü göstərən proqnoz göstəricilərini əks etdirir. 2023-cü ildə dünyada yaşıl binalar bazarı təxminən 516 milyard ABŞ dolları dəyərində qiymətləndirilirdi (Precedence Research, 2023). Bu rəqəm ümumi tikinti bazarının hələ ki bir hissəsini təşkil etsə də, artım tempi çox yüksəkdir. Belə ki, cəmi on il ərzində – 2034-cü ilə qədər – bazarın dəyərinin təxminən 2,5 dəfə artaraq 1,37 trilyon dollar səviyyəsinə çatacağı gözlənilir (Mehta, 2025).

Orta illik artım tempi ~9-10% olaraq qiymətləndirilir ki, bu, ümumi tikinti sektorunun artım tempindən xeyli yüksəkdir. Artımın əsas səbəblərindən biri getdikcə daha çox ölkədə dövlət siyasətinin tələb etməsidir ki, yeni tikililər enerji effektiv normativlərə uyğun olsun. Bir çox ölkədə böyük şəhərlərdə müəyyən tarixdən sonra “yaşıl sertifikatlı” bina tikmək faktiki mümkün olmayacaq – ya hüquqi qadağalar, ya da iqtisadi cəhətdən sərfəli olmaması üzündən. Məsələn, Avropa İttifaqının “Energy Performance of Buildings Directive” adlı direktivinə görə 2030-cu ildən etibarən bütün yeni binalar praktik olaraq sıfır-emissiyalı olmalıdır. Bu kimi tələblər qlobal tələbatı formalaşdırır. Azərbaycanın da ixrac etdiyi tikinti materialları, avadanlıqlar üçün yeni bazar şərtləri yaranır – əgər material “yaşıl” sertifikatlı deyilsə, xarici bazarda rəqabətə davam gətirə bilməyəcək. Ona görə ölkəmiz üçün vacibdir ki, tikinti sektorunun bütün zəncirini – material tədarükçülərindən tutmuş maliyyə təminatçılarna qədər – yaşıl inkişafa uyğunlaşdırsın.

Azərbaycanda yaxın illərdə yaşıl tikinti bazarının canlanacağına dair işarələr mövcuddur. “Yaşıl Şəhər” adlı konseptual layihənin Bakıda icrasına başlandığı qeyd edilir – bu layihə çərçivəsində paytaxtın bir hissəsində bərpa olunan enerji mənbələri ilə təchiz olunan, enerji səmərəli binaların və geniş yaşıllıq sahələrinin olduğu müasir bir yaşayış məkanı yaradılması planlanır (Constructive Voices, 2023). Əgər bu layihə həyata keçərsə, həm nümunəvi yaşıl infrastruktur təqdim olunacaq, həm də yerli banklar və investorlar üçün real bir pilot kimi çıxış edəcək. “Yaşıl Şəhər”in maliyyələşməsi də böyük ehtimalla beynəlxalq institutların cəlb edilməsi ilə qarışıq formada olacaq – məsələn, dövlət büdcəsi, özəl investisiya və beynəlxalq kreditlərin birgə maliyyələşdirməsi. Bu layihə çərçivəsində tikilən binalara yerli banklar tikinti krediti ayırkən artıq yuxarıda bəhs etdiyimiz yaşıl taksonomiya meyarlarına uyğun hərəkət edəcəklər. Yəni, bank kredit komitələri layihənin icrası zamanı LEED/BREEAM sertifikatı almasını önəmli göstərici kimi dəyərləndirəcəklər. Bu, ölkəmizdə bir ilk ola bilər və uğurlu olarsa, növbəti layihələr üçün presedent yaradacaq.

Cədvəl 4. Bankların tikinti sektoruna verdiyi biznes kreditlərinin həcmi (Azərbaycan üzrə)

Tarix	Tikinti sahəsinə ayrılmış kredit portfeli (mln. AZN)	İllik artım (%)
01 İyun 2023	1 312 (təxmini)	–
01 İyun 2024	1 399	+6,6%
01 İyun 2025	1 486	+6,2%

Cədvəl 4 Azərbaycanda bank sektorunun tikinti və inşaat sahəsinə ayırdığı kredit portfelinin son iki ildəki dəyişimini göstərir. 2023-cü ilin ortalarında bu rəqəm təxminən 1,3 milyard manat olub (Gundelik.az, 2025). 2024-cü ilin eyni dövründə portfel 1,399 milyard manata yüksəlib ki, bu da illik ~6-7% artım deməkdir. 2025-ci ilin ortalarında isə tikinti sahəsinə verilən kreditlər 1,486 milyard manat təşkil edib (Gundelik.az, 2025). Göründüyü kimi, hər il təqribən 80-90 milyon manat əlavə kredit resursu bu sahəyə yönəlir. Bunun bankların ümumi biznes kredit portfelindəki payı 10%-dən bir qədər aşağıdır. Müqayisə üçün qeyd edək ki, biznes kreditlərinin təxminən 20-25%-i ticarət və xidmət sektoruna, 10-15%-i sənaye sektoruna, 5-6%-i isə kənd təsərrüfatına gedir (İsaq, 2023). Yəni tikinti sektoru kreditlər üçün mühüm, lakin hələ lider olmayan bir sahədir. Lakin tikinti sektorunun ÜDM-də payı ~7% olduğu halda (Quliyev, 2024), kredit portfelində payının ~6% civarında olması normal görünür. Bu kreditlərin böyük hissəsi ənənəvi tikinti layihələrinə (məsələn, yaşayış kompleksləri, ticarət mərkəzləri) yönəlsə də, yaşıl kredit konsepsiyasının tətbiqi ilə bu vəsaitlərin müəyyən payını yaşıl sertifikatlı layihələrə çevirmək olar. Artıq 2024-2025-ci illərdə atılan addımlar (taksonomiya, yaşıl kreditlərin başlaması və s.) onu göstərir ki, 2025-ci ildən sonra bu cədvəldə ayrı-ayrılıqda “yaşıl tikinti kreditləri” göstəricisi də görə biləcəyik. Məsələn, 2026-cı ildə tikinti sektoruna ayrılan kreditlərin deyək ki, 5%-i məhz sertifikatlı yaşıl bina layihələrinə aid olarsa, bunu böyük irəliləyiş saymaq olar. Mərkəzi Bank belə məlumatları ayrıca açıqlamağa başlasa, banklar üçün də bir rəqabət göstəricisinə çevriləcəkdir.

Nəticə etibarilə, hazırda bankların tikinti sektoru kredit portfeli mülayim tempə artsa da, keyfiyyət baxımından yenilənməyə doğru ilk addımlar atılır. Yaşıl maliyyələşdirmənin hüquqi bazası formalaşdıqdan sonra (2024-cü ildə olduğu kimi), növbəti addım bankların daxili prosedurlarını buna uyğunlaşdırmaqdır.

Məsələn, artıq bəzi banklar kredit müraciətlərində layihənin ESG risklərini qiymətləndirməyə başlayıblar (Akhundov, 2024). Gözləmək olar ki, yaxın gələcəkdə bank kredit komitələri üçün layihənin enerji səmərəliliyi göstəriciləri də qərarvermə meyarlarından biri olacaq. Bu isə faktiki olaraq yaşıl bina layihələrinin daha asan kredit əldə etməsi anlamına gəlir. Eyni zamanda, hökumətin vergi və subsidiyalaşdırma alətləri də prosedura qoşulsa, kompleks bir dəstək mexanizmi yaranacaq. İndiyədək hökumət alternativ enerji avadanlıqlarına ƏDV və gömrük rüsumu güzəştləri tətbiq edirdi. Bunu genişləndirərək, yaşıl bina inşa edən şirkətlər üçün müəyyən vergi təfəvvüatları (məsələn, mənfəət vergisindən bir neçə il azad etmə) verilməsi təşviq rolunu oynaya bilər (Constructive Voices, 2023).

NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏ

Yuxarıdakı təhlillərdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, yaşıl sertifikatlı binaların yayılması üçün maliyyə mexanizmlərinin düzgün tətbiqi vacib şərtədir. Azərbaycanda tikinti kreditlərinin həcmi artmaqda davam edir, lakin bu kreditlərin hələ ki, yaşıl meyarlara yönləndirilməsi başlanğıc mərhələsindədir. 2024-cü ildə Mərkəzi Bank tərəfindən yaşıl taksonomiyanın təsdiqi və yaşıl kredit konsepsiyasının tətbiqi istiqamətində atılan addımlar ümidvericidir. Bu, ölkədə yaşıl maliyyələşdirmənin institusional çərçivəsinin formalaşdığını göstərir. Lakin qarşıda duran əsas məsələ bu çərçivənin real nəticələr verməsidir. Bunun üçün aşağıdakı tövsiyələr irəli sürülür:

1. **Yaşıl kreditlər üzrə faiz dəstəyi:** Hökumət yaşıl sertifikatlı bina layihələri üçün ayrılan tikinti kreditlərinin faiz dərəcələrinin bir qismini subsidiyalaşdırma bilər. Məsələn, kommersiya bankı belə layihə üçün 12% illik faiz təyin edibsə, dövlət bunun 5 faiz-bəndini qarşılayaraq layihə sahibinin 7% ödəməsini təmin edə bilər. Bu mexanizm Polşa, Almaniya kimi ölkələrdə “yaşıl ipoteka” və ya yaşıl kredit proqramları çərçivəsində uğurla tətbiq olunur (Ganbarov və dig., 2020). Bu cür dövlət dəstəyi olmadan başlanğıc mərhələsində yaşıl tikinti layihələrinin maliyyə cəlbediciliyini təmin etmək çətinədir.

2. **Banklar üçün stimullar:** Mərkəzi Bank yaşıl kreditlərin təşviqi məqsədilə banklara müəyyən güzəştlər edə bilər. Məsələn, yaşıl layihələrə ayrılan kreditlər üçün bankların kapitallaşma normativlərində yüngülləşdirmə tətbiq oluna bilər (Ganbarov və dig., 2020, s.1528). Belə ki, standart olaraq tikinti sektoruna kredit verərkən bank daha yüksək risk çəkisi nəzərə alır, amma əgər layihə yaşıl sertifikatlıdırsa, risk çəkisini bir qədər aşağı götürmək olar. Bu, bankın eyni kapital ilə daha çox yaşıl layihə maliyyələşdirməsinə şərait yaradar.

3. **Yaşıl istiqrazlar və kredit xətləri:** Özəl sektorun ucuz maliyyə resurslarına çıxışı üçün beynəlxalq maliyyə qurumları ilə əməkdaşlıq genişləndirilməlidir. AİB və AYİB-lə birləşərək yaşıl istiqraz buraxılışları sürətləndirilməlidir (Akhundov, 2024). Məsələn, böyük tikinti şirkətləri öz layihələri üçün yaşıl istiqraz buraxa və bununla 5-7 illik vəsait cəlb edə bilərlər. Hökumət bu istiqrazların ilk bir neçə emissiyası üçün qismən zəmanət verə və ya kupon faizlərini subsidiyalaşdırma bilər ki, investorlar üçün cəlbedici olsun. Bundan başqa, beynəlxalq yaşıl maliyyə proqramları (məsələn, “EU4Energy” kredit xətləri) yenidən Azərbaycana cəlb edilməli, yerli banklar vasitəsilə paylanmalıdır. Bu cür kredit xətləri 2010-cu illərdə olduğu kimi, enerji effektiv avadanlıqların və materialların alınmasını maliyyələşdirə bilər (EBRD, 2015).

4. **Sertifikatlaşdırma prosesinin təşviqi:** Yaşıl bina sertifikatı almaq özü də xərc tələb edən bir prosesdir (audit, sənədləşmə və s.). Bu xərclərin bir hissəsinin dövlət tərəfindən qarşılanması sertifikata marağı artırır. Təvsiyə olunur ki, ilkin mərhələdə 2-3 pilot yaşayış və ya ofis binasının LEED/BREEAM sertifikatı alması üçün lazım olan məbləğ (məsələn, 20-30 min dollar) dövlət fondu və ya beynəlxalq qrant hesabına ödənilsin. Bu pilotlar nümunə olduqdan sonra digər şirkətlər də bu yola təşviq olunacaq.

5. **Maarifləndirmə və texniki dəstək:** Maliyyə institutlarının mütəxəssisləri üçün yaşıl layihələrin dəyərləndirilməsi üzrə təlimlər keçirilməlidir. Bankların kredit mütəxəssisləri yaşıl bina texnologiyalarının iqtisadi səmərəsini hesablama bilməlidir ki, qərar vermə zamanı layihənin faydalarını düzgün qiymətləndirsinlər. Eyni zamanda, tikinti şirkətlərinin də bu sahədə məlumatlılığı artırılmalıdır. Onlara yaşıl layihələr üçün maliyyə cəlb etmə yolları izah olunmalı, uğurlu beynəlxalq nümunələr göstərilməlidir. Məsələn, Yaşıl Tikinti Şurası və İşgüzar İnkişaf Fondu birlikdə seminarlar təşkil edib banklar, developerlər və dövlət qurumlarını bir araya gətirə bilər.

6. **Normativ-hüquqi tənzimləmə:** Uzunmüddətli dövrdə, yaşıl bina prinsiplərinin məcburi normalara çevrilməsi də düşünülməlidir. Məsələn, 2030-cu ildən sonra müəyyən enerji sinfindən aşağı olan (qeyri-

səmərəli) binaların tikintisinə icazə verilməyə bilər. Belə bir tələbin gəlməsi perspektivi özəl sektoru indidən investisiya qərarlarını yenidən nəzərdən keçirməyə vadar edəcək. Bu da dolayı yolla maliyyə axınlarını yaşıl istiqamətə yönəldəcək.

Yekun olaraq vurğulamaq lazımdır ki, tikinti kreditlərinin yaşıl sertifikatlı binaların maliyyələşdirilməsində rolu yalnız pul verməkdən ibarət deyil – bu, bir növ dayanıqlı inkişafın katalizatoru rolunu oynayır. Əgər maliyyə sistemi düzgün yönləndirilərsə, o, tikinti sektorunu ekoloji modernləşməyə sövq edəcək gücdədir. Azərbaycanda artıq bu prosesin ilkin addımları atılıb. Növbəti illər ərzində təcrübənin necə formalaşacağı çox vacibdir. İlk yaşıl kreditlərin uğuru əlavə onlarla belə layihənin qarşısını açar bilər, uğursuzluğu isə prosesə inamı azalda bilər. Ona görə həm dövlət, həm banklar, həm də tikinti şirkətləri ortaq məsuliyyət daşıyırlar. Hazırlıq mərhələsi demək olar başa çatıb – qaydalar müəyyənləşir, vəsaitlər ayrılır. İndi əsas olan real layihələrin həyata keçirilməsidir. Ümid edirik ki, 2025-2030-cu illər ərzində Azərbaycanda da onlarla yaşıl sertifikatlı bina yüksələcək və bunların hər biri arasında uğurlu maliyyələşmə modelləri dayanacaq. Bu, ölkəmizin dayanıqlı inkişaf hədəflərinə çatmasına töhfə verməklə yanaşı, gələcək nəsillərə daha sağlam və səmərəli şəhər mühiti miras qoymağa xidmət edəcək.

ƏDƏBİYYAT SİYAHISI

Akhundov, X. (2024). *Azerbaijan sets priorities ahead of COP29 – “Green” financing, ESG implementation*. **Caliber.Az** analitik məqaləsi. (Azərbaycan maliyyə sektorunda yaşıl transformasiya barədə məlumat).

Azadov, E. (2024). Azərbaycanda “yaşıl binalar” niyə tikilmir? **Azərbaycan qəzeti** (Trend agentliyinin müəhəbbəsi əsasında). (Ekspert E. Azadovla müəhəbbə, yaşıl texnologiyaların bəhə olması barədə).

Azərbaycan Mərkəzi Bankı (2024). “Yaşıl kredit”lərin tətbiqi ilə bağlı açıqlama. *Report.az maliyyə xəbəri*, 09.12.2024 (müəllif: K. Sadıqov). (AMB-nin yaşıl taksonomiya və yaşıl kreditlər barədə bəyanatı).

Azərbaycan Respublikası İpoteka və Kredit Zəmanət Fondu (2023). **Faiz dərəcələri və kredit şərtləri**. (Rəsmi internet sahifəsində güzəştli və adi ipoteka kreditlərinin şərtləri).

Constructive Voices (2023). *Azərbaycanda yaşıl tikinti tarixi və inkişaf meyilləri*. (AzGBC-nin fəaliyyəti, hökumət təşəbbüsləri və yaşıl şəhər layihələri barədə icmal məqalə).

EBRD – European Bank for Reconstruction and Development (2015). Azerbaijan joins the family of sustainable energy financing facilities. (Press release on Energocredit program launching \$125 million credit line for energy efficiency in Caucasus).

Ganbarov, F., Smolag, K., Muradov, R., və digərləri (2020). Sustainable Development of the Mortgage Market in Azerbaijan: Commercial Risks of Housing Construction, Social Vision, and State Influence. **Sustainability**, 12(12), 5116. (Azərbaycanda ipoteka bazarının dayanıqlı inkişafı üçün model təklif olunan elmi məqalə).

Gundelik.az (2025). Azərbaycanda tikinti sektoru üzrə verilən biznes kreditlərinin həcmi açıqlanıb (01.05.2025). (AMB məlumatına əsasən 2025-ci ilin əvvəlində tikinti kredit portfeli barədə xəbər).

İsaq, Ə. (2023). Bank sektorunun icmalı. **Azərbaycan Banklar Assosiasiyası** hesabatı. (Bank kredit portfelinin strukturunda ipoteka, istehlak və biznes kreditlərinin payı barədə məlumat).

Mehta, S. (2025). 50+ Green Building Statistics: Building a Sustainable Future. **REsimpli Blog**, 10 aprel 2025. (Yaşıl tikinti üzrə qlobal statistik göstəricilərin toplandığı analitik məqalə).

Precedence Research (2023). *Green Buildings Market Size to Surpass USD 1374.23 Bn by 2034*. (Qlobal yaşıl bina bazarının 2023-2034 proqnozuna dair hesabat).

Qasımzadə, N. İ. (2025). Azərbaycanda ipoteka kreditlərinin tikinti sektorunun inkişafına təsiri. **Tikinti və İnşaat** jurnalı, say 2, səh.384-391. (2019-2024-cü illərdə ipoteka kreditlərinin həcmi və mənzil tikintisinin göstəricilərinin təhlili).

Quliyev, C. (2024). “Əsas fokusumuz real sektorun kreditləşməsidir” – Paşa Bank sədri ilə müəhəbbə. **pashabank.az** xəbər arxivi. (2024-cü il ÜDM-də tikinti sektorunun payı barədə qeyd olunan müəhəbbə).

Sadıqov, K. (2024). AMB: Banklar “yaşıl kredit”ləri yalnız taksonomiyadakı sahələrə yönəldə bilər. **Report.az – Maliyyə xəbəri**, 09 dekabr 2024. (Yaşıl taksonomiya üzrə sektorlar, o cümlədən yaşıl binalar barədə Mərkəzi Bankın açıqlaması).

World Green Building Council (2019). *Doing Right by Planet and People: The Business Case for Health and Wellbeing in Green Building*. (LEED sertifikatlı binaların enerji, su sərfiyyatı və karbon emissiyası göstəriciləri barədə hesabat).

**THE ROLE OF SOLAR ENERGY IN THE RENEWABLE ENERGY TRANSITION:
TÜRKİYE'S CONTRIBUTION TO NET-ZERO TARGETS**

E. Su TURAN

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye

Abstract

This study examines the contribution of solar energy to Türkiye's commitment to achieving net-zero carbon emissions by 2053 through a multidimensional approach encompassing environmental, economic, and socio-political dimensions. The rising global demand for energy, the adverse environmental impacts of fossil fuels, and the deepening climate crisis have elevated renewable energy sources to a strategic priority worldwide. For Türkiye, a country heavily dependent on energy imports, solar energy plays a critical role not only in ensuring energy security but also in accelerating sustainable development policies and enhancing economic resilience against fluctuations in global energy prices. The study provides a detailed analysis of Türkiye's solar energy potential, current energy policies, technological infrastructure, and incentive mechanisms. Within this framework, the contributions of solar energy investments to reducing greenhouse gas emissions, generating new employment opportunities, and supporting regional development are evaluated. Special emphasis is placed on the dual role of solar energy in simultaneously advancing environmental sustainability and socio-economic development. However, the study also identifies key sectoral barriers, including regulatory gaps, financing difficulties, grid integration challenges, and the limited use of domestic technologies. The findings indicate that solar energy is not only an environmentally sound and economically viable solution but also a pivotal lever in Türkiye's long-term energy transition. This multifaceted contribution positions solar energy as a cornerstone of national energy strategies and climate policies. Accordingly, the study is expected to serve as a comprehensive and up-to-date reference resource, offering guidance for policymakers, private sector investors, and the academic community in strategic planning and decision-making processes.

Keywords: Solar energy, renewable energy, net zero emissions, energy policies, sustainability

**YENİLENEBİLİR ENERJİ GEÇİŞİNDE GÜNEŞİN ROLÜ: TÜRKİYE'NİN NET SIFIR
HEDEFLERİNE KATKISI**

Özet

Bu çalışma, güneş enerjisinin Türkiye'nin 2053 yılına kadar ulaşmayı taahhüt ettiği net sıfır karbon emisyonu hedeflerine katkısını çevresel, ekonomik ve sosyo-politik boyutlarıyla çok yönlü bir yaklaşımla ele almaktadır. Artan küresel enerji talebi, fosil yakıtların çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve giderek derinleşen iklim krizi, yenilenebilir enerji kaynaklarını dünya genelinde stratejik bir öncelik haline getirmiştir. Enerji ithalatına büyük ölçüde bağımlı olan Türkiye açısından güneş enerjisi, yalnızca enerji arz güvenliğini sağlamada değil, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma politikalarının ivme kazanmasında ve küresel enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara karşı ekonomik dirençliliğin güçlendirilmesinde de kritik bir rol üstlenmektedir. Çalışmada, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli, mevcut enerji politikaları, teknolojik altyapısı ve teşvik mekanizmaları ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Bu kapsamda, güneş enerjisi yatırımlarının sera gazı emisyonlarının azaltılmasına, yeni istihdam olanaklarının yaratılmasına ve bölgesel kalkınmanın desteklenmesine sunduğu katkılar değerlendirilmiştir. Güneş enerjisinin çevresel sürdürülebilirlik ile sosyo-ekonomik gelişmeyi eş zamanlı olarak destekleyen çift yönlü rolüne özellikle vurgu yapılmıştır. Bununla birlikte, mevzuat boşlukları, finansman zorlukları, şebeke entegrasyonu sınırlılıkları ve yerli teknoloji kullanımındaki yetersizlikler gibi sektörel engeller de ayrıntılı olarak ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, güneş enerjisinin yalnızca çevresel ve ekonomik açıdan uygun bir çözüm değil, aynı zamanda Türkiye'nin uzun vadeli enerji dönüşümünde kritik bir kaldıraç işlevi gördüğünü göstermektedir. Bu çok boyutlu katkı, güneş enerjisini ulusal enerji stratejileri ile iklim politikalarının temel bileşenlerinden biri konumuna taşımaktadır. Çalışmanın, bu yönüyle politika yapımcılar, özel sektör yatırımcıları ve akademik çevreler için

stratejik planlama ve karar alma süreçlerinde yol gösterici nitelikte güncel ve kapsamlı bir başvuru kaynağı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Yenilenebilir Enerji, Net Sıfır Emisyon, Enerji Politikaları, Sürdürülebilirlik

1. GİRİŞ

Çevresel değerler ve özellikle enerji kaynakları, dünyadaki yaşamın sürdürülebilirliği açısından temel belirleyiciler arasında yer almaktadır. Dünya genelinde hemen her alanda yaşanan değişimler, bilimsel ve teknolojik alanlardaki olağanüstü ilerlemeler ile hızlı nüfus artışı, enerjiye duyulan ihtiyacın da giderek artmasına neden olmaktadır. Bu kapsamda, küresel enerji talebinin büyük ölçüde fosil yakıtlar üzerinden karşılanması, çevre sorunlarının karmaşıklığını ve boyutunu ciddi şekilde artırmaktadır. Artan enerji talebi yalnızca enerji üretimi ve arzı açısından değil, aynı zamanda kullanılan enerji kaynaklarının çevresel etkileri ve uzun vadeli sürdürülebilirliği bağlamında da önemli tartışmaların odağı haline gelmiştir. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynakları, yalnızca üretim potansiyelleriyle değil, aynı zamanda taşıma, tüketim ve yönetim biçimleriyle birlikte kapsamlı bir değerlendirme gerektirmektedir.

Yenilenebilir enerji, doğada kendini sürekli olarak yenileyen kaynaklardan elde edilen enerji türüdür ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde stratejik bir role sahiptir. Bu enerji türleri arasında güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle, hidrojen ve deniz kökenli enerji kaynakları yer almaktadır. Özellikle fosil yakıtlardan kaynaklanan çevresel bozulmalar, enerji arz güvenliğine dair kaygılar ve iklim değişikliğinin küresel etkileri göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin önemi her geçen gün artmaktadır. Enerji ithalatına bağımlı ülkeler açısından, yerli ve çevre dostu enerji kaynaklarının etkin biçimde kullanılması hem çevresel hem de ekonomik açıdan bir zorunluluk haline gelmiştir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler bağlamında düşünüldüğünde, rüzgâr, güneş, biyokütle, jeotermal ve hidroelektrik gibi kaynaklar yalnızca karbon emisyonlarının azaltılması yönünde katkı sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda kırsal kalkınma, istihdam artışı ve yerel ekonomik hareketlilik gibi sosyal faydalar da üretmektedir. Bu nedenle, söz konusu kaynakların sürdürülebilirliği, bu sürdürülebilirliği sağlayacak teknolojik gelişmelerin uygulanabilirliği ve kaynak çeşitliliğinin sağlanması, çevresel yönetim açısından stratejik öncelikler arasında değerlendirilmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı, hem bugünün hem de gelecek nesillerin enerji gereksinimlerinin karşılanmasını hedeflerken, aynı zamanda neden olunan ve ileride oluşabilecek çevresel sorunların da önüne geçilmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda enerji kaynaklarının verimliliğinin artırılması, çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilir biçimde yönetilmesi, dünya genelinde yaşamın sürdürülebilirliğini sağlamanın temel koşullarından biri olarak öne çıkmaktadır (Saçlı, 2025).

Net sıfır emisyon hedefi, insan kaynaklı sera gazı salımlarının, atmosferdeki karbon dengeleme yöntemleri ile eşitlenmesini amaçlayan bir yaklaşımdır. Paris İklim Anlaşması kapsamında belirlenen bu hedef, küresel sıcaklık artışını 1.5°C ile sınırlamak amacıyla birçok ülke tarafından benimsenmiştir (Güllü & Sever Akdağ, 2022). Türkiye de 2021 yılında 2053 yılına kadar net sıfır karbon emisyonuna ulaşma taahhüdü vererek bu uluslararası sürece resmi olarak katılım sağlamıştır. Söz konusu hedef doğrultusunda; ulaştırma, sanayi ve enerji gibi emisyon yoğun sektörlerde düşük karbonlu teknolojilere geçişin hızlandırılması büyük önem arz etmektedir (Dönmezçelik ve ark., 2024). Bu dönüşüm sürecinde yenilenebilir enerji yatırımları ile karbon yakalama, kullanma ve depolama (KYKD) teknolojileri birbirini tamamlayıcı nitelikte stratejiler olarak ön plana çıkmaktadır (Güllü & Sever Akdağ, 2022).

Net sıfır emisyon hedefi yalnızca sera gazı emisyonlarının azaltılmasını değil; aynı zamanda doğa temelli çözümler ve ileri teknolojik uygulamalar yoluyla atmosferdeki karbonun dengelenmesini de içermektedir (Rogelj ve ark., 2021). Bu çerçevede, güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların enerji sistemlerine entegrasyonu, enerji arzında karbonsuzlaşmayı sağlamada temel stratejilerden biri olarak değerlendirilmektedir (International Energy Agency [IEA], 2021a).

Güneş enerjisi, günümüzde enerji dönüşümünün merkezinde yer alan ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerjiye erişimi kolaylaştırırken ekonomik kalkınmayı da destekleyen kritik bir kaynaktır (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2021'a). Türkiye'nin net sıfır hedeflerine ulaşmasında güneş enerjisi, sahip olduğu yüksek potansiyel sayesinde belirleyici bir rol üstlenmektedir.

Ülkemizin yıllık ortalama güneşlenme süresi ve yüksek ışınlam değerleri, PV enerji sistemlerinin yaygın ve verimli bir biçimde kullanılmasına olanak tanımaktadır. PVSyst gibi modelleme yazılımlarıyla yapılan teknik değerlendirmeler, güneş enerji santrallerinin yüksek verimle çalışabildiğini ve yatırım geri dönüş süresinin ekonomik açıdan makul olduğunu göstermektedir (Akyazı ve ark., 2024). Özellikle yerel düzeyde gerçekleştirilen yatırımlar, bölgesel kalkınmayı teşvik etmekte ve ulusal ölçekte enerji arz güvenliğini desteklemektedir (Varlı ve ark., 2022).

IEA verilerine göre, güneş PV teknolojileri 2020–2030 döneminde küresel ölçekte en hızlı büyüyen elektrik üretim yöntemi olacaktır. Aynı zamanda, PV sistemleri elektrik üretim maliyetleri açısından da en rekabetçi seçenek haline gelmiştir (IEA, 2021b). Ayrıca güneş enerjisine dayalı projelerin, kısa yatırım geri dönüş süresi ve yüksek istihdam potansiyeli ile sosyoekonomik faydaları artırması da bu enerji türünün çok boyutlu katkılarını göstermektedir (Gielen ve ark., 2019).

Bu çalışma, güneş enerjisinin yalnızca bir enerji kaynağı olmanın ötesinde, sürdürülebilir kalkınmanın çevresel, ekonomik ve sosyal bileşenlerini aynı anda destekleyen çok yönlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye özelinde yapılan araştırmalar, güneş enerjisinin yüksek potansiyeline rağmen hâlâ yeterince değerlendirilmediğini ve stratejik yönlendirmelerle bu kaynağın daha etkin kullanılabileceğini göstermektedir. Literatürde öne çıkan bir bulgu ise, net sıfır emisyon hedeflerine ulaşmada güneş enerjisinin yalnızca karbon azaltımı açısından değil, aynı zamanda enerji bağımsızlığı, yerel ekonomik kalkınma ve istihdam yaratımı gibi pek çok alanda da doğrudan katkı sunduğudur. Bu nedenle, enerji dönüşüm politikalarının tasarımıda güneş enerjisine öncelik verilmesi, bilimsel ve politik açıdan güçlü bir gerekçeye dayanmaktadır.

Bu çalışma, nitel araştırma yöntemi kapsamında yapılandırılmıştır. Güneş enerjisinin Türkiye'nin net sıfır emisyon hedeflerine katkısını değerlendirmek amacıyla 2020 yılı sonrası yayımlanan akademik makaleler, sektörel raporlar, ulusal ve uluslararası kurumsal belgeler sistematik biçimde taranmıştır. Literatür taramasında IEA, IRENA, Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]) ve T. C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) gibi güvenilir kaynakların verilerine öncelik verilmiştir. Kaynak seçiminde çalışmanın tematik kapsamı doğrultusunda yenilenebilir enerji politikaları, güneş enerjisi teknolojileri, net sıfır stratejileri ve Türkiye'nin enerji dönüşüm sürecine odaklanan yayınlar tercih edilmiştir. Bu yöntemsel yaklaşım sayesinde, mevcut durumun kapsamlı ve çok boyutlu bir çerçevede değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

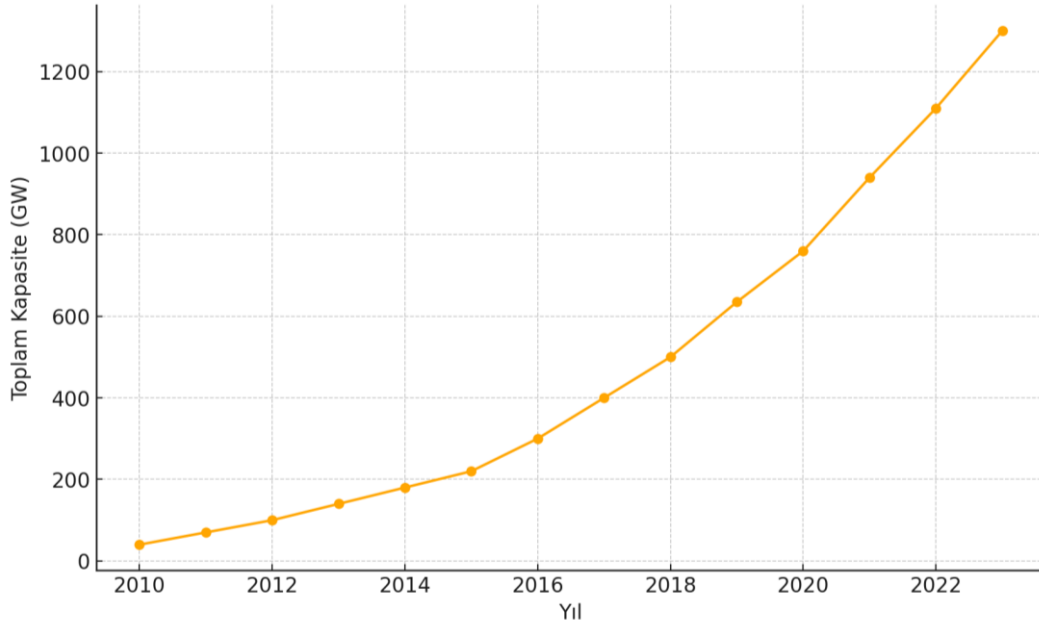
2. KÜRESEL ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ VE NET SIFIR STRATEJİLERİ

Küresel ölçekte enerji sistemleri, yalnızca artan enerji talebini karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadelede belirleyici bir araç haline gelmiştir (IEA, 2021d). Fosil yakıtlara dayalı mevcut enerji altyapılarının, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %73'ünden sorumlu olması, enerji dönüşümünü net sıfır hedeflerinin merkezine yerleştirmektedir (IPCC, 2022). Bu çerçevede, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaştırılması, enerji verimliliği uygulamaları ve elektrifikasyon stratejileriyle bütünleştirildiğinde, enerji sektörünün karbonsuzlaştırılması bilimsel olarak mümkün ve teknik olarak uygulanabilir hale gelmektedir.

IPCC'nin bulgularına göre, küresel sıcaklık artışının 1.5°C ile sınırlandırılabilmesi için 2020–2030 yılları arasında yıllık bazda %7.6 oranında karbon emisyonu azaltımı gerekmektedir (Zhang ve ark., 2021). Bu doğrultuda 2015 yılında kabul edilen Paris Anlaşması, taraf ülkelere karbon salımlarını azaltmaya yönelik ulusal katkı beyanları (Nationally Determined Contributions – NDC'ler) sunma yükümlülüğü getirmiştir (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC], 2015). Ancak mevcut politika uygulamalarının, bu hedeflere ulaşmak için yetersiz kaldığı ve daha güçlü, bağlayıcı eylemlere ihtiyaç duyulduğu bilimsel çalışmalarda vurgulanmaktadır (Rogelj ve ark., 2016).

Güneş enerjisi, günümüzde hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler tarafından enerji dönüşümünün ana bileşenlerinden biri olarak benimsenmektedir (Jacobson ve ark., 2015). Küresel güneş enerjisi kapasitesindeki büyüme eğilimi Şekil 1'de görselleştirilmiştir (Apollo, 2024). Özellikle Çin, 2020 yılı itibarıyla küresel güneş enerjisi kapasitesinin yaklaşık %30'unu oluşturarak bu alandaki liderliğini sürdürmektedir (IEA, 2021d). Gelişmekte olan ülkelerde ise güneş enerjisi yatırımları, yalnızca enerjiye erişimi kolaylaştırmakla kalmayıp, aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesine de katkı sağlamaktadır (IRENA, 2020a).

Bununla birlikte, finansman yetersizlikleri, altyapı eksiklikleri ve politika belirsizlikleri gibi yapısal sorunlar, bu ülkelerde güneş enerjisi yatırımlarının yaygınlaşmasının önünde önemli engeller oluşturmaktadır (REN21, 2021). Türkiye ise enerji dönüşüm sürecinde güneş enerjisini stratejik bir kaynak olarak değerlendiren ve bu doğrultuda politika geliştiren ülkeler arasında yer almaktadır (IRENA, 2022a).



Şekil 1. Küresel Güneş Enerjisi Kapasitesi Büyüme Eğrisi (2010–2023) (Apollo, 2024)

Yenilenebilir enerji kaynakları, net sıfır emisyon hedeflerine ulaşılmasında temel çözüm unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir (IEA, 2021b). Güneş ve rüzgar enerjisi gibi kaynaklar, fosil yakıtların enerji üretimindeki payını azaltarak enerji sektörünün karbonsuzlaşmasına doğrudan katkı sunmaktadır (Jacobson ve ark., 2015). Aynı zamanda, enerji verimliliğine yönelik önlemler ve elektrifikasyon temelli dönüşüm stratejileri ile desteklenen yenilenebilir enerji kullanımı, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır (Markard & Rosenbloom, 2022). Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması, yalnızca enerji arz güvenliğini pekiştirmekle kalmamakta; aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadelede güçlü ve bütüncül bir strateji olarak değerlendirilmektedir (IEA, 2021a).

IPCC ve IEA gibi kurumsal raporlar, fosil yakıtların karbon salımları üzerindeki baskın etkisini açık bir şekilde ortaya koymakta ve bu duruma karşılık yenilenebilir enerji teknolojilerinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Ayrıca, Paris Anlaşması'nın uygulama düzeyinde sınırlı etkiler yaratması, mevcut ulusal politikaların yetersizliğine işaret etmekte ve daha kapsayıcı enerji dönüşüm modellerinin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Güneş enerjisi, bu bağlamda yalnızca teknik bir çözüm değil; aynı zamanda ekonomik kalkınmayı destekleyen, istihdam yaratan ve enerjiye erişimi artıran çok boyutlu bir araç olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'nin güneş enerjisi politikalarının da bu küresel eğilime paralel bir yön izlemekte olduğu, stratejik yatırım ve teşvik mekanizmalarıyla desteklendiğinde daha etkin sonuçlar elde edilmesi mümkün olacağı düşünülmektedir.

3. TÜRKİYE'NİN ENERJİ PROFİLİ VE DÖNÜŞÜM SÜRECİ

Türkiye'nin enerji yapısı hâlâ büyük oranda fosil yakıtlara dayanmaktadır. Resmi verilere göre, 2023 yılında ülkenin toplam birincil enerji arzı 158,4 milyon tep olarak gerçekleşmiş ve bu arz içindeki yerlilik oranı yaklaşık %31 seviyesinde olmuştur (ETKB, 2024). Bu durum, dış kaynaklara olan bağımlılığın hâlâ ciddi düzeyde devam ettiğini göstermektedir. Fosil yakıtlar hâlihazırda Türkiye'nin enerji arzında baskın rol oynamaktadır.

Ulusal enerji dengeleri, petrol, kömür ve doğal gazın toplam arz içindeki yüksek paylarını koruduğunu ortaya koymaktadır (ETKB, 2024). Bu yapı, ülkenin enerji ithalatına dayalı yapısının korunmasına neden olmakta, dolayısıyla dış ticaret açığı üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Elektrik üretiminde de fosil kaynaklar önemli payını sürdürmektedir. 2024 itibarıyla Türkiye’de elektriğin yaklaşık %58’i fosil yakıtlardan üretilmektedir (Temiz Enerji, 2024). Bununla birlikte, yenilenebilir enerjinin payında gözle görülür bir yükseliş vardır: elektrik üretiminin %42’si yenilenebilir kaynaklardan karşılanmaktadır (Temiz Enerji, 2024). Kurulu güç bazında 2025 Ağustos verileri de kaynak çeşitliliğini göstermektedir; örneğin toplam kurulu gücün yaklaşık %26,7’si hidrolik, %20,3’ü doğal gaz, %18,2’si kömür, %11,5’i rüzgâr ve %19,8’i güneş enerjisinden oluşmaktadır (ETKB, 2025). Bu bağlamda, enerji arzında fosil yakıtların hâkimiyeti; dışa bağımlılığı, döviz çıkışı ve enerji güvenliğini olumsuz etkileyen temel riskler arasında yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kapasitesinin artırılması ve enerji verimliliği politikalarının yaygınlaştırılması hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik bağımsızlık açısından kritik adımlardır. Aynı zamanda, enerji sektörünün bu yapısı, sera gazı emisyonlarında önemli bir artışa neden olmakta ve çevresel sorunları derinleştirmektedir (IEA, 2021b). Türkiye’nin mevcut enerji arz kompozisyonu hem ekonomik sürdürülebilirlik hem de çevresel güvenlik açısından önemli kırılma noktaları yaratmaktadır (ETKB, 2023).

2022 yılı verileri doğrultusunda, Türkiye’nin birincil enerji arzının %83,7’si fosil yakıt kaynaklıdır. Bu oranın %26,7’si kömür, %26,2’si doğalgaz ve %30,8’i petrol kaynaklıdır (SHURA, 2023a). Bu tablo, Türkiye’nin enerji ithalat faturasını ciddi düzeyde yükseltmektedir; 2023 yılı itibarıyla enerji ithalatına ödenen tutar 100 milyar dolara yaklaşmıştır. Ayrıca, enerji sektöründen kaynaklanan sera gazı salımları, Türkiye’nin toplam emisyonlarının yaklaşık üçte birini oluşturmakta olup, bu sektörün yapısal olarak dönüştürülmesini iklim politikaları açısından zorunlu kılmaktadır (IEA, 2023a).

Bu bağlamda Türkiye, fosil yakıt temelli enerji modelinden uzaklaşarak, yenilenebilir enerji kaynaklarını önceliklendiren bir dönüşüm süreci başlatmıştır. Bu sürecin temel hedefleri; enerji arz güvenliğini artırmak, karbon emisyonlarını azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak olarak belirlenmiştir. 2021 yılında Paris Anlaşması’nın TBMM tarafından onaylanması ve 2053 yılı için net sıfır emisyon hedefinin resmi olarak ilan edilmesi, Türkiye’nin enerji dönüşüm sürecini yasal ve politik bir zemine oturtmuştur. Bu doğrultuda hazırlanan Ulusal Enerji ve İklim Planı (NECP) ve Ulusal Enerji Planı (UEP) gibi belgeler aracılığıyla, elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payının artırılması, enerji arzının çeşitlendirilmesi ve enerji verimliliği önlemlerinin yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır (ETKB, 2023).

Ayrıca, rüzgar, güneş ve hidrojen gibi alternatif enerji kaynaklarına yönelik teşvik mekanizmaları geliştirilmiş; özel sektörün bu sürece daha etkin katılımını sağlayacak yasal düzenlemeler yürürlüğe konulmuştur (IEA, 2023b; SHURA, 2023b). 2023 yılında yayımlanan Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası ile yeşil hidrojen üretimine yönelik araştırma ve uygulama çerçevesi netleştirilmiştir. Bu gelişmeler, Türkiye’nin yalnızca klasik yenilenebilir enerji kaynaklarına değil, aynı zamanda geleceğin enerji teknolojilerine de yönelmeye başladığını göstermektedir.

Türkiye’nin 2053 yılına yönelik net sıfır emisyon hedefi, enerji sektöründe köklü yapısal dönüşümleri zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda, fosil yakıt kullanımının azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sistemdeki payının artırılması stratejik bir öncelik haline gelmiştir. Ulusal Enerji Planı’nda 2020 yılında birincil enerji tüketiminde %83,3 olan fosil yakıt oranının, 2053 itibarıyla %20,8 seviyesine düşürülmesi hedeflenmektedir (SHURA, 2023a). Aynı zamanda, enerji verimliliği ve elektrifikasyon stratejileri, bu dönüşümün tamamlayıcı bileşenleri olarak değerlendirilmektedir (Markard & Rosenbloom, 2022).

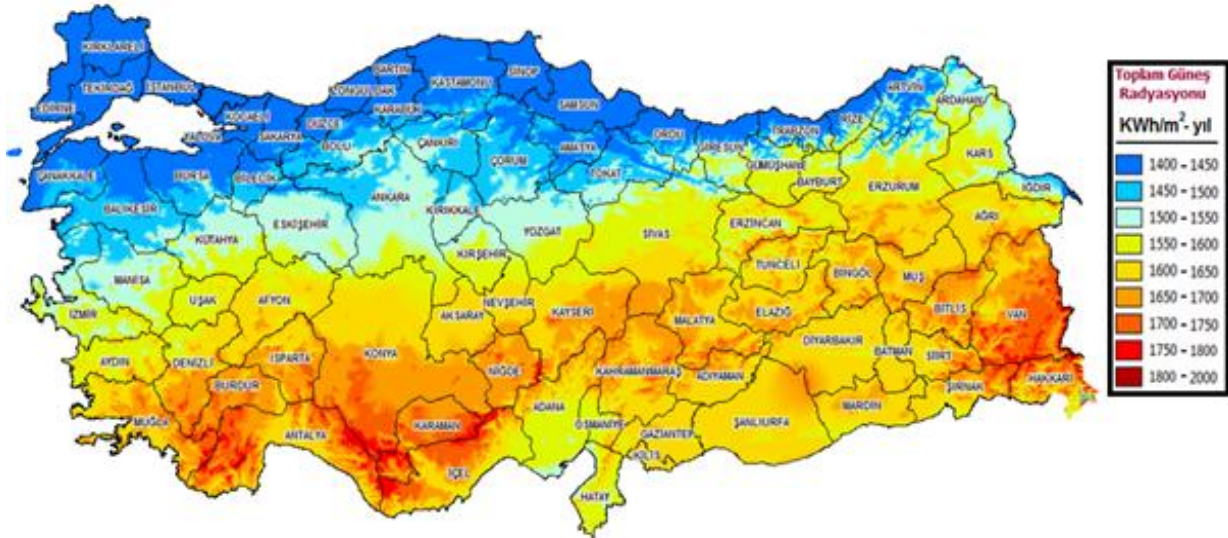
Türkiye’nin 2053 hedefi yalnızca enerji üretimini değil; ulaşım, sanayi, konut ve tarım gibi emisyon yoğun tüm sektörlerde kapsamlı ve sistematik dönüşümleri gerektirmektedir (IEA, 2023b). Bu doğrultuda hazırlanan NECP, enerji güvenliğini artırmayı ve aynı zamanda sera gazı emisyonlarının azaltımını sağlayacak adımları tanımlamayı amaçlamaktadır (European Commission, 2021). NECP kapsamında belirlenen temel stratejiler arasında; yenilenebilir enerji yatırımlarının hızlandırılması, enerji verimliliği önlemlerinin yaygınlaştırılması ve yüksek emisyonlu sektörlerde elektrifikasyonun desteklenmesi yer almaktadır (SHURA, 2023). Türkiye’nin NECP ve UEP belgeleri, 2053 yılına kadar iklim değişikliği ile uyumlu, düşük karbonlu ve sürdürülebilir bir kalkınma modelinin kurulmasını hedeflemektedir (IEA, 2023a).

Güncel literatür ve politika belgeleri, Türkiye’nin fosil yakıt bağımlılığına dayalı enerji sisteminin ekonomik, çevresel ve stratejik açılardan sürdürülemez bir noktaya ulaştığını açıkça ortaya koymaktadır.

Enerji ithalatının bütçe üzerindeki yükü ve karbon salımlarının çevresel etkileri, dönüşüm ihtiyacını zorunlu hale getirmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, yalnızca çevreyle uyumlu enerji üretimi anlamına gelmemekte, aynı zamanda enerji güvenliği, dışa bağımlılığın azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından da hayati önemdedir. Türkiye'nin Paris Anlaşması'na taraf olması, 2053 net sıfır hedefi, NECP ve UEP gibi planların yayımlanması, bu dönüşümün yalnızca niyet düzeyinde kalmadığını, aynı zamanda yapısal politika belgeleriyle desteklendiğini göstermektedir. Bununla birlikte, hedeflenen yapısal dönüşümlerin uygulanabilirliği, yatırım ortamının istikrarı, özel sektör katılımı ve teknolojik kapasite gibi faktörlere bağlı olarak şekillenecektir. Literatür ışığında değerlendirildiğinde, Türkiye'nin mevcut enerji politikaları ile uluslararası iklim taahhütleri arasında güçlü bir bağ kurulduğu; ancak bu bağın etkinlik kazanması için uygulama süreçlerinde daha fazla şeffaflık, denetim ve koordinasyon gerektiği ortaya çıkmaktadır.

4. GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip ülkeler arasında yer almaktadır (Akyazı ve ark., 2024). Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli Şekil 2'de gösterilmektedir (URL-1). Ülkenin yıllık ortalama güneşlenme süresi yaklaşık 2.737 saat olup, bu süre günlük ortalama 7,5 saate tekabül etmektedir. Yıllık ortalama global radyasyon miktarı ise 1.527 kWh/m² düzeyinde ölçülmektedir. Bölgesel ölçekte değerlendirildiğinde, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve İç Anadolu bölgeleri en yüksek güneşlenme süresine sahipken; Karadeniz Bölgesi daha düşük radyasyon değerleri göstermektedir (Akyazı ve ark., 2024; IRENA, 2022b). Türkiye'de bölgelere göre yıllık ortalama güneşlenme süresi ve global radyasyon değerleri Tablo 1'de sunulmaktadır (İnores, 2023). Bu yüksek radyasyon potansiyeli, özellikle PV sistemlerin kurulumu açısından önemli bir avantaj sağlamakta; enerji arz güvenliği, bölgesel kalkınma ve düşük karbonlu büyüme hedefleri doğrultusunda stratejik fırsatlar sunmaktadır (Akyazı ve ark., 2024; IRENA, 2022a).



Şekil 2. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli (Url-1).

Tablo 1. Türkiye’de Bölgelere Göre Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi ve Global Radyasyon Değerleri (İnores, 2023)

Bölge	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)	Global Radyasyon (kWh/m ² -yıl)
Güneydoğu Anadolu	3.000	1.800
Akdeniz	2.800	1.750
İç Anadolu	2.600	1.600
Ege	2.500	1.500
Doğu Anadolu	2.400	1.500
Marmara	2.200	1.400
Karadeniz	1.800	1.200

Her ne kadar Türkiye yüksek güneşlenme süresi ve coğrafi potansiyele sahip olsa da, güneş enerjisi kurulu kapasitesi bu potansiyelin gerisinde kalmaktadır. 2025 yılı itibarıyla Türkiye’nin güneş enerjisi sektörü dikkat çekici bir büyüme göstermiştir. TEİAŞ kaynaklı verilere göre Mayıs 2025’te toplam güneş enerjisi kurulu gücü 22.759 MegaWatt (MW) (yaklaşık 22,76 GW) seviyesine ulaşmıştır (Enerji Ajansı, 2025). Ancak bu miktar, Avrupa’daki lider ülkelerin gerisindedir. Yatırımların artmasına rağmen, mevzuattaki belirsizlikler, finansmana erişim zorlukları ve şebeke bağlantısı kısıtları gibi yapısal engeller, sektörün büyümesini sınırlandıran temel faktörler arasında yer almaktadır (IRENA, 2022b). Bununla birlikte, çatı tipi güneş enerji sistemleri ve Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) projeleri gibi uygulamalar, Türkiye’nin enerji portföyünü çeşitlendirme konusunda umut verici gelişmeler sunmaktadır.

Son yıllarda güneş enerjisi teknolojilerinde dikkate değer ilerlemeler kaydedilmiştir. PV sistemlerde özellikle monokristal ve polikristal panellerin verimlilikleri artarken, maliyetleri önemli ölçüde azalmıştır. Ayrıca, çift yönlü (bifacial) panellerin kullanımı yaygınlaşmakta olup, bu paneller hem doğrudan gelen güneş ışığını hem de zeminden yansıyan ışığı kullanarak enerji üretimini artırmaktadır (Varlı ve ark., 2022). Termal güneş enerjisi sistemleri ise başta sanayi sektörü olmak üzere, ısıtma ve soğutma uygulamalarında önemli bir kullanım alanı bulmaktadır (Sapmaz & Kılıçaslan, 2025).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilir entegrasyonu, enerji depolama teknolojilerinin gelişimiyle daha da kritik hale gelmiştir. Lityum-iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu ve uzun çevrim ömrü ile güneş enerjisi sistemlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Buna ek olarak, şebeke entegrasyonu açısından geliştirilen akıllı şebeke (smart grid) teknolojileri, enerji arzı ve talebi arasındaki dengeyi sağlamak amacıyla ileri düzey veri analitiği ve optimizasyon algoritmalarıyla entegre edilmektedir (Loggma, 2024). Bu teknolojiler sayesinde enerji verimliliği artmakta ve sistemler daha esnek bir yapıya kavuşmaktadır.

5. GÜNEŞ ENERJİSİNİN TÜRKİYE’NİN NET SIFIR HEDEFİNE KATKISI

Güneş enerjisi, fosil yakıtların yerine kullanıldığında önemli düzeyde karbon emisyonu azaltımı sağlar. Örneğin, 100 kWp gücündeki bir güneş enerji sistemi yılda yaklaşık 102 ton CO₂ emisyonunun önlenmesine katkıda bulunabilir. Bu çerçevede, güneş enerjisi santrallerinin karbon emisyonu azaltımı üzerindeki etkisi Tablo 2’de ayrıntılı olarak sunulmaktadır (Apollo, 2024). 2023 yılı itibarıyla Türkiye’nin toplam sera gazı emisyonu 552,2 Mt CO₂ eşdeğeri olarak kaydedilmiştir (TÜİK, 2024). Bu değer, önceki yıllara kıyasla dalgalanmalar gösterse de, sera gazı salımlarının yüksek tehdit oluşturmaya devam ettiğini göstermektedir.

Ülke politikalarında, 2030 yılı hedefi doğrultusunda 2020 yılı baz alınarak %35 mutlak azaltım yönünde bir taahhüt bulunmaktadır; bu hedef gerçekleşirse, Türkiye’nin sera gazı emisyon seviyesi yaklaşık 340 Mt CO₂ eşdeğeri düzeyine düşürülmüş olacaktır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Bu hedef doğrultusunda karbon yoğun sektörlerde – enerji, sanayi, ulaştırma gibi – yapı dönüşümleri, düşük karbon teknolojileri adaptasyonu, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması ve karbon verimliliği önlemlerinin hızla uygulanması kritik öneme sahiptir.

Tablo 2. Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Karbon Emisyonu Azaltımı Etkisi (Apollo, 2024)

GES Kapasitesi (kWp)	Yıllık Önlenen CO ₂ (ton)
50	51
100	102
500	510

Yenilenebilir enerji sistemleri, özellikle güneş enerjisi, karbon yoğun fosil yakıtların yerine geçerek sera gazı emisyonlarının azaltılmasında etkin bir araç haline gelmiştir. PV sistemlerin kullanımı sayesinde, geleneksel elektrik üretim yöntemlerine kıyasla önemli miktarda sera gazı salımının önüne geçilebilmektedir. Örneğin, Türkiye’de 1 MW kurulu güce sahip bir güneş enerjisi santrali yılda yaklaşık 1.000 ton CO₂e emisyonunu engelleme kapasitesine sahiptir. Uluslararası Enerji Ajansı’nın verilerine göre, yalnızca güneş ve rüzgar enerjisi teknolojileri 2030 yılına kadar küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %33’ünü önleyebilecek potansiyele sahiptir (IEA, 2021b). Türkiye özelinde ise, 2020 yılında toplam sera gazı emisyonu 524 MtCO₂e seviyesinde kaydedilmiş olup, 2053 yılına kadar bu miktarın net sıfır düzeyine düşürülmesi hedeflenmektedir (TÜİK, 2023; SHURA, 2023b). Bu kapsamda, güneş enerjisi yatırımlarının yaygınlaştırılması, karbon ayak izinin azaltılması açısından hem teknik hem de ekonomik olarak öncelikli çözümler arasında değerlendirilmektedir.

Güneş enerjisi sektörü, çevresel sürdürülebilirliğin yanı sıra ekonomik büyüme ve istihdam artışı bakımından da önemli katkılar sunmaktadır. Türkiye’de 2017 yılında yalnızca bu sektörde yaklaşık 34 bin kişilik istihdam sağlanmıştır (Ordu & Songur, 2023). Yenilenebilir enerji projeleri, inşaat, işletme ve bakım aşamalarında geniş bir istihdam alanı yaratmakta ve yerel ekonomilerin dinamizmine katkıda bulunmaktadır (Aydem Enerji, 2024). Güneş enerjisi yatırımları aynı zamanda enerji ithalatını azaltarak cari açığın daralmasına ve ekonomik istikrarın güçlendirilmesine destek olmaktadır (Ozanby, 2023). IRENA’nın 2023 yılı verilerine göre, dünya genelinde güneş enerjisi sektörü yaklaşık 4,9 milyon kişiye doğrudan istihdam sağlamıştır. Türkiye’de bu alandaki yatırımların artması, sanayi, inşaat ve mühendislik gibi yan sektörlerde yeni iş kollarının oluşmasına zemin hazırlamakta; aynı zamanda yerli üretim kapasitesinin gelişmesiyle dış ticaret dengesi üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (SHURA, 2023c). Güneş enerjisi projelerinin kırsal bölgelerde uygulanması, bölgesel eşitsizliklerin azaltılmasına ve yerel kalkınmanın desteklenmesine de katkı sağlamaktadır.

Güneş enerjisi, farklı sektörlerde çok çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Enerji verimliliğinin sağlanması ve karbon salımlarının düşürülmesi amacıyla sanayi, tarım, konut ve ulaşım sektörlerinde yoğun biçimde kullanılmaktadır. Sanayi alanında, PV sistemler üretim süreçlerinde enerji ihtiyacını karşılamak üzere kullanılmakta; bu da işletmelere önemli ölçüde maliyet avantajı sunmaktadır (Remak Solar, 2024). Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler, çatı üstü panellerle enerji maliyetlerini düşürmekte ve çevre dostu üretim modellerine geçiş yapmaktadır (IEA, 2022). Tarım sektöründe ise, güneş enerjisiyle çalışan sulama sistemleri ve seraların ısıtılması gibi uygulamalar, üretim verimliliğini artırmakta ve çiftçilerin enerji bağımlılığını azaltmaktadır (FAO, 2021; Remak Solar, 2024). Konutlarda bireysel çatı panelleri ve sıcak su sistemleri, hem karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sağlamakta hem de hane bütçesine uzun vadeli ekonomik kazanç sunmaktadır. Ulaşım alanında ise güneş enerjisi destekli elektrikli araç şarj istasyonları, sürdürülebilir ulaşım altyapısının gelişmesine katkıda bulunmakta ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaktadır (IEA, 2022; Remak Solar, 2024).

Güncel literatür ve sektörel raporlar, güneş enerjisinin hem çevresel hem de sosyoekonomik faydalarını güçlü biçimde ortaya koymaktadır. Emisyon azaltımı, enerji ithalatının düşürülmesi, yerli üretimin teşvik edilmesi ve istihdam artışı gibi kazanımlar; güneş enerjisini yalnızca bir enerji kaynağı değil, aynı zamanda çok boyutlu bir kalkınma aracı haline getirmektedir. Türkiye’nin 2053 net sıfır hedefleri doğrultusunda, bu yatırımların hızlandırılması; stratejik, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin eş zamanlı olarak sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.

Türkiye'nin sahip olduğu yüksek güneş enerjisi potansiyeline rağmen, bu kaynağın yeterli düzeyde değerlendirilememesinin; büyük ölçüde politika tutarsızlıkları ile uygulama alanındaki yapısal sorunlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle uzun vadeli ve bütüncül bir enerji dönüşüm stratejisinin eksikliği, yatırımcı güvenini zayıflatmakta ve sektörün istikrarlı biçimde gelişmesini engellemektedir. Mevzuat değişikliklerinin sık yaşanması, yerli üretimi teşvik etmeye yönelik politikaların uygulama aşamasında sürdürülebilirliğinin sağlanamaması ve tarım, çevre ile enerji politikaları arasındaki koordinasyon eksikliği bu durumu daha da karmaşık hale getirmektedir. Nitekim Almanya'da geliştirilen agrovoltaik entegrasyon modelleri, arazi kullanımını optimize ederek hem tarımsal üretimi hem de yenilenebilir enerji üretimini eş zamanlı olarak desteklemekteyken; Türkiye'de benzer uygulamaların henüz sınırlı düzeyde kaldığı gözlenmektedir.

Net sıfır emisyon hedeflerine geçiş sürecinde ise Türkiye'nin mevcut stratejik planları hedef odaklı bir çerçeve sunsa da, uygulamaya yönelik somut adımlar ile kaynak tahsisinde önemli belirsizlikler bulunmaktadır. Ulusal Enerji Planı'nda yenilenebilir enerji yatırımlarına atfedilen önemin altı çizilmekle birlikte; karbon fiyatlandırma mekanizmaları, enerji verimliliğine ilişkin standartlar ve fosil yakıtlardan kademeli çıkışa dair kapsamlı bir yol haritası henüz oluşturulmamıştır. Öte yandan, enerji dönüşümünün sosyal boyutları – örneğin iş gücünün dönüşümü, enerji yoksulluğunun önlenmesi ve bölgesel kalkınma farklarının giderilmesi – politika belgelerinde yeterince yer bulamamaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin çok düzeyli bir yönetim modeline yönelmesi; merkezi ve yerel yönetimlerin eşgüdüm içinde çalışabileceği, katılımcı ve kapsayıcı bir “Enerji Geçiş Yönetim Çerçevesi” geliştirmesi önem arz etmektedir.

6. POLİTİKA, TEŞVİK VE YATIRIM ORTAMI

Türkiye, güneş enerjisi yatırımlarını artırmak amacıyla yenilenebilir enerjiye ilişkin hukuki ve düzenleyici altyapısını son yıllarda kayda değer biçimde geliştirmiştir. *Bu kapsamda özellikle YEKA modeli*, büyük ölçekli yatırımların desteklenmesi amacıyla devreye alınmış ve rekabetçi ihaleler aracılığıyla yatırımcılara uzun vadeli alım garantileri sunulmuştur. YEKA uygulamaları, sadece finansal teşviklerle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda teknoloji transferi ve yerli üretim kapasitesinin artırılması gibi hedeflerle de bütünleşmektedir (IEA, 2021a). Öte yandan, lisanssız GES uygulamaları, 5 MW'a kadar olan projelere izin vererek bireysel kullanıcılar ile küçük ve orta ölçekli ticari yatırımcılar için daha düşük giriş engelleri yaratmıştır (Moroglu Arseven, 2019; GES Dergisi, 2019; Hilal Solar, 2023). Bu model sayesinde, enerji üretiminde merkezi yapıdan uzaklaşarak, yaygın ve tabana yayılan bir üretim modeline geçiş kolaylaşmıştır. Ayrıca, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) kapsamında sabit fiyat garantisi, gelir vergisi istisnaları ve Katma Değer Vergisi (KDV) muafiyetleri gibi ekonomik teşvikler yürürlüğe konmuştur. YEKA ve lisanssız GES yatırımlarına yönelik teşvik uygulamaları ile bunların karşılaştırmalı avantajları Tablo 3'te sunulmaktadır (ETKB, 2024). YEKDEM kapsamında sunulan sabit fiyat garantileri ile birlikte, lisanssız GES yatırımları için uygulanan KDV ve gelir vergisi muafiyetleri, yatırımcılar açısından finansal sürdürülebilirliği artırıcı niteliktedir. Diğer yandan, YEKA projelerinde yerli üretim zorunluluğu, teknoloji transferi hedefi ve büyük ölçekli yatırımcıları önceleyen politika tasarımları, bu mekanizmayı lisanssız üretim modellerinden ayıran başlıca farklılaştırıcı unsurlar arasında yer almaktadır (ETKB, 2024).

Tablo 3. YEKA ve Lisanssız GES'lere Yönelik Teşvikler ve Karşılaştırmalı Avantajlar (ETKB, 2024)

Kategori	YEKA	Lisanssız GES
Kapasite Limiti	10–1000 MW	≤5 MW
Teşvik	Alım garantisi, yerli üretim zorunluluğu	Sabit fiyat, KDV muafiyeti
Hedef Kitle	Büyük yatırımcı	Bireysel/KOBİ

Türkiye’de güneş enerjisine ilişkin yasal düzenlemeler, yalnızca büyük ölçekli projeleri değil, aynı zamanda bireysel ve kooperatif temelli üretim modellerini kapsayacak şekilde genişletilmektedir. 2022 yılında yürürlüğe giren Elektrik Piyasası Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği, konutlar, apartmanlar ve tarımsal sulama alanlarında çatı üstü güneş enerjisi sistemlerinin kurulumunu daha esnek hale getirmiş; fazla enerjinin şebekeye satışını kolaylaştırmıştır (EPDK, 2022). Bununla birlikte, kamu binaları ve organize sanayi bölgeleri gibi kurumsal alanlarda güneş enerjisi kurulumlarına ilişkin tahsis süreçleri sadeleştirilmiş, yerli üretim ekipmanı kullanımına yönelik teşvik mekanizmaları devreye alınmıştır (EnerjiSA, 2023).

Uluslararası düzeyde, Türkiye’nin YEKA modeli, hem Dünya Bankası hem de Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) tarafından başarılı bir uygulama örneği olarak değerlendirilmiş ve diğer gelişmekte olan ülkelere önerilmiştir (Özcan, 2021). Bu kapsamda, YEKA projelerinde yerli aksam kullanım oranı %70’e kadar çıkarılmış; teknoloji sağlayıcı firmalara Ar-Ge faaliyetleri ve yerli üretim tesisi kurma yükümlülüğü getirilmiştir (PwC Türkiye, 2024).

Türkiye’de güneş enerjisi yatırımları giderek daha fazla özel sektör temsilcisinin ilgisini çekmektedir (Karakaya & Sriwannawit, 2015). Özellikle ticari işletmeler, hem enerji maliyetlerini düşürmek hem de karbon ayak izlerini azaltmak amacıyla çatı tipi sistemlere yönelmektedir (Gielen ve ark., 2019). PV panel maliyetlerindeki azalma ve yatırım geri dönüş sürelerinin kısalması, bu eğilimi destekleyen önemli etmenler arasında yer almaktadır (IRENA, 2020b). 2023 yılı itibarıyla Türkiye’de yeni devreye alınan güneş enerji santrallerinin büyük çoğunluğunu özel sektör yatırımları oluşturmaktadır (IEA, 2023b).

Son yıllarda özel sektör, sadece enerji üretiminde değil; enerji hizmetleri, teknolojik inovasyon, enerji yönetim yazılımları ve bakım-onarım hizmetleri gibi alanlarda da faaliyet göstermeye başlamıştır. Enerji kooperatifleri, enerji performans sözleşmeleri ve dijital enerji yönetim sistemleri gibi yeni finansal ve teknolojik araçlar, küçük ve orta ölçekli işletmelerin sektöre erişimini kolaylaştırmakta ve bu yatırımların sürdürülebilirliğini desteklemektedir (SHURA, 2021).

Türkiye’de güneş enerjisi yatırımlarının büyümesinde, uluslararası finansman kaynakları ve yeşil fonlar belirleyici rol oynamaktadır. EBRD, Türkiye’de güneş ve rüzgar enerjisi projelerine kredi ve teknik destek sağlayarak özel sektörü finanse etmektedir (EBRD, 2023). Dünya Bankası’nın İklim Değişikliği Eylem Planı kapsamında Türkiye’ye sağladığı 1 milyar dolarlık destek, özellikle elektrik iletim altyapısının modernizasyonu ve yenilenebilir enerji yatırımlarının artışı için kullanılmaktadır (World Bank, 2024).

Bunun yanı sıra, Avrupa Birliği fonları çerçevesinde yürütülen Katılım Öncesi Yardım Aracı (IPA) projeleri, yenilenebilir enerji geçişinin yerel ölçekte yaygınlaştırılmasını sağlamaktadır (European Commission, 2022). Diğer önemli uluslararası kaynaklar arasında Yeşil İklim Fonu (GCF) yer almakta olup, Türkiye’de yürütülen projelere teknik yardım ve risk azaltıcı mali araçlar sunmaktadır (GCF, 2021). Avrupa Yatırım Bankası (EIB) da özellikle belediye ölçekli projelerde düşük faizli krediler ile güneş enerjisinin yaygınlaştırılmasını teşvik etmektedir (EIB, 2022).

Son olarak, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve Global Environment Facility (GEF) ortaklığıyla yürütülen girişimler kapsamında, Türkiye’de güneş enerjisine dayalı pilot uygulamalara hibe desteği ve kurumsal kapasite geliştirme imkanları sunulmaktadır (UNDP Türkiye & GEF, 2022). Bu tür iş birlikleri, sadece finansman sağlamanın ötesinde, bilgi transferi, politik kapasite gelişimi ve uluslararası normlara uyum açısından da kritik katkılar sunmaktadır.

Türkiye’de güneş enerjisine yönelik yasal düzenlemeler ve teşvik mekanizmaları, yalnızca üretim kapasitesini artırmakla kalmayıp; aynı zamanda yerli teknoloji gelişimini, özel sektör katılımını ve bölgesel kalkınmayı da teşvik eden çok katmanlı bir yapıya dönüşmüştür. Özellikle YEKA modeli ile yerli üretim teşviki, enerji politikalarında sanayi stratejileriyle bütünleşen bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Giderek çeşitlenen finansman kanalları ve dijital enerji yönetim araçları sayesinde, sektörün sürdürülebilir büyüme potansiyeli artmakta; bu da Türkiye’yi bölgesel ölçekte örnek bir güneş enerjisi oyuncusu haline getirmektedir.

7. KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR VE RİSKLER

Türkiye’de güneş enerjisi yatırımları, mevzuatın karmaşıklığı ve bürokratik süreçlerin yavaşlığı nedeniyle çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Lisanslı güneş enerjisi projelerinde, yatırımcıların karşılaştığı bürokratik engeller projelerin hayata geçirilme süresini uzatmakta ve bu durum yatırımcı motivasyonunu azaltmaktadır.

Özellikle lisanssız üretim tesislerinin kabul süreçlerinde yetkili kurumların personel yetersizliği ve görev dağılımındaki eksiklikler, projelerin ilerlemesini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, yatırımcıların güneş enerjisi projelerinden vazgeçmesine ve alternatif enerji kaynaklarına yönelmesine neden olabilmektedir (European Journal of Science and Technology, 2021). Türkiye’de güneş enerjisi yatırımlarının önündeki temel engellerden biri, sık değişen ve öngörülebilirliği düşük olan mevzuat yapısıdır. Yatırımcılar, enerji piyasasına yönelik düzenlemelerin sıklıkla değişmesi nedeniyle uzun vadeli planlama yapmakta zorlanmaktadır. Özellikle EPDK tarafından yayımlanan yönetmeliklerdeki belirsizlikler, yatırım projelerinin finansmanı aşamasında ciddi riskler doğurmaktadır (EPDK, 2023). Buna ek olarak, farklı kurumlar arasında yetki paylaşımının net olmaması, izin ve onay süreçlerinin uzamasına neden olmaktadır. Örneğin, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) süreci, enerji yatırımlarında birçok kamu kurumunun devreye girmesiyle bürokratik yükü artırmakta ve proje sürelerini geciktirmektedir (OECD, 2021). Yerel yönetimlerle merkezi otoriteler arasındaki koordinasyon eksiklikleri, özellikle kırsal alanlarda yapılacak projelerde yatırımcıları caydırıcı etki yaratmaktadır. Bu çerçevede, bürokratik reformlar ve mevzuat sadeleştirmeleri yapılmadığı sürece Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyelinin etkin biçimde kullanılması mümkün görünmemektedir (European Journal of Science and Technology, 2021).

GES kurulumu yalnızca enerji üretimi açısından değil, aynı zamanda arazi planlaması ve çevresel denge açısından da önemli sonuçlar doğurmaktadır. Türkiye’de özellikle meralar ve orman vasfını yitirmiş alanlar GES projeleri için hedeflenmekte; ancak bu alanlarda gerçekleştirilen dönüşümler, biyoçeşitlilik açısından önemli habitatların kaybına yol açabilmektedir (Bıçakçı ve ark., 2023). Ayrıca, GES projelerinin ÇED süreçlerinde, kumul ekosistemleri gibi hassas alanların korunmasına yönelik denetimlerin yetersiz kaldığı gözlenmektedir. GES kurulumu, geniş arazi kullanımını gerektirdiğinden, tarım arazileriyle çatışmalara yol açmaktadır. Özellikle kıraç arazilerde GES yatırımları, tarımsal üretimden daha yüksek gelir sağladığı için tercih edilmekte; bu durum ise uzun vadede tarımsal üretimin azalmasına ve gıda güvenliğinin tehlikeye girmesine neden olabilmektedir (Nacar, 2021). Ayrıca, doğal habitatların bozulması ve ekosistemlerin zarar görmesi gibi çevresel etkiler de dikkate alınmalıdır (Atabey, 2023). Bir diğer önemli konu ise kırsal alanlarda yaşayan topluluklarla yaşanan sosyal çatışmalardır. Yerel halk, GES projelerinin tarımsal üretim alanlarına kurulması nedeniyle geleneksel geçim kaynaklarının zarar gördüğünü ifade etmektedir (IRENA, 2021c). Bu bağlamda, sürdürülebilir enerji yatırımlarında sosyal kabulü artırmak için katılımcı planlama süreçlerinin güçlendirilmesi ve alternatif arazi kullanım modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Türkiye, güneş enerjisi teknolojileri konusunda büyük ölçüde dışa bağımlıdır. PV panel ve ekipmanların büyük bir kısmı ithal edilmekte olup, bu durum döviz kuru dalgalanmalarına ve tedarik zinciri sorunlarına karşı hassasiyet yaratmaktadır (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018; Cebeci, 2022). Yerli üretim kapasitesinin artırılması ve teknoloji transferinin sağlanması bu bağımlılığın azaltılması açısından önem arz etmektedir. Ancak, yerli üreticilerin karşılaştığı finansman ve Ar-Ge desteği eksiklikleri, teknolojik gelişimin önünde engel oluşturmaktadır (Cebeci, 2022; Ata, 2024). Türkiye’nin güneş enerjisi yatırımlarındaki hızlı büyüme, büyük ölçüde dışa bağımlı bir teknoloji altyapısına dayanmaktadır. PV hücrelerin üretiminde kullanılan yarı iletken malzemeler, yüksek verimli inverterler ve enerji depolama sistemlerinin büyük bölümü Çin, Almanya ve Güney Kore gibi ülkelerden ithal edilmektedir (IEA, 2022; SHURA, 2019; Zorlu Enerji, 2017). Bu durum Türkiye’yi yalnızca ekonomik dalgalanmalara değil, aynı zamanda küresel tedarik zinciri kırılmalarına karşı da savunmasız hale getirmektedir. Yerli panel üretimi yapan tesislerin sayısı artmakla birlikte, üretimin büyük kısmı montaj ağırlıklı olup katma değeri düşük kalmaktadır (TSKB, 2022). Ayrıca Türkiye’de güneş enerjisi teknolojilerine yönelik patent başvuru sayısının düşük olması, yerli inovasyon kapasitesinin sınırlı olduğunu göstermektedir (Türk Patent ve Marka Kurumu, 2023). Bu bağlamda, üniversite-sanayi iş birliğinin güçlendirilmesi, yerli teknoloji geliştirme kapasitesinin artırılması ve Ar-Ge teşviklerinin genişletilmesi kritik önem taşımaktadır (YÖK, 2021; TSE, 2023). Türkiye’nin güneş enerjisi alanında uzun vadeli teknolojik bağımsızlık hedefine ulaşabilmesi için, yerli üretimin sadece niceliksel değil, niteliksel olarak da geliştirilmesi; ileri teknoloji üretimi için altyapı ve insan kaynağı yatırımlarının artırılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Bu bölümde ele alınan bulgular, Türkiye’nin güneş enerjisi yatırımlarında karşılaştığı zorlukların çok boyutlu olduğunu göstermektedir. Mevzuatın sık değişmesi, bürokratik süreçlerin karmaşıklığı, çevresel ve sosyal etkilerin yeterince yönetilememesi ile birlikte dışa bağımlılık ve yerli üretim yetersizliği, sektörde sürdürülebilir bir büyümenin önünde engel teşkil etmektedir. Bu bulgular, sadece teknik yatırımlarla değil; aynı zamanda mevzuat reformları, çevresel planlama stratejileri ve teknoloji politikalarıyla desteklenen bütüncül bir yaklaşımın gerekliliğine işaret etmektedir. Özellikle yerli inovasyonun teşvik edilmesi ve sosyal katılım mekanizmalarının güçlendirilmesi, sektörün uzun vadeli başarısı açısından kritik görünmektedir.

8. STRATEJİK ÖNERİLER VE YOL HARİTASI

Türkiye’de güneş enerjisi yatırımlarının sürdürülebilirliğini artırmak amacıyla, mevcut mevzuatın revize edilmesi ve bürokratik engellerin azaltılması büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, şeffaf ve hızlandırılmış izin süreçlerinin hayata geçirilmesi, yatırımcı güvenini pekiştirecek ve sektördeki büyümeyi destekleyecektir. Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyelinden tam anlamıyla faydalanabilmesi için yalnızca yasal düzenlemelerin değil, aynı zamanda kurumsal kapasitenin güçlendirilmesine yönelik bütüncül bir politika dönüşümüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu dönüşümün ilk adımı olarak, yenilenebilir enerji yatırımlarında merkezi ve yerel yönetimler arasında daha etkin bir koordinasyon mekanizmasının tesis edilmesi gerekmektedir. Böylece, yatırım süreçlerinde karşılaşılan bilgi eksikliği ve yetki çakışmaları minimize edilebilir (IEA, 2021a). Ayrıca, sektördeki belirsizlikleri ortadan kaldırmak ve yatırımcılara yön verici bir yol haritası sunmak adına uzun vadeli bir Ulusal Güneş Enerjisi Stratejisi’nin hazırlanması gereklidir. Bu stratejinin, Türkiye’nin karbon nötr hedefleriyle uyumlu olarak tasarlanması, uluslararası yeşil fonlar ve iklim finansmanı kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır (ETKB, 2023; ÇŞİB, 2023). Buna paralel olarak, veri şeffaflığını artırmaya yönelik dijital izleme sistemlerinin devreye alınması, hem yatırımcılar hem de denetleyici kurumlar için süreçlerin izlenebilirliğini kolaylaştıracak; böylece idari yüklerin azaltılmasına katkı sunacaktır. Tüm bu öneriler, Türkiye’nin güneş enerjisi sektöründe daha dirençli, güvenilir ve sürdürülebilir bir yatırım ortamı oluşturmasını mümkün kılacaktır.

Kamu, özel sektör ve üniversiteler arasında kurulacak sinerji, Ar-Ge faaliyetlerinin teşviki ve teknolojik inovasyonun desteklenmesi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Üniversitelerin uygulamalı araştırma kapasitesi ile kamu kurumlarının finansal ve yönetsel kaynaklarının bir araya getirilmesi, yerli teknolojik üretim ve bilgi birikiminin geliştirilmesine önemli katkılar sunacaktır. Enerji teknolojilerinin evriminde öne çıkan “üçlü sarmal” (triple helix) modeli, kamu, özel sektör ve üniversiteler arasındaki iş birliğini, bilgi üretimi ve teknolojik ticarileşmenin temel taşı olarak tanımlamaktadır (Etzkowitz & Zhou, 2018). Bu bağlamda üniversiteler, sadece bilimsel araştırma faaliyetleri ile değil, aynı zamanda teknoparklar ve girişimcilik merkezleri aracılığıyla da yeniliklerin sahaya taşınmasında aktif rol üstlenmektedir (YÖK, 2021). Özel sektör ise bu yapının içerisinde sermaye, uygulama deneyimi ve pazar bilgisini sağlayarak katma değer yaratmaktadır. Ancak bu iş birliğinin etkili bir şekilde işleyebilmesi için kamu politikalarının uzun vadeli vizyona, açık veri temeline ve performans odaklı yaklaşım ilkesine dayanması gereklidir (OECD, 2020). Bu çerçevede, TÜBİTAK’ın yürüttüğü “Üniversite-Sanayi İş Birliği Destek Programları”, eş finansman mekanizmasıyla bu modelin başarılı örneklerinden birini sunmaktadır. Böylece geliştirilecek stratejik iş birlikleri, yalnızca teknoloji üretimini değil, aynı zamanda nitelikli insan kaynağını da destekleyerek sürdürülebilir enerji dönüşümünü kalıcı hale getirecektir.

Bölgesel kalkınmanın sürdürülebilir şekilde desteklenebilmesi için güneş enerjisi santrallerinin yerel ekonomiye entegrasyonu ve istihdam yaratıcı etkisinin artırılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, yerel yönetimlerin güneş enerjisi potansiyeline sahip bölgelerde altyapı yatırımlarını kolaylaştırması ve bölgesel teşvik mekanizmalarını etkinleştirilmesi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma açısından belirleyici olacaktır (European Commission, 2021). Güneş enerjisi projeleri, sadece enerji arz güvenliğini pekiştirmekle kalmayıp, aynı zamanda kırsal ve sosyoekonomik olarak dezavantajlı bölgelerde ekonomik canlanmayı tetiklemektedir. Özellikle bu bölgelerde kurulan güneş enerjisi santralleri, halkın enerjiye erişimini kolaylaştırmakta ve tarımsal faaliyetlerin enerji maliyetlerini düşürerek rekabet gücünü artırmaktadır (IEA, 2023b). Ayrıca, güneş enerjisi uygulamalarının yerel eğitim kurumlarıyla eşgüdüm içinde yürütülmesi, teknik kapasiteyi artırmakta ve bölgesel beşerî sermayeyi güçlendirmektedir (ÇŞİB, 2022). Mikro girişimciliğin desteklenmesiyle, küçük ölçekli güneş enerjisi uygulamaları yaygınlaştırılabilir; bu da bölgesel enerji adaletini sağlayan ve yerel kalkınmayı teşvik eden yeni olanaklar sunmaktadır.

Bu bölümde sunulan analiz, Türkiye’de güneş enerjisi yatırımlarının sürdürülebilirliği açısından hem yönetsel hem de sosyo-teknolojik dönüşümün elzem olduğunu göstermektedir. Mevzuat reformları, kurumsal kapasite inşası ve veri odaklı karar mekanizmaları yatırım ortamını güçlendirecek temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, üniversite-kamu-özel sektör iş birliklerinin yapısal olarak kurumsallaşması, yerli inovasyonun ve Ar-Ge kapasitesinin gelişimine ivme kazandırabilir. Bölgesel düzeyde ise, güneş enerjisi yatırımlarının kalkınma politikalarına entegre edilmesi, sosyal kapsayıcılık ve enerji adaleti hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkı sunacaktır. Tüm bu unsurlar birlikte ele alındığında, Türkiye’nin güneş enerjisinde

sadece nicel değil, nitel bir büyüme kaydetmesi için çok katmanlı ve uyumlu bir politika setine ihtiyaç duyduğu anlaşılmaktadır.

9. SONUÇ

Güneş enerjisi, düşük karbonlu bir enerji sistemine geçiş yapmak isteyen ülkeler açısından sürdürülebilirlik, erişilebilirlik ve çevresel fayda gibi unsurlar bakımından temel bir enerji kaynağı konumundadır. PV sistem maliyetlerinde yaşanan dramatik düşüş ve teknolojik verimlilik artışı, güneş enerjisinin küresel enerji dönüşümündeki rolünü pekiştirmiştir. 2022 yılı itibarıyla, dünya genelinde güneş enerjisi kurulu kapasitesi yıllık ortalama %20 oranında büyümüş; bu da güneş enerjisini, enerji arz güvenliği bakımından stratejik bir konuma taşımıştır.

Güneş enerjisi, enerji sistemlerinin karbonsuzlaştırılmasında yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal boyutlarda da dönüştürücü bir rol oynamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kırsal elektrifikasyonun desteklenmesi yoluyla enerji yoksulluğunun azaltılmasında kritik bir araç haline gelmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji portföyünde güneşin payının artması, enerji üretiminde esneklik ve arz çeşitliliği açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) verilerine göre, 2030 yılına kadar devreye alınacak yeni elektrik üretim kapasitesinin %50'den fazlasının güneş enerjisinden karşılanması beklenmektedir. Bu projeksiyon, güneş enerjisinin yalnızca iklim değişikliğiyle mücadelede değil, aynı zamanda ekonomik kalkınma ve enerji güvenliği hedeflerinde de kilit rol oynadığını göstermektedir.

Türkiye'nin 2053 yılına yönelik net sıfır karbon hedefi doğrultusunda, güneş enerjisi özellikle yerli ve yenilenebilir karakteriyle enerji ithalatına olan bağımlılığı azaltma potansiyeli taşımaktadır. Ülkenin sahip olduğu yüksek güneşlenme süresi, geniş ölçekli enerji üretimine elverişli bir zemin sunmakta ve bu durum, güneş enerjisini Türkiye'nin enerji sisteminin karbonsuzlaşmasında kilit bir aktör haline getirmektedir. Enerji dönüşümünün sosyoekonomik boyutları dikkate alındığında, güneş enerjisi yatırımlarının istihdam yaratma kapasitesi ve bölgesel kalkınmayı teşvik etme potansiyeli de son derece önemlidir.

Türkiye'nin uzun vadeli iklim hedefleri kapsamında güneş enerjisi, yalnızca çevresel fayda sağlamakla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda ekonomik dirençliliği güçlendiren stratejik bir bileşene dönüşmüştür. Elektrik üretimindeki karbon yoğunluğunu azaltmaya yönelik politikalar çerçevesinde, 2035 yılına kadar mevcut kurulu güneş enerjisi kapasitesinin en az üç katına çıkarılması hedeflenmektedir. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından yayımlanan senaryolara göre, bu büyüme Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonlarında %20'ye varan bir azalma sağlayabilecektir. Ayrıca, Enerji ve İklim Politikaları Araştırma Derneği (EİPAD) tarafından yapılan değerlendirmelerde, güneş enerjisi temelli enerji sistemlerinin enerji arz güvenliğini güçlendirdiği ve enerji piyasasında maliyet istikrarı sağladığı vurgulanmaktadır. Bu bulgular, güneş enerjisinin Türkiye'nin enerji üretiminde olduğu kadar, iklim politikalarının temel direklerinden biri olarak da konumlandığını açık biçimde ortaya koymaktadır.

2050 sonrası dönemde güneş enerjisi teknolojilerinin ileri düzey sayısal otomasyon sistemleriyle entegre edilmesi, çift yönlü paneller ve entegre enerji depolama çözümleri aracılığıyla sistem esnekliği ve verimliliğin daha da artırılması öngörülmektedir. Güneş enerjisine dayalı enerji sistemlerinin sanayi, konut, tarım ve ulaşım gibi sektörlerle daha fazla bütünleştirilmesi, net sıfır hedeflerine ulaşmada bütüncül bir yaklaşımı mümkün kılacaktır. Türkiye, sahip olduğu güçlü potansiyeli, gelişen teknolojik altyapısı ve küresel iklim politikalarına entegrasyon kapasitesiyle güneş enerjisini stratejik bir kalkınma motoru haline getirme fırsatına sahiptir. Gelecekte, güneş enerjisinin yalnızca elektrik üretimiyle sınırlı kalmayacağı; hidrojen üretimi, enerji depolama çözümleri ve dijital enerji yönetimi gibi çok boyutlu alanlarda yaygın olarak kullanılacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda, PV sistemlerin tarımsal üretimle entegre edilmesi anlamına gelen agrovoltaik uygulamalar, hem enerji hem de gıda güvenliği açısından çığır açıcı potansiyeller sunmaktadır. IEA'nın projeksiyonlarına göre, 2050 yılına kadar küresel elektrik üretiminin yaklaşık %33'ü güneşten karşılanacak olup, bu oranın gelişmekte olan ülkelerde daha yüksek seviyelere ulaşacağı tahmin edilmektedir. Türkiye özelinde değerlendirildiğinde ise, dijitalleşme, yapay zekâ ve enerji verimliliği alanlarında yapılacak yatırımlar sayesinde güneş enerjisi yalnızca enerji arzının güvence altına alınmasında değil, aynı zamanda sürdürülebilir şehirler ve döngüsel ekonomi hedeflerinde de temel bir yapı taşı olacaktır. Bu vizyoner yaklaşım, Türkiye'nin hem ulusal hem de küresel ölçekte enerji liderliği pozisyonunu pekiştirecek niteliktedir.

Bu çalışma, literatürde dağınık biçimde yer alan güneş enerjisinin yenilenebilir enerji geçişindeki rolüne ilişkin bulguları, Türkiye özelinde sistematik biçimde derleyerek bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Hem ulusal politika belgeleri hem de uluslararası literatür birlikte değerlendirilmiş; çevresel, ekonomik, teknolojik ve sosyal boyutlar bütünlük bir yaklaşımla ele alınmıştır. Türkiye'nin net sıfır hedefleri bağlamında güneş enerjisinin stratejik konumunu çok yönlü olarak irdeleyen bu derlemenin, gerek politika yapıcılar gerekse akademik çevreler için yol gösterici nitelikte bir kaynak niteliği taşıdığı düşünülmektedir. Bu yönüyle çalışma, literatürde mevcut olan parçalı bakış açılarını sentezleyerek, güneş enerjisi ekseninde sürdürülebilirlik tartışmalarına kapsamlı ve disiplinlerarası bir katkı sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akyazı, Ö., Başlık, Ş., Khidirzade, K., & Çavdar, B. (2024). Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin PVSyst ile analizi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 14(3), 1486–1502. <https://doi.org/10.31466/kfbd.1478610>
- Apollo. (2024). Güneş enerji sistemleri ne kadar CO₂ emisyonu önler? *Apollo*. <https://www.apollo.eco/gunes-enerji-sistemleri-ne-kadar-co2-emisyonu-onler/>
- Ata, B. (2024, August 26). Yerli güneş hücreleri kullanmayan paneller için teşvik dönemi sona eriyor. *Yeşil Haber*. <https://yesilhaber.net/yerli-gunes-hucreleri-kullanmayan-paneller-icin-tesvik-donemi-sona-eriyor/>
- Atabey, E. (2023). Güneş enerjisi santrallerinin çevresel etkileri. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/377739865_GUNES_ENERJISI_SANTRALLERININ_CEVRES_EL_ETKILERI
- Aydem Enerji. (2024). Yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik faydaları. *Aydem Enerji*. <https://www.aydemenerji.com.tr/haber/124/aydem-yenilenebilir-enerji-cevresel-sosyal-yonetisim-skoruyla-yine-turkiye-lideri/>
- Bıçakçı, E., Balabanlı, C., & Acar, E. (2023). Tarım ve mera alanlarında rüzgâr ve güneş enerji sistemleri kurulması hakkında değerlendirmeler. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 700–712. <https://doi.org/10.21597/jist.1180929>
- Cebeci, S. (2022). Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretim potansiyelinin değerlendirilmesi. *T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı*. https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Turkiyede_Gunes_Enerjisinden_Elektrik_Uretim_Potansiyelinin_Degerlendirilmesi-Seda_Cebeci.pdf
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). *Ulusal enerji verimliliği eylem planı 2022–2025*. <https://www.csb.gov.tr>
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030).
- Dönmezçelik, O., Koçak, E., & Örcü, H. H. (2024). Net sıfır emisyon hedefine doğru Türkiye kara yolu ve demir yolu taşımacılığının enerji modellemesi (2025–2050). *Politeknik Dergisi*. <https://doi.org/10.2339/politeknik.1212520>
- European Investment Bank (EIB). (2022). *EIB support for renewable energy investments in Turkey*. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.eib.org/files/publications/eib_global_report_story_en.pdf](https://www.eib.org/files/publications/eib_global_report_story_en.pdf)
- Enerji Ajansı. (2025). *Türkiye'nin Kurulu Gücü (Haziran-2025)*. TEİAŞ verileri üzerinden yayımlanan istatistikler.
- Enerji ve İklim Politikaları Araştırma Derneği (EİPAD). (2022). *Güneş enerjisinin Türkiye'nin net sıfır hedefine katkısı raporu*. <https://eipad.org>
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). (2023). *Türkiye Ulusal Enerji Planı 2020–2035*. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <https://enerji.gov.tr>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024, Mart 22). *Türkiye 2023 yılı enerji görünümü*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=30488>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2025). *Elektrik*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Bilgi Merkezi. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>

EnerjiSA. (2023). Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarında mevzuat gelişmeleri ve uygulamalar. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.enerjisainvestorrelations.com/medium/ReportAndPresentation/File/2951/enerjisaenerji2023faaliyetraporu.pdf>

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK). (2023). *Türkiye Elektrik Piyasası Gelişim Raporu 2023*. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu.

Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2018). *The triple helix: University–industry–government innovation and entrepreneurship* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315620183>

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). (2022). *EBRD supports Turkish renewable energy*.

European Bank for Reconstruction and Development (EBRD). (2023). *EBRD invested €1.63 billion in Türkiye in 2022*. <https://www.ebrd.com/home/news-and-events/news/2023/ebrd-invested-163-billion-in-trkiye-in-2022.html>

European Commission. (2021). *Assessment of the final national energy and climate plan of Turkey*. Directorate-General for Energy. <https://energy.ec.europa.eu>

European Commission. (2022). *Instrument for Pre-accession Assistance (IPA): Türkiye energy sector support*.

European Journal of Science and Technology. (2021). Türkiye'de yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretimini etkileyen faktörler. *European Journal of Science and Technology*, (22), 915–922. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2155109>

Food and Agriculture Organization (FAO). (2021). *Solar energy solutions in agriculture: Opportunities for developing countries*. <https://www.fao.org/3/cb5569en/cb5569en.pdf>

Fraunhofer ISE. (2023). *Agri-photovoltaics: Opportunities for agriculture and the energy transition*. <https://www.ise.fraunhofer.de/en/business-areas/photovoltaics/agri-photovoltaics.html>

Green Climate Fund (GCF). (2021). *Funding proposal for Turkey: Accelerating solar energy investments*. <https://www.greenclimate.fund/project/fp194>

Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M. D., Wagner, N., & Gorini, R. (2019). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>

Güllü, G., & Sever Akdağ, A. (2022). “Net sıfır” hedefinde karbon yakalama, kullanım ve depolama teknolojilerinin yeri. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*.

International Energy Agency (IEA). (2021a). *Energy policy review: Turkey 2021*. <https://www.iea.org/reports/turkey-2021>

International Energy Agency (IEA). (2021b). *Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector*. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

International Energy Agency (IEA). (2021c). *Renewable energy market update*. <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-2021>

International Energy Agency (IEA). (2021d). *Renewables 2021: Analysis and forecast to 2026*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2021>

International Energy Agency (IEA). (2022). *Snapshot of global PV markets 2022*. <https://www.iea.org/reports/snapshot-of-global-pv-markets-2022>

International Energy Agency (IEA). (2023a). *Renewables 2023: Market analysis and forecast to 2028*. <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>

International Energy Agency (IEA). (2023b). *World energy outlook 2023*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020a). *Renewable energy market analysis: Southeast Asia*. International Renewable Energy Agency. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00525.pdf>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2020b). *Renewable power generation costs in 2019*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2019>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021a). *End-of-life management for solar photovoltaic panels*. International Renewable Energy Agency. https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/IRENA_IEAPVPS_End-of-Life_Solar_PV_Panels_2016.pdf

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021c). *World energy transitions outlook 2021: 1.5°C pathway*. <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022a). *Renewable capacity statistics 2022*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2022/Apr/Renewable-Capacity-Statistics-2022>

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022b). *Renewable energy statistics 2022: Türkiye ülke profili*. International Renewable Energy Agency. https://prdrse4all.spc.int/sites/default/files/irena_renewable_energy_statistics_2022.pdf

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). *Renewable energy and jobs – Annual review 2023*. <https://www.irena.org/publications/2023/Sep/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2023>

İnores. (2023). *Türkiye güneş enerjisi potansiyeli haritası ve verileri*. <https://www.inores.com/turkiye-guncel-ruzgar-ve-gunes-enerjisi-haritalari-yayinlandi>

Jacobson, M. Z., Delucchi, M. A., Bazouin, G., Bauer, Z. A. F., Heavey, C. C., Fisher, E., ... & Morris, S. B. (2015). 100% clean and renewable wind, water, and sunlight (WWS) all-sector energy roadmaps for the 50 United States. *Energy & Environmental Science*, 8(7), 2093–2117. <https://doi.org/10.1039/C5EE01283J>

Karakaya, E., & Sriwannawit, P. (2015). Barriers to the adoption of photovoltaic systems: The state of the art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 60–66. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.058>

Loggma. (2024). *Akıllı şebeke teknolojileri nedir? Enerji verimliliğini nasıl artırır?* <https://loggma.com/akilli-sebeke-teknolojileri-enerji-verimliliği-ve-guvenilirliği-nasil-artirir/>

Markard, J., & Rosenbloom, D. (2022). Phases of the net-zero energy transition and strategies to achieve it. In K. B. Janda, J. Lilliestam, & D. Rosenbloom (Eds.), *Routledge handbook of energy transitions* (pp. xx–xx). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003183020>

Nacar, F. (2021, March 10–12). Güneş enerjisi santrallerinin arazi kullanımına etkisi ve sonuçları: Osmaniye örneği. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Access to Recent Advances in Engineering and Digitalization (ARACONF)*. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi. <https://doi.org/10.31590/ejosat.899350>

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). *Energy policies of IEA countries: Turkey 2021 review*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/turkey-2021>

Ordu, S., & Songur, M. (2023). Yenilenebilir enerji ile istihdam arasındaki ilişki: Türkiye için ARDL sınır testi yaklaşımı. *Alanya Akademik Bakış Dergisi*, 7(2), 741–754. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1126460>

Ozanby. (2023). *Türkiye, güneş enerjisi ve sürdürülebilir büyüme*. <https://ozanby.com/turkiye-gunes-enerjisi-ve-surdurulebilir-buyume/>

Özcan, M. (2021). *Türkiye'de yenilenebilir enerji ihaleleri*. https://www.researchgate.net/publication/348678725_TURKIYEDE_YENILENEBILIR_ENERJI_IHALELERI

PwC Türkiye. (2024). *Dünyada ve Türkiye'de güneş enerjisi sektörü*. <https://www.pwc.com.tr/tr/sektorler/enerji/yayinlar/2024/asset/dunyada-ve-turkiyede-gunes-enerjisi-sektoru.pdf>

Remak Solar. (2024). *Güneş enerjisi kullanım alanları*. <https://www.remaksolar.com/blog/gunes-enerjisi-kullanim-alanlari>

Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). (2021). *Renewables 2021 global status report*. <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>

Rogelj, J., Geden, O., Cowie, A., & Reisinger, A. (2021). Three ways to improve net-zero climate targets. *Nature*, 591(7850), 365–368. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-00662-3>

Rogelj, J., Shindell, D., Jiang, K., Fifita, S., Forster, P., Ginzburg, V., ... & Vilarinho, M. V. (2018). Mitigation pathways compatible with 1.5°C in the context of sustainable development. In *Global warming of 1.5°C: An IPCC special report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/sr15/>

Saçlı, A. (2025). Sürdürülebilir gelecekte yenilenebilir enerjinin rolü. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, 34(1), 121–148.

SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi. (2019). *Türkiye enerji dönüşümünde inovasyon ve patent eğilimleri*. <https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2019/12/SHURA-2019-12-Turkiye-Enerji-Donusumunde-Inovasyon-ve-Patent-Egilimleri.pdf>

SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi. (2023a). *Net Sıfır 2053: Enerji sektörü için politikalar*. <https://shura.org.tr/net-sifir-2053-enerji-sektoru-icin-politikalar/>

SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi. (2023b). *Net Sıfır 2053: Enerji sektörü için politikalar*. <https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2023/02/SHURA-2023-02-Net-Zero-2053-Basin-Bulteni.pdf>

Sapmaz, S., & Kılıçaslan, İ. (2025). Güneş enerjisinin soğutma sistemlerinde kullanımı: AVM için enerji performansı değerlendirmesi. *Şura Akademi Dergisi / Journal of Şura Akademi*, 8, 45–58.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). *İklim değişikliği azaltım stratejisi ve eylem planı (2024–2030)*. <https://iklim.csb.gov.tr>

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2023). *Türkiye Ulusal Enerji Planı 2020–2035*. <https://enerji.gov.tr>

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). (2024). *Yenilenebilir enerji yatırımları ve destekleme mekanizması sunumu*. https://ticaret.gov.tr/data/65dc9d3113b8762768385d66/ETKB%20SKDM%20Sunum-Yenilenebilir%20Enerji_23022024.pdf

T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2018). *Enerji teknolojilerinde yerli üretim çalışma grubu raporu*. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/EnerjiTeknolojilerindeYerliUretimCalismaGrubuRaporu.pdf>

Temiz Enerji. (2024, Mayıs 8). *Türkiye elektriğinin yüzde 42'sini yenilenebilir kaynaklardan üreterek küresel ortalamanın üzerine çıktı*. Temiz Enerji Haber Portalı. <https://temizenerji.org/2024/05/08/turkiye-elektriginin-yuzde-42sini-yenilenebilir-kaynaklardan-ureterek-kuresel-ortalamanin-uzerine-cikti>

TÜİK. (2024). *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990–2023 (düzeltilmiş)*. TÜİK Veri Portalı.

Türk Patent ve Marka Kurumu. (2022). *Patent istatistikleri yılı 2022*. <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/statistics/patent>

Türk Patent ve Marka Kurumu. (2023). *Patent istatistikleri*. <https://www.turkpatent.gov.tr/patent-istatistik>

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). *Sera gazı emisyon istatistikleri, 1990–2021*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB). (2022). *Yenilenebilir enerjinin yükselişi: Güneş paneli sektörü ve kritik mineraller*. <https://www.tskb.com.tr/blog/sektorler/the-new-commanding-heights-yenilenebilir-enerjinin-yukselisi-gunes-paneli-sektoru-ve-gunes-paneli-uretiminde-kullanilan-kritik-mineral-ve-madenlerin-degerlendirilmesi-1>

Türk Standardları Enstitüsü (TSE). (2023). *Fotovoltaik modül teknolojilerinde üniversite ve Ar-Ge merkezlerine destek*. <https://www.tse.org.tr/duyuru/fotovoltaik-modul-teknolojilerinde-universite-ve-ar-ge-merkezlerine-destek-tseden/>

United Nations Development Programme (UNDP) Türkiye & Global Environment Facility (GEF). (2022). *Sustainable energy financing mechanism for solar PV in forest villages in Turkey (ORKÖY-PV Project): Terminal evaluation report*.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

Varlı, H., Tuna, M., & Tombul, P. M. (2022). Bölgesel güneş enerji potansiyeli ve enerji santrali yatırımı değerlemesi: Sincan örneği. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34(2), 657–666. <https://doi.org/10.35234/fumbd.1117094>

World Bank. (2024). *World Bank and Turkey sign \$1 billion renewable energy program*. <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/world-bank-turkey-signs-1-bln-renewable-energy-program-2024-05-16/>

Yükseköğretim Kurulu (YÖK). (2021). *Üniversite-sanayi işbirliğinin geliştirilmesi eylem planı*. <https://www.yok.gov.tr/Documents/Yayinlar/Yayinlarimiz/2021/universite-sanayi-isbirliginin-gelistirilmesi-eylem-planı.pdf>

Zhang, X., Myhrvold, N. P., Caldeira, K., & Hausfather, Z. (2021). Climate benefits of natural gas as a bridge fuel and potential delay of near-zero energy systems. *Applied Energy*, 304, 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117122>

Zorlu Enerji. (2017). *Güneş enerjisi*. <https://www.oepsas.com.tr/uploads/pdf/pdflist/76aa3e80-4f54-4e90-86d5-1672030c9e32.pdf>

URL-1 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB). (n.d.). *GEPA Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası Hesaplama Aracı*. <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/> (Erişim tarihi: 17 Mayıs 2025)

FIGHT AGAINST DISINFORMATION AND FACT-CHECKING IN BANGLADESH'S JULY 2024 UPRISING: THE DIGITAL BATTLEFIELDS

Arafatur Rahaman

School of Business Studies, Southeast University, Bangladesh.

Abidur Rahman Efaz

Research Assistant, Adroit Research Foundation (ARF), Bangladesh.

Mushfiq Ali Rajon

Research Assistant, Adroit Research Foundation (ARF), Bangladesh.

Adiba Ashraf

Research Assistant, Adroit Research Foundation (ARF), Bangladesh.

Zobia Juearia

² Research Assistant, Adroit Research Foundation (ARF), Bangladesh.

Abstract

The Bangladesh Uprising of July 2024 was a critical period in the country's political trajectory, synonymous with mass mobilization, regime overthrow, and an unprecedented information blackout. This research explores the pivotal contribution of digital disinformation to the course and perceptions of the revolution. To that end, in addition to a quantitative content and sentiment analysis, we combine this with qualitative interviews, looking specifically at how misinformation was shared, amplified, and debunked across digital platforms. The research finds that misinformation drove the behavior of the protests in the July 2024 uprising, drove intercommunal tensions, and hampered attempts to encourage political settlement. Though local fact-checking grew rapidly, structural challenges of resources limited their effects, which worsened with algorithm amplifications, low media literacy, and partisan mistrust. The article locates these dynamics of disinformation in the context of more general problems of media regulation, political polarization, and digital infrastructures in transitional democracies. It calls for a multi-pronged solution, including institutional reform, algorithmic accountability, and continued digital literacy investments. Through the lens of Bangladesh's July 2024 crisis, the study adds to the global conversation on disinformation in crony-authoritarianism and underscores the critical nature of context-sensitive verification systems in the Global South.

Keywords: Disinformation, Fact-Checking, July Uprising 2024, Digital Propaganda, Media Literacy, Bangladesh 2.0.

1. INTRODUCTION:

The 'July 2024 Uprising' in Bangladesh was a significant event in the country's political history, which involved large-scale protests and major social disruptions. This student-led uprising, also known as a 'July Revolution 2024', overthrew former Prime Minister Sheikh Hasina's 16-year authoritarian government on 5th August, 2024. After that, an interim government was formed on 8th August 2024, led by Nobel laureate Professor Dr. Mohammad Yunus (Hussain, 2024; Dismislab, 2024) ^[1] ^[2]. This student-led movement aimed to reform Bangladesh's public service quotas, which later evolved into nationwide protests of people against former authoritarian Prime Minister Sheikh Hasina's government. The unrest peaked on August 5, 2024, when violence forced Sheikh Hasina to resign and flee to India. The main force of the protests was young students from different schools, colleges and universities who raised their voice against authoritarianism & demanded the restoration of the fundamental ideals of Equality, Humanity and Justice that were the foundation of the Liberation War of Bangladesh in 1971 (Hussain, 2024) ^[1]. As the July uprising unfolded, it became evident that social media played a vital role in mobilizing support & disseminating information.

Having roughly 52.90 million social media users in Bangladesh as of January 2024, which is around 30.4% of the total population, social media platforms like Facebook became a key tool for communication strategy for the protesters (Faridi, 2024)^[3]. We also saw the digital space being used in a negative sense with an abundance of misinformation, where multiple entities exploited the digital illiteracy of the people by spreading false information and poisoning the mindset of the people with the aim of undermining the interim government or making the situation worse by adding fuel to the fire on communal tensions or engaging in communal riots (Faridi, 2024; Dismislab, 2024)^{[3] [2]}.

The disinformation was more than just collateral of the uprising — it was a strategy of political actors who were attempting to create chaos and undermine the emerging political cohesion of the protesters. AI-generated graphics and doctored material were virally shared, depicting false narratives of violence and ethnic rioting, especially against minority communities (Faridi, 2024)^[3] (Varma, 2025)^[4]. This battleground of digital information highlighted the duality of social media as both a weapon of propaganda and a tool for activism, while the public struggled to make sense of the events occurring during this pivotal moment (Swadhin, 2024)^[5].

When viewed from the historical point of reference, one can contextualize the uprising of 2024 in line with previous mass uprisings in Bangladesh, the mass uprisings of 1969 and 1990, which also dealt with dethroning authoritarian rule (Freedom House, 2024)^[6]. However, the initiatives of the two demonstrate differences, as the former has a decentralized leadership structure with no political roadmap toward the future of both Bangladesh and its democracy. (Rony, 2024)^[7]

This paper scrutinizes the digital battlefield of Bangladesh's July 2024 uprising, investigating what role fact-checking played in countering misinformation. It assesses the efficacy of these efforts and the challenges of fighting digital disinformation in times of political turbulence. It helps widen our understanding of how mechanisms of digital verification can be improved to reduce misinformation in the socio-political crisis.

1.2 OBJECTIVES OF THE STUDY:

The main objectives of this paper are-

- To analyze the nature and extent of disinformation during the July 2024 uprising in Bangladesh.
- To examine the role of fact-checking organizations in countering misinformation in the crisis.
- To evaluate the effectiveness of social media platforms in detecting and limiting disinformation.
- To study the effect of disinformation on public perception, protest mobilization, and violence.
- To provide recommendations for strengthening fact-checking efforts in digital platforms.

2. LITERATURE REVIEW:

Bangladesh has grappled with disinformation, especially during high-stakes moments like the July 2024 uprising. This paper explores the challenges and approaches in combating misinformation and the role of fact-checking in this context.

Fake news is a major concern in Bangladesh, particularly across digital platforms, including Facebook and YouTube, which have been responsible for instances of social violence (Haque et al., 2020)^[8]. In Bangladesh, the digital media landscape thrives on the quick delivery of information, resulting in blurred lines and misinformation (Al-Zaman, 2019)^[9]. The interest groups exploit digital disinformation to arouse communal hatred, especially towards religious minorities (Al-Zaman, 2019)^[9], exacerbating this environment.

One of the most fundamental obstacles for fact-checkers in Bangladesh is the availability of resources and technological infrastructures (Haque et al., 2018)^[10]. Fact-checking is often not seen as part of journalists' work in Bangladesh, partly due to the sheer amount of online information (Haque et al., 2020)^[8]. Additionally, voluntary fact-checkers have shown that they do not have enough resources to combat easily (Haque et al., 2020)^[8]. Fact-checking initiatives are also complicated by the political pressures in the landscape of misinformation, where false claims can be politically motivated (Haque et al., 2018)^[10].

The efficacy of fact-checking is also affected by how audiences view and interact with it. Acknowledging this need, the media landscape calls for more robust measures of fact-checking (Kyriakidou et al., 2022)^[11], which is to say that there is a demand for truth, especially in the broadcast journalism sphere. This means fact-checking needs to be more embedded in media practices to improve public understanding and accountability (Kyriakidou et al., 2022)^[11].

To overcome these challenges, a range of strategies has been suggested. Building an infrastructure for the verification of information requires closer collaboration between journalists, fact-checkers, and technologists (Haque et al., 2020)^[8]. To enable all, including journalists, to critically assess information, the development of media literacy programs is also important (Frau-Meigs, 2022)^[12]. In addition, transparency in fact-checking practices is also essential to fostering public trust and ensuring the credibility of such endeavors (Humprecht, 2020)^[13].

Although most studies regarding disinformation and fact-checking have been amalgamated in the Western context, there is an increasing awareness of the necessity of adapting such strategies to a Global South setting, such as Bangladesh (Tejedor et al., 2024)^[14]. It requires understanding the specific socio-political dynamics & resource limitations of particular countries that outline the mis/disinformation environment in these regions specifically South Asia (Tejedor et al., 2024)^[14].

Given key moments in Bangladesh, such as 'July 2024 Uprising', we will need a multi-pronged strategy covering all digital platforms' actors (Facebook, Ytube, TikTok, X, etc.) implemented with fact-checking, improving media/digital literacy by working together among all stakeholders. In order to address the dual threats of mis/disinformation and facilitate informed public debate, we need to crack the challenge of limited resources & political chaos by developing a healthy information ecosystem.

3. METHODOLOGY:

Using a mixed-methods approach that merges qualitative content analysis with quantitative social media analytics, this study examines the dynamics of disinformation in the context of Bangladesh's July 2024 uprising. The study also provides insights based on data analysis and reports from fact-checking organizations, including FACT WATCH (ULAB), Rumor Scanner, BOOM Bangladesh, and AFP Fact Check, to assess the spread of misinformation and the extent of engagement with misinformation on social media and semi-structured interviews with journalists, fact-checkers, and digital rights activists to understand the difficulties encountered while combating social media falsehoods. Additionally, public reactions to fact-checking efforts are examined by conducting sentiment analysis of social media posts and the responses of government and regulation are combed through to understand their impact on digital mis/disinformation. By these means, the paper offers an empirically-grounded assessment of the misinformation landscape and the potential utility of fact-checking interventions in times of political crisis.

4. FINDINGS AND DISCUSSIONS:

4.1 THE MECHANISMS OF DISINFORMATION

Disinformation in Bangladesh, especially during the July 2024 uprising, has adopted various mechanisms and strategies to enhance its reach and effectiveness. These are mechanisms that use all the technological advances that are exploited on social media platforms, and that is also a very urgent problem for the political landscape.

Techniques of Dissemination:

Disinformation often shares several strategies. Recent analyses show that the most commonly used tools for disseminating disinformation attacks are altered videos and images, which comprise around 43.9% of all disinformation content (Gomes, 2024)^[15]. This strategy encompasses digitally altered media used to falsify events and, in this way, influence public perception and sentiment.

Other common methods are out-of-context information, clickbait thumbnail images, and deepfakes. For example, 1.9% of disinformation was identified as deepfake content, highlighting the increasing use of artificial intelligence to generate false narratives that have the potential to dramatically shift public opinion and erode trust in trustworthy sources (Muhammad, 2025)^[16]. In addition, propaganda based on text (commonly containing misleading links/statements) constitutes 12.1% of the spread of false claims through social media platforms (Muhammad, 2025)^[16].

Platforms and Channels:

An investigation shows that the biggest channel through which disinformation is being propagated now is Facebook, where about 44% of disinformation content originates from Facebook-based news/media pages. Next on the list are private Facebook accounts (32.4%) and imposter accounts (22.1%) (Gomes, 2024)^[15]. Because users are now able to produce content at will with hardly any moderation or policing, false narratives can spread just as quickly under these conditions. One well-known example of this is altering photocard images or generating fake circulars issued by a number of political parties (Muhammad, 2025)^[16].

Emotional Manipulation:

Misinformation is typically incendiary in nature and, therefore, more selectively shareable without a fact-check because it is shared and/or seen out of emotion rather than reason. Suman Rahman, a Professor at the University of Liberal Arts Bangladesh (ULAB) and founding editor of FactWatch, the first International Fact-Checking Network (IFCN)-certified fact-checker in Bangladesh, explains that these jobs usually appeal to our pre-existing views, causing a trigger effect of misinformation (Z. Rahman, 2024)^[17]. The biggest red flag we've seen was the decreasing trust in mainstream media and fact-checking organizations. Allegations of bias and selective reporting undermined validation efforts, and misinformation thrived in echo chambers. Political actors and extremist groups exploit this emotional appeal as a source of political power to polarize communities and manipulate public opinion at their disposal (Khan, 2024)^[18].

The Role of Technology

We now live in a world of permanent disinformation threat, with the rise of new technologies, not artificial intelligence and social media, for more than half a century since our pioneers first decried the spread of disinformation in just 50 years. Cheap AI tools have even been used by pro-government outlets in producing deepfake videos, making it even more difficult for the public to assess the veracity of information in Bangladesh, according to the Financial Times (Khan, 2024)^[18]. With the continuous evolution of social media, so does the way in which disinformation campaigns are conducted, calling for social media companies and policymakers to adopt and implement more effective content moderation and fact-checking systems.

4.2 FACT-CHECKING INITIATIVES

For fact-checking organizations, the rise of misinformation in Bangladesh, especially during politically charged times, led to a strong response. These efforts are critical in fact-checking claims and stopping misinformation as people post online around the July 2024 protests and various parliamentary elections.

Overview of Fact-Checking Efforts

At least eight fact-checking organizations were active in Bangladesh in 2024, collectively identifying more than 3,000 discrete pieces of misinformation that spread during the year (Iyer, 2024)^[19]. Why! The output of these organisations skyrocketed during significant times, with monthly reports climbing an average of 233 to 446 points during the heightened pressure from the middle of July to the middle of August, 2024 (Iyer, 2024)^[19]. These organizations scrambled to publish as internet shutdowns reduced their ability to do so, working to verify information and quell false narratives.

Categories and Trends of Misinformation

Misinformation was categorized thematically, with false political claims being the largest group, with 33% of reported falsehoods. The next most common type of misinformation was of a religious nature (also not surprisingly, as such topics tend to be sensitive in the Bangladeshi context (Ghaedi, 2024)^[29], accounting for 13% of the misinformation. According to the organization Rumor Scanner, political misinformation increased significantly during the election period, including many deepfake videos, manipulated material, etc. (Muhammad, 2025)^[16].

The Role of Social Media

Social media has become a war zone for spreading disinformation. Users are connected to each other on the platform, which enables the rapid spread of misinformation, especially during protests or political events (Iyer, 2024)^[19]. According to fact-checkers, this was a sizeable amount of misinformation coming from accounts living in neighboring nations like India, demonstrating the cross-border effects in the socio-political spectrum in Bangladesh (Bleckner, 2025)^[20].

Need for Improved Media Literacy

However, experts have said that media literacy is key alongside fact-checking efforts. Professor Suman stressed that educating the public on critically filtering information was just as important compared to the verification efforts themselves. He said that if the public knows relevant information only, it can reduce the effect of misinformation (Z. Rahman, 2024)^[17].

4.3 IMPACT OF DISINFORMATION ON THE JULY UPRISING 2024

Trained on Data from October 2023 to July 2024 — In Bangladesh, the uprising was heavily influenced by the overwhelming wave of disinformation that helped shape public perception and protest behavior. The protests began with a student-led movement demanding reform to the civil service quota system, but within a matter of days, they morphed into a countrywide uprising that ultimately resulted in the removal of Prime Minister Sheikh Hasina and her administration from office (Iyer, 2024)^[19].

Escalation and Chaos

The protests and the government's crackdown on them escalated, leading to police violence and an internet blackout (Iyer, 2024)^[19]. Throughout this upheaval, social media became a double-edged sword — on the one hand, an excellent tool for uniting protesters and spreading awareness about police brutality; on the other, a vehicle for the spread of disinformation. False accounts of violence, doctored images, and misleading videos spread widely, leaving it even harder for the public to discern fact from fiction. Poisonous Messaging into a Venomous Context. As we approached October 7, the patterns of misinformation and disinformation were familiar to those monitoring the conflict and the media landscape within and around Israel.

Division and Political Manipulation

As different political groups tried to take advantage of the unrest, what started as a non-partisan uprising began to shift. Once used for grassroots organization, social media has been pulled into the political agenda and has become a site of sectarian violence within this movement. This politicization turned into a focus on sensational as well as misleading content that incited not only fears but also violence reset among political opponents (approximately 8.2% of all shared content) (Muhammad, 2025)^[16].

Diminished Trust and Unity

As the disinformation terrain widened, faith in the media as well as the government weakened. Although the administration generally did not use formal leverage against news organizations, many journalists and editors fell under informal pressure to interpret the news in line with particular business or political interests, allowing for increased shaping of public opinion. The absence of a clear narrative from the movement leaders enabled disinformation to spread among the protesters, which served to divide them and turn them against each other, lessening the unity that had initially defined the uprising (The Diplomat, 2025)^[21].

A Long-Term Challenge

Even grassroots activism initially provided important momentum, only to be overshadowed by the impact of disinformation that showed the movement's vulnerabilities, particularly around clear goals and sustained direction (Freedom House, 2024)^[6]. Not only did the discordant flow of information confuse the public, we worried, but it also risked marginalizing the original purpose of the uprising, foreseeing a legacy bookended by the type of false optics that long ago bastardized other social movements for political gain (The Diplomat, 2025)^[21]. Tackling the challenge of dealing with disinformation will be important to ensure a more transparent and accountable political discourse in Bangladesh.

4.4 GOVERNMENT AND INSTITUTIONAL RESPONSES

Addressing State Violence & Ensuring Accountability

After the July 2024 Uprising, the interim government is tasked with providing justice for those with state violence. This means holding to account those who orchestrate repression, specifically high-ranking officials, including former Prime Minister Sheikh Hasina and her cabinet. Instead, the focus is to implement impartial legal mechanisms designed to address past injustices and restore public trust in governance (Azran, 2024)^[22]. In addition, to prevent future violations of this nature, reform of the security sector is vital, including establishing independent oversight (DISA, 2025; Daily Star, 2025)^{[23] [24]}.

Reforming State Institutions

Reforming state institutions — specifically the police, judiciary, and bureaucracy — is another major element of the interim administration's agenda. However, the existing bureaucratic inertia (or bureaucratic drag) and political manipulation stymie effective governance in Bangladesh, whereby endemic corruption and inefficiencies persist (Azran, 2024)^[22]. To enact genuine reform, power needs to be redistributed within these institutions so that the public interest takes precedence over partisan or private interests. Governance structures - if resistant to reform or sabotaging efforts from within - limit the capacity of the interim administration to effectuate change (Azran, 2024)^[22].

Combating Disinformation

Due to the pervasive disinformation campaigns targeting government institutions during the election period and beyond, the need to tackle the information ecosystem has become a national priority. The interim government has vowed to maintain a "disinformation and rumour-free mass media" field, balancing it with full press freedom (Khan, 2024)^[18]. To accomplish this, it will need to work with Congress to pass laws related to holding purveyors of false information to account and invest in media literacy programs and initiatives that help citizens learn how to tell credible information from falsehoods. The role of civil society and tech firms in creating the norms for a more transparent and accountable information space is equally important (Khan, 2024)^[18].

Creating a Level-Playing Field in Politics

Under the present conditions and the current political climate, the focus should be on ensuring that the conditions for free and fair elections still exist. The interim government is responsible for keeping detailed records of victims of the uprising and providing assistance to the families of victims. Adopting this approach is not just about solving short-term problems but also sets in a lot of other paths towards bringing back people's trust in elections (Hussain, 2024)^[1]. A transparent electoral framework is crucial for preventing further political discontent and confirming that the aspirations of the citizenry are met in the transition to a new governance model.

4.5 INTERNATIONAL PERSPECTIVE

Foreign Influence Allegations

Allegations of foreign involvement have emerged in Bangladesh's recent political uprising, leading to the ousting of former Prime Minister Sheikh Hasina, with allegations that the bloodless coup to unseat her has been fuelled by forces outside the country. Mike Benz, a former U.S. State Department official, has alleged that the U.S. Agency for International Development (USAID) may have been involved in the regime change and that Washington did so at the behest of Hasina's opposition to creating a military base in the region to contain China's influence- (S. Rahman et al., 2024)^[25]. Even so, critics have rejected such allegations as implausible, stating that the size and type of the movement were rooted in indigenous grievances instead of top-down foreign meddling (S. Rahman et al., 2024)^[25].

Global Awareness and Misinformation

There have also been fears over how much the outside world knows of what is happening in Bangladesh. In global forums like Davos, prominent figures like Professor Dr Muhammad Yunus also rightfully point out a lack of understanding about the July uprising, with the point being made that widespread disinformation is complicating their comprehension of the situation (Mohir, 2025)^[26]. This disinformation undermines the credibility and international backing of the new interim administration, underscoring that an accurate narrative must be shared at an internal level (Mohir, 2025, Daily Star, n.d)^{[26] [27]}.

Disinformation Dynamics

Misinformation has also been identified as a major challenge in Bangladesh. There are reports of a surge of political and religious misinformation after the uprising, which fact-checking organizations have monitored and found a large number of unique cases (Das & Raso, 2024)^[31]. The increasing prevalence of political misinformation (constituting 42% of the overall unique number of fact-checks) has been associated with numerous narratives that attack specific political institutions and movements (Daily Star, 2024)^[28] (Daily Star, n.d)^[27]. Analysts claim that the regional context, which is marked by a heightened probability of gaslight war, can aggravate the consequences of misinformation campaigns, limiting the capacity for a democratic shift (Azran, 2024)^[22].

Media Literacy and Independent Verification

Scholars and fact-checking organizations alike have stressed the importance of media literacy and independent fact-checking. And if any fact-checking organizations are ever influenced by corporate or governmental interests, the integrity would be jeopardized (Z. Rahman, 2024)^[21]. To address these growing threats, reinforcing independent verification systems & fostering media literacy among the general population are perceived as key measures to combat mis/disinformation, especially in an environment where lies can have deadly repercussions, including provoking violence (Mob Justice) or creating disturbances (Khan, 2024) (Ghaedi, n.d.)^{[18] [29]}. The international community is called upon to step up its understanding of how crucial it is? And to access accurate information from authentic sources like prominent media outlets or reliable press releases & support initiatives that promote fact-checking and media literacy in Bangladesh.

Combating misinformation is important not just nationally, but globally, and misinformation can distort perceptions and pose threats to stability in our interconnected world (Gomes, 2024)^[17].

4.6 CHALLENGES AND CRITICISMS

The 'July 2024 Uprising' intensified in Bangladesh amid a strained landscape for fact-checking & fight against mis/disinformation. Activists and scholars have expressed alarm over the implications of misinformation and the media's role in magnifying or dampening the crisis. One urgent issue is that there has been a collective failure in the media to defend journalists' rights, leading to more violence and intimidation against those who oppose the government line (DISA, 2024)^[30]. In the wake of the protests, a disturbing pattern of accountability emerged whereby authorities charged many journalists with murder and annulled press accreditations, marking a perilous atmosphere of intimidation and repression of dissent (DISA, 2025)^[23].

Additionally, there has been a marked increase in the sharing of political misinformation over the same period, and analysis has found that political misinformation made up the majority of false narratives shared across a variety of platforms (Daily Star, 2024)^[28]. Social Media manipulation has been done by posting misleading information using graphics cards that resemble renowned media houses, making it more challenging for the audience to identify reliable sources.

Fact-checking has become more complex, not only because misinformation is constantly changing. The volume of false or misleading information has exploded (Ghaedi, 2024)^[29], with one organization identifying more than 3,000 unique pieces of disinformation in just a single year^[1]. These issues are further complicated by the inability to verify the impartiality of fact-checking organizations and the alleged influence of governments and corporations on these organizations (Z. Rahman, 2024)^[21]. As Professor Suman Rahman highlighted, it has long been to promote media literacy among citizens; teaching people to be critical of the information they consume is as important as fact-checking itself (Z. Rahman, 2024)^[17].

In addition, the fact-checking infrastructure in Bangladesh suffers from systemic issues. While the explosion of misinformation has made fact-checking efforts woefully inadequate in many instances (Iyer, 2024)^[19], some recent upticks in activity from fact-checking organizations have had a positive impact during critical times, such as around the July-August window. Analysts argue that due to a lack of strong mechanisms to counter such misinformation, especially in sensitive regions, the implications can be severe, especially given that Bangladesh has a gruesome history of communal violence that can be sparked by false narratives (Z. Rahman, 2024)^[17].

4.7 FUTURE DIRECTIONS

The Need for Collective Action

The events of the July 2024 uprising in Bangladesh have shown that there is an urgent need to fight misinformation and disinformation in the country. For people of different backgrounds to unite, hold leaders accountable, and demand the right to be ruled transparently (Azran, 2024)^[22], that stumbling block (the checkpoint) needs to be removed. This collective use of action that will be needed to achieve a political environment in which freedom, equality, and democratic values are not merely slogans (Azran, 2024)^[22].

Enhancing Media Literacy

Reinforcing the population's media literacy is another necessary step in the right direction. Since misinformation is frequently used to elicit an emotional reaction, the ability to analyze information sources is essential (Z. Rahman, 2024)^[17]. Educational efforts should be guided toward being able to differentiate between credible sources and misleading claims, as we find ourselves in an age where the rapid dissemination of misinformation can lead to disastrous outcomes such as violence and unrest (Khan, 2024; Das & Raso, 2025)^{[18] [31]}.

Improving mechanisms for fact-checking

So, ensuring strong fact-checking mechanisms is very important as well to combat disinformation. Hearing demands for accountability from social media and traditional media outlets has to convert into action.

This means not only calling for companies like Meta to restore full fact-checking but also supporting local organizations to build local capacity for fact-checking (Khan, 2024; Das & Raso, 2025)^{[18] [31]}. Given the previous instances of communal violence triggered by misinformation in Bangladesh, a continuous and proactive fact-checking presence can go a long way to keeping the public safe and political discourse on the right footing (Khan, 2024)^[18].

Government and Civil Society Collaboration

An effective regulatory framework and active participation from civil society in addressing the need for responsible use of technology are typically required. The government needs to introduce legislation that both penalizes purveyors of disinformation and protects free speech. The collaboration between government entities, media, and civil society creates a more resistant information ecosystem that is able to fight the ubiquitous threat (Khan, 2024; Das & Raso, 2025)^{[18] [31]}.

Creating a Culture of Accountability

The future course of Bangladesh's politics will ultimately be determined by the collective capacity to live up to the oft-repeated promises made during the uprising. This requires a culture of accountability where citizens can not only demand but also engage in the continuous debate about truthfulness and integrity in political and media spheres (Alam, 2024)^[32]. The lessons learned from the July 2024 uprising will not be sewn into action and will only last for a little bit if vigilance is not exercised to ensure that democracy is fortified in the years to come, instead of having a recapitulation of such sad events.

5. RECOMMENDATIONS:

A multi-layered approach is necessary in order to combat the sheer scale of disinformation that we witnessed during Bangladesh's July 2024 uprising. Partnerships between so-called fact-checking agencies and social media companies can be strengthened to facilitate real-time verification & AI-oriented tools need to be implemented to identify and address misinformation on a large scale. Greater investment in digital media literacy programs is essential since mis/disinformation flourishes in environments lacking the skills to assess the online world's content critically. In addition, social media algorithms like Facebook and YouTube are usually designed to maximize engagement, but that can further spread misleading narratives & they must become more transparent. Rather than rely on heavy-handed measures, government policies should facilitate the independence of fact-checking organizations, promoting accountability without creating censorship. Misinformation reporting methods, on the part of tech companies, need to improve, alongside the uniform application of content moderation policies, to avoid selective enforcement. Investigating digital propaganda is not so different than the analysis we do as journalists, but advanced verification techniques are increasingly trainable disciplines that media professionals need to respond to the nature of the crisis. Considering the transnational implications of mis/disinformation online, building international cooperation with fact-checking organizations is essential to fighting coordinated campaigns (usually done by YouTuber & paid online activist) of cross-border mis/disinformation. Legal regimes should create tougher penalties for coordinated misinformation (political propaganda) campaigns that lead to violence or attempt to undermine democratic processes. Similarly, civil society organizations should actively monitor and push for ethical information practices around digital content. In politically sensitive contexts, redressing digital disinformation requires a comprehensive strategy, including policy changes, technological innovations, and an informed public.

6. CONCLUSION:

As we've seen in the uprising of July 2024, digital platforms have become a primary battleground in modern political parties to create narratives & to fight against opponents' thoughts. Mis/disinformation is used as an intentional weapon to shape public perceptions, encourage violence (Mob Justice) and create narratives. Although fact-checking and mass media mounted a valiant attempt to stem the tide, mis/disinformation poured across the internet and social media at a magnitude and velocity surpassing anything ever experienced, fueled by algorithmic biases and politically online activist/bloggers. But the paper finds that- the influence of social media algorithms, public distrust in media and political group member confirmation bias diminished fact-checking success and helped false narratives take hold.

Social media users should be empowered with media literacy; partnerships between fact-checking organizations and tech companies & transparent platform algorithms are part of the remedy for addressing mis/disinformation. In the absence of this activity, the digital battleground will continue to be a potent driver of instability in political crises, where mis/disinformation and factional feuding drown out reasoned democratic discursive potential.

Funding:

No funding body in the public, commercial, or not-for-profit sectors was involved in the design or conduct of this study. The authors conducted this study as part of their commitments to their academic and institutional research agendas. The authors have no funding, financial sponsorship, or specific resources for this study.

Declaration of Competing Interest:

The authors have no competing interests with any organization, agency, or stakeholder with a financial interest in the subject matter.

Ethical Approval:

This is not biomedical or clinical research and does not involve any procedures according to the guidelines requiring formal ethical approval.

Clinical Trial Number: Not Applicable.

Consent to Publish declaration: Not Applicable

Consent to Participate declaration: Not Applicable

Ethics declaration: Not Applicable

REFERENCES

- [1]. Hussain, A. (2024). Uprising, unity, and uncertainty: Power, protest, and politics in 2024. The Daily Star. <https://www.thedailystar.net/opinion/views/news/uprising-unity-and-uncertainty-power-protest-and-politics-2024-3787496>
- [2]. Dismislab. (2024). How disinformation stoked fear, panic and confusion during Bangladesh's student-led revolution. Dismislab. <https://en.dismislab.com/how-disinformation-stoked-fear-panic-and-confusion-during-bangladeshs-student-led-revolution/>
- [3]. Faridi, R. (2024). Indian Media's Misinformation Campaign on Bangladesh. <https://thediplomat.com/2024/12/indian-medias-misinformation-campaign-on-bangladesh/>
- [4]. Varma, A. (2025). Analysing Indian Social Media Users Spreading Bangladesh-Related "Fake News." TheQuint. <https://www.thequint.com/news/webqoof/bangladesh-disinformation-from-indian-social-media-accounts>
- [5]. Swadhin, S. (2024). Rumor Night: The Yunus Government's Struggle With Disinformation in Post-Revolution Bangladesh. <https://thediplomat.com/2024/12/rumor-night-the-yunus-governments-struggle-with-disinformation-in-post-revolution-bangladesh/>
- [6]. Freedom House. (2024). Bangladesh: Freedom on the Net 2024 Country Report. Freedom House. <https://freedomhouse.org/country/bangladesh/freedom-net/2024>
- [7]. Rony, R. K. (2024). The July uprising proclamation: What's at stake and what needs to be said. Bangla Outlook English. <https://en.banglaoutlook.org/editors-pick/235398>
- [8]. Haque, M., Yousuf, M., Alam, A., Saha, P., Ahmed, S., & Hassan, N. (2020). Combating Misinformation in Bangladesh. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 4, 1 - 32. <https://doi.org/10.1145/3415201>
- [9]. Al-Zaman, M. (2019). Digital Disinformation and Communalism in Bangladesh.. <https://doi.org/10.31235/osf.io/8s6jd>

- [10]. Haque, M., Yousuf, M., Arman, Z., Rony, M., Alam, A., Hasan, K., Islam, M., & Hassan, N. (2018). Fact-checking Initiatives in Bangladesh, India, and Nepal: A Study of User Engagement and Challenges. ArXiv, abs/1811.01806.
- [11]. Kyriakidou, M., Cushion, S., Hughes, C., & Morani, M. (2022). Questioning Fact-Checking in the Fight Against Disinformation: An Audience Perspective. *Journalism Practice*, 17, 2123 - 2139. <https://doi.org/10.1080/17512786.2022.2097118>
- [12]. Frau-Meigs, D. (2022). How Disinformation Reshaped the Relationship between Journalism and Media and Information Literacy (MIL): Old and New Perspectives Revisited. *Digital Journalism*, 10, 912 - 922. <https://doi.org/10.1080/21670811.2022.2081863>
- [13]. Humprecht, E. (2020). How Do They Debunk "Fake News"? A Cross-National Comparison of Transparency in Fact Checks. *Digital Journalism*, 8, 310 - 327. <https://doi.org/10.1080/21670811.2019.169103>
- [14]. Tejedor, S., Romero-Rodríguez, L., & Gracia-Villar, M. (2024). Unveiling the truth: A systematic review of fact-checking and fake news research in social sciences. *Online Journal of Communication and Media Technologies*. <https://doi.org/10.30935/ojcm/14455>
- [15]. Gomes, W. (2024). The 2024 Conjuncture in Bangladeshi Politics: Historic Uprising and Prospects for Democratic Transformation. *South Asia Journal*. <https://southasiajournal.net/the-2024-conjuncture-in-bangladeshi-politics-historic-uprising-and-prospects-for-democratic-transformation/>
- [16]. Muhammad, A. (2025). From 1969 to 2024: Echoes of resistance through the ages. *The Daily Star*. <https://images.thedailystar.net/opinion/views/news/1969-2024-echoes-resistance-through-the-ages-3803291>
- [17]. Rahman, Z. (2024). Misinformation and disinformation: A threat to democracy in Bangladesh. *The Daily Star*. <https://www.thedailystar.net/opinion/views/news/misinformation-and-disinformation-threat-democracy-bangladesh-3540106>
- [18]. Khan, A. A. (2024). A Turning Point in Bangladesh's History | *The Asian Age Online*, Bangladesh. *The Asian Age*. <https://dailyasianage.com/news/318991/a-turning-point-in-bangladeshs-history>
- [19]. Iyer, P. S., Ravi. (2024, September 30). A Double-Edged Sword: The Role of Social Media in the 2024 Political Uprising in Bangladesh | *TechPolicy.Press*. *Tech Policy Press*. <https://techpolicy.press/a-double-edged-sword-the-role-of-social-media-in-the-2024-political-uprising-in-bangladesh>
- [20]. Bleckner, J. (2025). After the Monsoon Revolution. *Human Rights Watch*. <https://www.hrw.org/report/2025/01/27/after-monsoon-revolution/roadmap-lasting-security-sector-reform-bangladesh>
- [21]. Swadhin, S. (2025). Debunking the myth of foreign meddling in Bangladesh's Monsoon Revolution. *The Diplomat*. <https://thediplomat.com/2025/02/debunking-the-myth-of-foreign-meddling-in-bangladeshs-monsoon-revolution/>
- [22]. Azran, A. (2024). Disinformation targets right-wing audiences, Indians. *The Daily Star*. <https://www.thedailystar.net/news/bangladesh/news/disinformation-targets-right-wing-audiences-indians-3777046>
- [23]. DISA. (2025). Media Freedom High in Bangladesh Amidst Surge of Social Media Disinformation | *DISA*. <https://disa.org/media-freedom-high-in-bangladesh-amidst-surge-of-social-media-disinformation/>
- [24]. *Daily Star*. (2025). Misinformation menace: Fake news on the rise since July. *The Daily Star*. <https://www.thedailystar.net/tech-startup/news/misinformation-menace-fake-news-the-rise-july-3743746>
- [25]. Rahman, S., Dip, S., Karim, F., & Naser, S. (2024). WHISPERERS AMIDST THE ECHO CHAMBER: DECODING BANGLADESH'S 2024 ELECTION DISINFORMATION | *Fact-Watch*. <https://www.fact-watch.org/whisperers-amidst-the-echo-chamber-decoding-bangladeshs-2024-election-disinformation/>
- [26]. Mohir, M. (2025). How fact-checking can counter misinformation in Bangladesh. *Unb.Com.Bd*. <https://unb.com.bd/category/Special/how-fact-checking-can-counter-misinformation-in-bangladesh/151159>

[27]. The Daily Star. (n.d.). Investigation on media's role during July mass uprising | research needed. The Daily Star. <https://www.thedailystar.net/news/bangladesh/crime-justice/news/research-needed-medias-role-during-uprising-press-secry-3757646>

[28]. Daily Star. (2024). Research needed on media's role during uprising: Press secretary. The Daily Star. <https://www.thedailystar.net/news/bangladesh/crime-justice/news/research-needed-medias-role-during-uprising-press-secry-3757646>

[29]. Ghaedi, M. (2024). Fact check: False claims fuel ethnic tensions in Bangladesh – DW – 08/07/2024. Dw.Com. <https://www.dw.com/en/fact-check-false-claims-fuel-ethnic-tensions-in-bangladesh/a-69870923>

[30]. DISA. (2024). Analysis of Bangladesh-Related Fake News Amid Allegations of Indian Disinformation Campaigns | DISA. <https://disa.org/analysis-of-bangladesh-related-fake-news-amid-allegations-of-indian-disinformation-campaigns/>

[31]. Das, P. P., & Raso, T. I. (2025). Misinformation trends and narratives in Bangladesh's tumultuous 2024. Dismislab. <https://en.dismislab.com/misinformation-trends-and-narratives-in-bangladeshs-tumultuous-2024/>

[32]. Alam, F. (2024). July 2024 uprising: The lions need their own historians. The Daily Star. <https://www.thedailystar.net/opinion/views/news/july-2024-uprising-the-lions-need-their-own-historians-3687801>

**NONLINEAR MARKET BEHAVIOR IN SHIP RECYCLING: EVIDENCE FROM
THRESHOLD REGRESSION ON BDI-DRIVEN SCRAP DECISIONS**

Dr. Öğr. Üyesi Nergis ÖZİSPA

Mersin Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi,
Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Yenişehir, Mersin.

Doç. Dr. Abdullah AÇIK

Dokuz Eylül Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi,
Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Buca, İzmir.

Abstract

The ship recycling industry, which holds a crucial position in both maritime and recycling markets, is strongly influenced by various dynamics of free-market conditions. Among these dynamics are freight rates, second-hand vessel prices, steel values, political decisions, legal restrictions, market expectations, and interest rates. Within the literature, however, freight rates are often emphasized as one of the most decisive factors. This study investigates the nonlinear dynamics between freight market conditions and ship recycling activity in the dry bulk sector by applying a threshold regression model to quarterly data spanning from 1985Q1 to 2025Q2. The analysis focuses on the role of the Baltic Dry Index (BDI) as the threshold variable and uses West Texas Intermediate (WTI) crude oil prices as a non-varying regressor to account for fuel-related operating costs. Our results reveal the existence of three distinct market regimes, defined by BDI thresholds at approximately 767 and 1044 points. In the low BDI regime, a 100-point decrease in BDI leads to a sharp increase in scrapping activity, with an estimated additional 2.24 million DWT being dismantled, while the same decrease results in only 1.17 million and 35,600 DWT scrapped in the medium and high regimes, respectively. These findings indicate strong asymmetry in shipowners' response to market conditions, supporting the presence of behavioral thresholds and nonlinear decision-making. The positive effect of WTI suggests that rising fuel costs also contribute to scrapping behavior, particularly among older vessels. The implications of these results are significant for industry stakeholders, offering practical tools for fleet management, risk assessment, and investment strategy under varying market regimes. Our findings also provide policy-relevant insights into how volatility in freight and energy markets influences maritime asset lifecycles and sustainability transitions.

Keywords: Threshold regression, Freight Market, Demolition Market

**GEMİ GERİ DÖNÜŞÜMÜNDE DOĞRUSAL OLMAYAN PİYASA DAVRANIŞI: BKYE ODAKLI
HURDA KARARLARINDA EŞİK REGRESYONUNDAN ELDE EDİLEN BULGULAR**

Özet

Gemi geri dönüşüm sektörü, hem denizcilik hem de geri dönüşüm piyasalarında kritik bir konuma sahip olup serbest piyasa koşullarından kaynaklanan çeşitli dinamiklerden güçlü biçimde etkilenmektedir. Bu dinamikler arasında navlun oranları, ikinci el gemi fiyatları, çelik değerleri, politik kararlar, yasal kısıtlamalar, piyasa beklentileri ve faiz oranları yer almaktadır. Ancak literatürde, navlun oranlarının en belirleyici faktörlerden biri olduğu sıklıkla vurgulanmaktadır. Bu çalışma, kuru yük gemilerinin geri dönüşüm faaliyetleri ile navlun piyasası koşulları arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi, 1985Q1–2025Q2 dönemine ait üç aylık veriler üzerinden eşik regresyon yöntemi ile incelemektedir. Modelde eşik değişkeni olarak Baltık Kuru Yük Endeksi (BKYE) kullanılırken, yakıt maliyetlerini temsil etmesi amacıyla varyant olmayan açıklayıcı değişken olarak Batı Teksas Orta Seviyesi (BTOS) petrol fiyatları dahil edilmiştir. Bulgular, yaklaşık 767 ve 1044 puanlık BKYE eşikleriyle tanımlanan üç farklı rejimin varlığına işaret etmektedir. BKYE'nin düşük olduğu rejimde, 100 puanlık bir düşüş yaklaşık 2.24 milyon DWT ek hurdaya gönderimle sonuçlanırken, bu etki orta rejimde 1.17 milyon DWT'ye, yüksek rejimde ise sadece 35.600 DWT'ye düşmektedir. Bu durum, gemi

sahiplerinin piyasa koşullarına asimetrik ve rejime bağlı tepkiler verdiğini ortaya koymakta ve davranışsal eşiklerin etkisini desteklemektedir. Ayrıca, BTOS değişkeninin pozitif katsayısı, artan yakıt maliyetlerinin özellikle yaşlı gemilerin hurdaya ayrılma kararlarını etkilediğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, piyasa aktörlerine filo yönetimi, yatırım stratejileri ve risk analizi açısından faydalı öngörüler sağlarken, politika yapıcılar için sürdürülebilirlik geçişlerinde navlun ve enerji piyasası dalgalanmalarının etkilerini anlamak adına önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Eşik regresyon, Navlun piyasası, Hurda piyasası

INTRODUCTION

Ship recycling is discussed in the literature with different terms such as ship breaking, demolition, scrapping and dismantling (Mikelis, 2019). All of these terms refer to the removal of end-of-life (EOL) ships from the ship's form, the relocation of reusable materials to new locations, and the disposal of non-reusable materials in a way that minimizes damage, especially environmental damage. Dismantling of EOL ships has positive and negative effects on ship breaking facilities. Its positive impact is that, because the dismantling process is labor-intensive, it creates significant employment opportunities in the local area. The ship's hull, machinery, and numerous other equipment on board yield a wealth of reusable materials, including steel, iron, non-ferrous metals, and second-hand materials, which are particularly valuable in third-world countries. Consequently, over 90% of global ship dismantling operations take place in shipyards located along the coasts of South Asia, such as India, Pakistan, and Bangladesh. Ship dismantling, characterized by challenging ship-breaking conditions, occupational health and safety concerns, and potentially negative environmental impacts (Chang, et al., 2010), is not frequently undertaken in developed countries. Less than 5% of ship dismantling activities occur in OECD countries (Solakivi, et al., 2021).

At the beginning of 2024, the global maritime fleet comprised approximately 109,000 vessels over 100 GT, while only 431 were scrapped in 2023. This number is lower than in previous years because end-of-life or near-end-of-life vessels continued to be used to capitalize on opportunities arising from disruptions to shipping routes caused by political tensions that have also impacted maritime routes in recent years, as well as to capitalize on higher freight rates. Limited shipbreaking activity, due to factors such as strong charter markets, rising freight rates, political tensions, and the demand for shipping capacity stemming from increased distances, has been extending the lifespan of older vessels in recent years and delaying their dismantling. While the transition to low-carbon fuels and the need to comply with stricter environmental regulations mean that the fleet will need to be renewed soon, uncertainty about future fuels and technology further complicates shipbreaking decisions for ship owners (UNCTAD, 2024).

The ship recycling sector, which plays a significant role in both the maritime and recycling markets, is directly affected by many factors that arise in free markets. While these factors include freight rates, the second-hand ship market, steel prices, political regulations, legal sanctions, market expectations, and interest rates, the literature argues that freight rates are one of the most important (Açık, 2023). Freight rates are important in ship scrapping decisions because ship owners are often inclined to dispose of uneconomic tonnage in slow market conditions (Stopford, 2009). Regulatory regulations, particularly when new structural requirements are imposed on ships (double hull requirements for tankers, etc.), lead to increased ship scrapping volumes. High steel prices, when they increase the scrap value of ships, are another factor that pushes ship owners to consider ship scrapping when the ship's scrap value exceeds its operating value (Skourtis, 2025). Freight rates, with their ability to determine the amount of tonnage in circulation in line with the supply and demand relationship, stand out as the most important variable in ship dismantling decisions. For example, if demand exceeds supply, a shortage of tonnage will occur, leading to higher freight rates and ship owners opting for new shipbuilding. Conversely, when supply exceeds demand, the market will accumulate a surplus of empty tonnage, leading to lower freight rates and ship owners opting to scrap uneconomical vessels. In this case, the market will also decline in tonnage, leading to higher freight rates (Randers and Göluke, 2007; Grammenos, 2010; Açık and Başer, 2017; Mathew, 2024).

Although numerous publications on ship dismantling exist in the literature (Mikelis, 2008; Jain, et al., 2015), these publications generally focus on legal regulations (Du, et al., 2017; Solakivi, 2021), marine pollution (Chang, 2010; Eronat, et al., 2019), and ship design (Sivaprasad and Nandakumar, 2013; Samsudin, et al., 2022).

However, relatively few studies have examined the relationship between the ship dismantling market and freight markets. Therefore, the aim of this study is to determine the relationship between the recycling activities of dry cargo ships and freight market conditions by using threshold regression as behavior of the market participants may differ based on some benchmark levels in the market.. The findings of the study are intended to provide a roadmap for sustainability policymakers as well as market actors. The following sections of the study include a methodology section, which explains the data and analysis methods used in the study. The findings section presents the study's findings. Finally, the study concludes with a discussion and conclusion section, which discusses the study's results.

METHODOLOGY

Method

Following the framework of Balke and Fomby (1997) and Hansen (1999), we employ a discrete threshold regression model to examine the nonlinear relationship between ship recycling volume and explanatory variables. The possibility of regime changes driven by a threshold variable (BDI) justifies the use of this method, especially under the economic intuition that shipowners' behavior changes at critical market levels. The threshold estimation is conducted using sequential testing procedures and trimming methods to ensure robustness.

A typical discrete threshold regression (TAR) model with one threshold variable q_t , threshold γ , and two regimes is given in Equation 1 as:

$$y_t = \begin{cases} \alpha_1 + \beta_1 \cdot x_t + \varepsilon_t, & \text{if } q_t \leq \gamma \\ \alpha_2 + \beta_2 \cdot x_t + \varepsilon_t, & \text{if } q_t > \gamma \end{cases} \quad (1)$$

Where:

- y_t is the dependent variable,
- x_t is the independent variable,
- q_t is the threshold variable,
- γ is the threshold value,
- α_1, β_1 and α_2, β_2 are regime-specific coefficients,
- ε_t is the error term,

In our empirical application, we model ship recycling volume (RECYCLING) as a function of the Baltic Dry Index (BDI), with the West Texas Intermediate (WTI) crude oil price acting as a control variable. BDI also serves as the threshold variable, identifying regimes based on market conditions. Our final empirical model is shown in Equation 2 as follows:

$$Recycling_t = \begin{cases} \alpha_1 + \beta_1 \cdot BDI_t + \delta \cdot WTI_t + \varepsilon_{1t}, & \text{if } BDI_t < \gamma_1 \\ \alpha_2 + \beta_2 \cdot BDI_t + \delta \cdot WTI_t + \varepsilon_{2t}, & \text{if } \gamma_1 \leq BDI_t < \gamma_2 \\ \alpha_3 + \beta_3 \cdot BDI_t + \delta \cdot WTI_t + \varepsilon_{3t}, & \text{if } BDI_t \geq \gamma_2 \end{cases} \quad (2)$$

Where:

- γ_1 and γ_2 are the BDI thresholds
- δ is the common coefficient of WTI (same for all regimes)
- α_i and β_i are regime-specific intercepts and BDI coefficients,
- $Recycling_t$ is ship recycling tonnage at time t ,

- BDI_t is Baltic Dry Index at time t ,
- WTI_t is West Texas Intermediate oil price at time t ,
- ε_{it} is the regime specific error term.

Data

The dataset employed in this study consists of 162 quarterly observations covering the period from 1985Q1 to 2025Q2. It includes three key variables: the Baltic Dry Index (BDI), the Dry Bulk Ship Recycling Volume, and the West Texas Intermediate (WTI) crude oil price. The BDI and WTI series represent quarterly averages of month-end values, serving as proxies for freight market performance and fuel cost levels, respectively. In contrast, the Ship Recycling Volume is measured as the cumulative tonnage (DWT) of dry bulk vessels scrapped each quarter, reflecting industry-level supply-side adjustments. The BDI and WTI series are sourced from Investing (2025), while the recycling data originates from BramerMarkets (2025). As shown in Table 1, the dataset exhibits strong non-normality, especially in BDI, with high kurtosis and skewness, underscoring the importance of applying nonlinear econometric models such as threshold regression.

Table 1. Descriptive Statistics of the Variables

	BDI	RECYCLING	WTI
Mean	1855.604	2429045.	47.50070
Median	1400.000	1562871.	39.98333
Maximum	10128.33	13269512	126.9367
Minimum	358.3333	46620.00	12.56333
Std. Dev.	1546.858	2472499.	29.21838
Skewness	3.042305	1.829848	0.596619
Kurtosis	13.86908	6.657971	2.127296
Jarque-Bera	1047.326	180.7254	14.75166
Probability	0.000000	0.000000	0.000626
Observations	162	162	162

Source: BramerMarkets (2025); Investing (2025a, 2025b)

Figure 1 presents the quarterly time series of the Baltic Dry Index (BDI), ship recycling volume, and West Texas Intermediate (WTI) crude oil prices for the period 1985Q1–2025Q2. To enable visual comparability on a single chart, the recycling volume series, measured as cumulative quarterly dry bulk ship demolition tonnage (DWT), is scaled by a factor of 1,000 and plotted on the left axis alongside the BDI. The WTI series, due to its distinct range, is displayed on the right axis. The visual inspection reveals that ship recycling activity tends to rise sharply during periods of low BDI, particularly in times of market downturns, indicating counter-cyclical behavior. Conversely, during boom periods with higher BDI levels, recycling activity remains suppressed, reflecting the economic incentive to retain aging vessels in operation. These asymmetric and abrupt shifts in behavior suggest the presence of structural changes in the relationship between BDI and ship recycling decisions.

The evident regime-dependent response of recycling volume to changes in the BDI, alongside relatively smoother movements in WTI, highlights the need for a nonlinear econometric framework. Threshold regression is particularly suitable in this context as it allows for different model specifications across distinct ranges of the BDI, capturing behavioral discontinuities in shipowners' scrapping decisions. The chart thus visually supports the hypothesis that market participants do not respond linearly to changes in freight market conditions, but rather react when key psychological or economic thresholds are crossed..

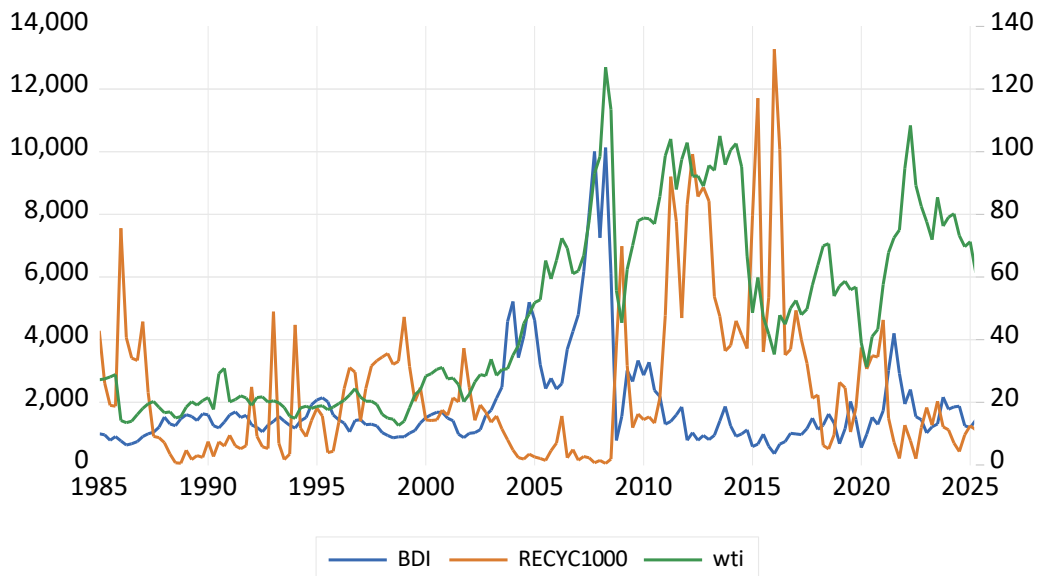


Figure 1. Graphical Display of the Variables

FINDINGS

In threshold regression analysis, ensuring the stationarity of the time series is essential for both the reliability and the validity of the estimated models. To assess the stationarity properties of the variables, we employed the Phillips–Perron (PP) unit root test, which is robust to both heteroscedasticity and autocorrelation in the error terms. The test results, presented in Table 2, indicate that the null hypothesis of a unit root could not be rejected at levels for the BDI and Recycling variables, suggesting they are non-stationary. In contrast, the WTI variable was found to be stationary at levels. As a result, the first difference of WTI was used in the threshold regression analysis to ensure consistency with the stationarity requirements of the model.

Table 2. Unit Root Test Results

	Level		First Difference		Conclusion
	Intercept	Trend & Intercept	Intercept	Trend & Intercept	
BDI	-3.597	-3.585	-12.296	-12.259	I(0)
RECYCLING	-5.120	-5.240	-17.034	-16.960	I(0)
WTI	-1.835	-2.838	-10.812	-10.761	I(1)

Note: The stationarity of the variables was tested using the Phillips-Perron (PP) unit root test. The critical values for the PP test are as follows: -3.471 (1% significance level), -2.879 (5%), and -2.576 (10%) for the model with intercept; and -4.016 (1%), -3.437 (5%), and -3.143 (10%) for the model with both intercept and

trend. The Bartlett kernel was employed for spectral estimation, and the Newey–West method was used to select the optimal bandwidth.

To explore nonlinear dynamics in the ship recycling market, we apply a Threshold Regression model with a Discrete Threshold Type, using Baltic Dry Index (BDI) as the threshold variable. The dependent variable in the model is Dry Bulk Ship Recycling Volume, while BDI also appears as the primary independent regressor, and WTI (West Texas Intermediate crude oil price) is included as a non-varying threshold regressor to control for fuel price influences. The model is specified with a 5% trimming percentage, allowing up to five threshold breaks, and employs a sequential L+1 vs. L threshold test at a 5% significance level. An initial estimation identified two regimes, but diagnostic checks revealed the presence of autocorrelation (Ljung and Box, 1978) and serial correlation (Breusch and Godfrey, 1981). Therefore, we re-estimated the model using the Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent (HAC) covariance method, which ultimately supported a three-regime structure as the most robust specification. The results are presented in Table 3.

The estimated threshold values divide the sample into three distinct market regimes: $BDI < 767.17$, $767.17 \leq BDI < 1044.17$, and $BDI \geq 1044.17$. Across all regimes, the coefficient of BDI remains consistently negative, suggesting that an increase in market conditions, as reflected by BDI, is associated with a decrease in ship recycling activity. Conversely, the WTI variable, included as a non-threshold regressor, exhibits a positive effect on recycling across all regimes, indicating that higher fuel prices may incentivize scrapping older, less fuel-efficient vessels. The estimated marginal effects of BDI on recycling are substantial and vary significantly across regimes: in the low BDI regime, a one-unit increase in BDI leads to a decrease of approximately 22,376 DWT in scrapped tonnage; in the medium BDI regime, the response decreases to 11,652 DWT, and in the high BDI regime, it further diminishes to just 356 DWT. These findings underscore the nonlinear and regime-dependent sensitivity of scrapping decisions to market conditions, supporting the use of threshold modeling in capturing such asymmetric behaviors.

Table 3. Threshold Regression Estimation Results

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
BDI < 767.1666 -- 11 obs				
BDI	-22376.22	3272.878	-6.836862	0.0000
C	20319237	2246605.	9.044421	0.0000
767.1666 <= BDI < 1044.166 -- 31 obs				
BDI	-11652.42	3780.496	-3.082246	0.0024
C	15255495	3695135.	4.128535	0.0001
1044.166 <= BDI -- 119 obs				
BDI	-356.1414	73.36446	-4.854414	0.0000
C	2304176.	342581.7	6.725916	0.0000
Non-Threshold Variables				
ΔWTI	32857.24	17689.90	1.857401	0.0652
R-squared	0.492791	Mean dependent var		2417536.
Adjusted R-squared	0.473030	S.D. dependent var		2475856.
S.E. of regression	1797291.	Akaike info criterion		31.68396
Sum squared resid	4.97E+14	Schwarz criterion		31.81794
Log likelihood	-2543.559	Hannan-Quinn criter.		31.73836
F-statistic	24.93710	Durbin-Watson stat		0.952625
Prob(F-statistic)	0.000000			

DISCUSSION AND CONCLUSION

Freight rates serve as a fundamental source of income for shipowners. However, due to the capital-intensive nature of the maritime industry, even modest fluctuations in freight rates can significantly affect operational decisions. In the dry bulk shipping market, which operates under conditions close to perfect competition, freight rates are dictated by market dynamics. The supply side, constrained by long shipbuilding lead times (typically ranging from one to four years), responds sluggishly to changes in demand. This imbalance results in pronounced volatility in freight rates. During periods of depressed rates, older vessels often become economically unviable to operate, prompting shipowners to withdraw them from service and direct them to the demolition market.

This cyclical and volatile nature of freight markets underpins the rationale for our study. By examining how changes in freight rates, particularly as measured by the Baltic Dry Index (BDI), influence ship scrapping behavior, we aim to identify whether there are nonlinear thresholds in market response. Through the application of threshold regression techniques, we explore whether shipowners' scrapping decisions exhibit regime-dependent behavior, potentially driven by shifts in market sentiment or psychological benchmarks. Our findings contribute to a deeper understanding of fleet adjustment mechanisms and provide actionable insights for maritime stakeholders.

Based on the threshold regression results, three distinct regimes were identified with thresholds at approximately 767 and 1044 points on the BDI. In the low BDI regime ($BDI < 767$), the responsiveness of shipowners to changes in freight rates is particularly high. A 100-point decrease in the BDI corresponds to an estimated increase of approximately 2.24 million DWT in the volume of ships sent for demolition. This suggests that during periods of depressed market conditions, even modest reductions in freight rates strongly incentivize scrapping activity. In the medium regime ($767 \leq BDI < 1044$), this effect remains but is less pronounced, with a 100-point decrease in BDI leading to an increase of approximately 1.17 million DWT in scrapping volume. In the high BDI regime ($BDI \geq 1044$), where freight rates are more favorable, the relationship becomes marginal: a 100-point decline in the BDI results in only 35,600 DWT of additional scrapping. Additionally, the coefficient for WTI (crude oil price) remains positive across all regimes, indicating that rising fuel costs, representing a significant portion of operating expenses, further motivate ship owners to retire less fuel-efficient older vessels, regardless of the freight market condition.

Because fuel prices constitute a substantial share of voyage costs, increases in fuel prices can intensify the economic pressure on ship owners, particularly those operating older, less fuel-efficient vessels, to exit the market through scrapping. The notably high rate of scrapping observed in the low BDI regime can primarily be attributed to the elevated operational and maintenance costs associated with aging ships. These vessels become economically unviable when freight earnings are insufficient to cover expenses. Moreover, during these downturns, market expectations and overall sentiment are often pessimistic. The prevailing belief that the market has reached a prolonged trough may discourage shipowners from retaining vessels in the hope of an imminent recovery. As a result, the decision to scrap becomes not only financially rational but also psychologically reinforced by negative market sentiment.

The results of this threshold regression analysis provide actionable insights for industry participants by quantifying the sensitivity of ship recycling decisions to changes in market conditions, particularly through the BDI. For instance, shipowners can use the regime-based coefficients to strategically time their scrapping decisions. Under low freight rate conditions, high response of demolition indicates a highly elastic response and significant economic distress. This suggests that in severely depressed markets, maintaining older vessels is economically unsustainable, and shipowners should strongly consider scrapping. In the mid-range regime less response implies more flexibility for fleet managers to either wait or proceed cautiously with scrapping. In the high BDI regime, low response of demolition indicates confidence in the market and a preference to retain tonnage. Additionally, the positive effect of WTI suggests that rising fuel costs contribute to increased scrapping, further supporting the case for shedding inefficient ships during energy price surges. These numerical findings equip decision-makers with regime-specific benchmarks that can guide fleet renewal strategies, hedging decisions, and asset valuation assessments under different market conditions.

REFERENCES

- Açık, A. (2023). Freight Rate as A Determinant Factor of Ship Recycling Volume. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 2(2), 24-32.
- Açık, A., & Başer, S. Ö. (2017). The relationship between freight revenues and vessel disposal decisions. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 96-112.
- Balke, N. S., & Fomby, T. B. (1997). Threshold cointegration. *International Economic Review*, 38(3), 627–645. <https://doi.org/10.2307/2527284>
- BramerMarkets (2025). Demo & other removals - All dry ships > 10,000 dwt. URL: <https://braemarmarkets.com/Braemar/web/data.htm>, Accessed on 20.08.2025.
- Breusch, T. S., & Godfrey, L. G. (1981). Misspecification tests in econometrics: The Lagrange multiplier principle and other approaches. *Review of Economic Studies*, 48(3), 239–253.
- Chang, Y. C., Wang, N., & Durak, O. S. (2010). Ship recycling and marine pollution. *Marine pollution bulletin*, 60(9), 1390-1396.
- Du, Z., Zhu, H., Zhou, Q., & Wong, Y. D. (2017). Challenges and solutions for ship recycling in China. *Ocean Engineering*, 137, 429-439.
- Eronat, A. H., Bengil, F., & Neşer, G. (2019). Shipping and ship recycling related oil pollution detection in Çandarlı Bay (Turkey) using satellite monitoring. *Ocean Engineering*, 187, 106157.
- Grammenos, C. (2010). *The Handbook of Maritime Economics and Business*. Great Britain: MPG Books
- Hansen, B. E. (1999). Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference. *Journal of Econometrics*, 93(2), 345–368.
- Investing (2025a). Baltic Dry Index (BADI). URL: <https://tr.investing.com/indices/baltic-dry>, Accessed on 20.08.2025.
- Investing (2025b). Crude Oil WTI (OIL). URL: <https://www.investing.com/commodities/crude-oil>, Accessed on 20.08.2025.
- Jain, K. P., Pruyn, J. F. J., & Hopman, J. J. (2015). Influence of ship design on ship recycling. *Maritime technology and engineering—proceedings of MARTECH, 2014*, 2nd.
- Ljung, G. M., & Box, G. E. P. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 65(2), 297–303.
- Mathew, E. (2024). *Emerging Trends in Ship Recycling Market: An Analysis of Determining Factors. India's Blue Economy Transition*, 61.
- Mikelis, N. (2019). Ship recycling. In *Sustainable shipping: A cross-disciplinary view* (pp. 203-248). Cham: Springer International Publishing.
- Phillips, P. C. B., & Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335–346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Randers, J. and Göluke, U. (2007). Forecasting Turning Points in Shipping Freight Rates: Lessons from 30 Years of Practical Effort. *System Dynamics Review* 23(2-3): 253–284.
- Samsudin, M. S., Zainol, I., Salleh, Z., Loon, S. C., & Ismail, N. (2022). Design of Green Ship Recycling Yards: A Review. *Advanced Materials and Engineering Technologies*, 183-192.
- Sivaprasad, K., & Nandakumar, C. G. (2013). Design for ship recycling. *Ships and Offshore Structures*, 8(2), 214-223.
- Skourtis, D. (2025). The impact of freight rates on ship scrapping decisions: a comparative analysis of scrapping markets in South and East Asia (Master's thesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς).
- Solakivi, T., Kiiski, T., Kuusinen, T., & Ojala, L. (2021). The European Ship Recycling Regulation and its market implications: Ship-recycling capacity and market potential. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126235.

Stopford, M. (2009). Maritime Economics (3rd ed.). London: Routledge.

UNCTAD, (2024). Review of Maritime Transport. UN Trade and Development.
<https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024>, 01.09.2025.

DEVELOPMENT OF SMES AND THE UN SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: ALIGNMENT AND INTEGRATION OPPORTUNITIES

Ulkar Salifova Shahvaled

SOCAR “Azeriqaz” PU, Position: senior engineer, ORCID ID: 0009-0009-9819-0941

Abstract

This article examines the integration opportunities between the development of Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) and the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). At the international level, SMEs are considered one of the main driving forces of economic growth, innovation, and employment. In Azerbaijan, SMEs are at the forefront of strengthening the non-oil sector, promoting economic diversification, and improving social welfare. The article first analyzes, from a theoretical perspective, the strategic role of SMEs in sustainable development and identifies the direct impact of several of the 17 SDGs (Decent Work and Economic Growth (SDG 8), Industry, Innovation and Infrastructure (SDG 9), Responsible Consumption and Production (SDG 12), and Climate Action (SDG 13)) on SME activities. In the Azerbaijani context, the current development dynamics of SMEs, state support mechanisms (such as concessional loans, grant programs, startup incentives, and the innovation ecosystem), as well as opportunities for international cooperation are evaluated. The study shows that SMEs, in addition to supporting economic growth, also play an essential role in terms of social inclusiveness, regional equality, and environmental sustainability. In conclusion, there exists a strong integration between SME development and the SDGs. To strengthen this integration, institutional reforms in state policy, the promotion of innovation, the adoption of green technologies, and the expansion of SME access to international markets are of crucial importance.

Keywords: Small and Medium-sized Enterprises, United Nations Sustainable Development Goals, sustainable development.

KOS-LARIN İNKİŞAFI VƏ BMT-NİN DAYANIQLI İNKİŞAF MƏQSƏDLƏRİ: UYĞUNLUQ VƏ İNTEQRASIYA İMKANLARI

Introduction

The Sustainable Development Goals (SDGs), adopted by the United Nations in 2015, constitute the core framework of the global development agenda. The SDGs comprise 17 primary goals and 169 specific targets aimed at aligning the economic, social, and environmental development efforts of all nations. They serve as a unified platform for addressing the world's major social, economic, and environmental challenges by 2030. These goals encompass a broad spectrum — from poverty eradication to environmental sustainability, from gender equality to global partnership.

Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) are recognized as one of the key driving forces of sustainable development in modern economies. Beyond job creation, they play a vital role in fostering innovation, promoting regional development, and enhancing social welfare.

As a flexible and adaptive segment of the economy, SMEs have the capacity to directly influence many of the SDG targets. For instance, their activities are closely associated with poverty reduction, promotion of gender equality, creation of decent work opportunities, and implementation of responsible production models. Moreover, environmentally responsible practices adopted by SMEs are essential in combating climate change and advancing the transition to clean energy. As major participants in the non-oil sector, SMEs hold particular importance in achieving the SDGs. Governmental support mechanisms—such as the Small and Medium Business Development Agency (KOBIA), tax incentives, and financing schemes—encourage SME activities aligned with sustainable development objectives. The growth of SMEs in sectors such as agriculture, tourism, and services across the regions not only stimulates economic growth but also contributes significantly to social well-being.

In Azerbaijan, the development of SMEs is among the priority directions of state policy, supported by a well-established institutional framework. The “Strategic Road Maps,” the operations of KOBIA, and various tax and financial incentives aim to strengthen the role of SMEs in sustainable economic growth, social welfare enhancement, and diversification of the non-oil sector. Therefore, the examination of the alignment between SME development and the SDGs represents a highly relevant subject from both theoretical and practical perspectives.

The acceleration of globalization, climate change, limited natural resources, and social inequality increasingly necessitate that SME activities integrate not only economic efficiency but also social and environmental responsibility. In Azerbaijan, the development of the non-oil sector and the policy of economic diversification make the effective utilization of SME potential a key priority for integrating the country’s economy into the UN Sustainable Development Goals.

The Role of SMEs in the Economy and Their Alignment with the Sustainable Development Goals.

Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) constitute a critical segment of the global economy and directly influence countries’ sustainable development. Globally, SMEs account for 60–70% of economic activity and provide the majority of employment opportunities (OECD, 2020). They also drive innovation and technology adoption, enhance regional economic activity, and improve market adaptability (World Bank, 2022).

In Azerbaijan, SMEs represent 99% of all enterprises and serve as a cornerstone of the non-oil sector (State Statistics Committee, 2023). Their development contributes to regional socio-economic balance, increases employment, and creates new job opportunities. Government incentives, such as preferential tax policies, subsidies, and the operational mechanisms of the Small and Medium Business Development Agency (KOBIA), stimulate SMEs’ sustainable growth (KOBIA, 2018).

The Sustainable Development Goals (SDGs) cover a broad spectrum, from poverty eradication to ensuring environmental sustainability, with key principles including inclusivity, responsible consumption, energy efficiency, and global cooperation (UNDP, 2021). SMEs contribute to these goals both directly and indirectly. For example, job creation and social inclusion are closely linked to SDG 1, SDG 8, and SDG 10, while innovative and environmentally responsible practices support SDG 7, SDG 12, and SDG 13.

SMEs’ alignment with the SDGs can be observed across economic, social, and environmental dimensions:

- **Economic alignment:** SME activity in regions boosts employment and reduces inequality (State Statistics Committee, 2023).
- **Social alignment:** Inclusion of women and youth in entrepreneurship, along with employee training and development, strengthens social inclusivity (UNDP, 2021).
- **Environmental alignment:** Efficient resource use, waste reduction, and adoption of renewable energy contribute to ecological sustainability (World Bank, 2022).

In Azerbaijan, enhancing SMEs’ alignment with the SDGs relies on institutional support, state programs, and international cooperation. However, limited access to capital, technological gaps, and challenges in institutional adaptation remain obstacles to fully realizing this alignment (OECD, 2020; UNDP, 2021).

Development of SMEs in Azerbaijan and Opportunities for Integration with the SDGs. The development of Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) in Azerbaijan has been identified as a priority area of state policy. To diversify the non-oil sector and enhance economic activity in the regions, various institutional support mechanisms have been implemented. These include preferential loans, subsidies, tax incentives, and operational programs by the Small and Medium Business Development Agency (KOBIA). Such mechanisms directly contribute to sustainable economic growth and increased employment (KOBIA, 2018).

Currently, SMEs possess significant potential to advance the implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs). However, limited financial resources, technological gaps, and challenges in institutional adaptation hinder the full acceleration of this integration.

The prospects for integrating SMEs with the SDGs can be identified in three main areas:

1. **Innovation and Digitalization:** Technological modernization of SMEs, development of startups, and digital services strengthen their integration into global markets (OECD, 2020). This is closely aligned with the targets of SDG 9.

2. **Green Economy and Environmental Responsibility:** Increased use of alternative energy sources, waste management, and application of ecological innovations align SMEs' activities with the objectives of SDG 13 (UNDP Azerbaijan, 2021).

3. **Social Inclusivity:** Promoting the participation of women and youth in entrepreneurship, supporting SMEs in regional areas, and fostering social entrepreneurship contribute to gender equality and social justice, corresponding with SDG 5 (State Statistics Committee, 2023).

The analysis indicates that aligning SME development with the SDGs requires the targeted application of institutional support, financial incentives, and international cooperation mechanisms. This approach holds strategic significance for Azerbaijan in terms of diversifying the non-oil sector, enhancing social welfare, and ensuring environmental sustainability.

Conclusion

In Azerbaijan, the development of Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) is closely intertwined with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) through multifaceted and mutually reinforcing mechanisms. As the most flexible segment of the economy, SMEs play a critical role in increasing employment, fostering innovation, and promoting the socio-economic development of regions. Their integration with the SDGs not only supports the fulfillment of global commitments but also aligns with the strategic objectives of national economic policy (Strategic Roadmap of the Republic of Azerbaijan, 2016).

Economic dimension: SMEs directly contribute to sustainable economic growth (SDG 8) and the reduction of inequality (SDG 10). Although government measures such as preferential loans, tax incentives, and support mechanisms (KOBIA, 2018) enhance SME activity, limited access to capital and the underutilization of innovative potential remain significant challenges (OECD, 2020).

Social dimension: SMEs serve as important instruments for promoting gender equality (SDG 5) and engaging youth in entrepreneurship. Despite existing state programs supporting women entrepreneurs, statistical data indicate that women remain underrepresented in business, highlighting the need for additional institutional support (State Statistics Committee, 2023).

Environmental dimension: Integration of SMEs into responsible consumption and production practices (SDG 12), alternative energy use (SDG 7), and climate change mitigation (SDG 13) is essential. However, the limited financial capacity of small enterprises slows the adoption of "green technologies," necessitating more targeted and differentiated state incentives for the green economy (UNDP Azerbaijan, 2021).

Global cooperation: Participation of SMEs in international value chains enhances Azerbaijan's export potential. Yet technological gaps, low competitiveness, and challenges in institutional adaptation hinder their full integration into global markets (World Bank, 2022).

Overall, aligning SME development with the SDGs provides a strategic pathway for Azerbaijan to achieve sustainable economic growth, social inclusivity, environmental sustainability, and increased international competitiveness.

SDG	Key Indicators	SME Statistics in Azerbaijan for 2023	The Integration of SMEs with the SDGs
SDG 8 Decent Work and Economic Growth	Share of SMEs in Employment	According to 2023 statistics, SMEs account for approximately 44% of total employment in Azerbaijan, employing around 90,800 people.	SMEs play a crucial role in creating new jobs and directly contribute to SDG 8 through employment policies.
SDG 8 / SDG 2 Sustainable Economic Growth & Agriculture	Contribution of SMEs to Total Value Added	SMEs account for approximately 18% of value added	SMEs support economic diversification, particularly by strengthening the non-oil sector and the local food supply chain.
SDG 5 Gender Equality	Share of Women Entrepreneurs	Women entrepreneurs account for 22–23% of all SMEs	Women's participation in the SME sector is increasing, but a gender gap remains. In line with SDG 5, it is possible to promote the empowerment of women entrepreneurship.
SDG 9 Industry, Innovation, and Infrastructure	SMEs' Share by Sector and Innovation Potential	SMEs account for 99% of all business entities in Azerbaijan.	The SME ecosystem is largely based on a significant number of micro-enterprises. With appropriate support policies, it is possible to accelerate innovation adoption and technological modernization.
SDG 12 Responsible Consumption and Production	Sectoral Structure of SMEs (Trade, Services, Agriculture, Processing)	The majority of SMEs are concentrated in trade, agriculture, services, and, to a lesser extent, high-value processing.	This structure presents both risks and opportunities for production and consumption control, as well as resource efficiency. For SMEs, ecological and circular economy practices—such as energy efficiency and waste reduction—should be prioritized.
SDG 7 / SDG 13 Clean Energy and Climate Action	National Renewable Energy Targets&Investments	Azerbaijan plans significant investments in renewable energy for the 2024–2027 period (approximately USD 2 billion investment, with an additional 2 GW capacity target).	This national transformation creates new opportunities for SMEs in energy supply, renewable energy markets (solar/wind), and energy-efficient services.

Furthermore, the alignment of SMEs with the SDGs highlights the potential for Azerbaijan to achieve a more resilient and diversified economy. By fostering innovation, digitalization, and green technologies within the SME sector, the country can simultaneously address employment, social inclusion, and environmental sustainability. Strengthening institutional support and facilitating access to finance and international markets

will be crucial for maximizing SMEs' contribution to the SDGs. Ultimately, a coordinated approach between government policies, private sector initiatives, and international cooperation can transform SMEs into a central driver of sustainable development in Azerbaijan.

Overall, the analytical review indicates that the integration of SMEs in Azerbaijan with the SDGs presents both significant opportunities and substantial challenges. Greater state support directed toward innovation, digitalization, and the green economy, alongside enhanced gender and regional balance, would increase the effectiveness of this process. Consequently, SMEs can become a key instrument not only for Azerbaijan's economic development but also for promoting social justice, inclusivity, and environmental sustainability (UN, 2015; Strategic Roadmap of the Republic of Azerbaijan, 2016).

References

- BMT (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- OECD (2020). SME Policy Index: Eastern Partner Countries.
- UNDP (2021). Sustainable Development and Green Economy Report.
- State Statistics Committee of the Republic of Azerbaijan. (2023). Official statistical indicators.
- KOBİA – Small and Medium Business Development Agency. (2018). Information on the Small and Medium Business Development Agency.
- World Bank (2022). Azerbaijan Economic Update.
- BMT (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- Azerbaijan Republic Strategic Roadmap on the National Economy and Key Sectors (2016).
- KOBİA – Small and Medium Business Development Agency. (2018). Information on the Small and Medium Business Development Agency.
- OECD (2020). SME Policy Index: Eastern Partner Countries.
- UNDP Azerbaijan (2021). Sustainable Development and Green Economy Report.
- World Bank (2022). Azerbaijan Economic Update

**FOREIGN DIRECT INVESTMENT AND GENDER EQUALITY IN EMPLOYMENT IN
TRANSITION ECONOMIES: NEW EMPIRICAL EVIDENCE FROM THE COMMONWEALTH
OF INDEPENDENT STATES (CIS)**

Assoc. Prof. Dr. Gamze Yıldız ŞEREN

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
Public Finance, Tekirdag, Turkey. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5063-1172>

Prof. Dr. Ömer ESEN

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
Public Finance, Tekirdağ, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4762-9282>

Abstract

This paper investigates the impact of foreign direct investment (FDI) on gender equality in employment, focusing on the Commonwealth of Independent States (CIS). The sample of the study consists of 10 CIS countries in transition economies over the period 1993–2024. Gender equality in the labour market is measured by the ratio of female to male labour force participation. To test the existence of a long-run cointegration relationship among the variables, the Westerlund error-correction-based panel cointegration tests are applied. Furthermore, dynamic ordinary least squares (DOLS) and fully modified ordinary least squares (FMOLS) estimation methods are performed to determine the long-run coefficients. The empirical results reveal that FDI has a positive and statistically significant effect on gender equality in employment, indicating that foreign capital inflows contribute to narrowing gender gaps, modernising labour markets, and enhancing the efficient utilisation of human resources in transition economies. Beyond providing essential financing for investment and growth, FDI also facilitates the transfer of new production techniques, innovation, managerial skills, and know-how, while improving workforce quality through training and skill development. These channels further strengthen women's participation in the labour market and promote inclusive development. The findings suggest that policymakers in transition economies should design FDI policies that not only attract foreign capital but also promote inclusive labour market practices to ensure sustained progress in gender equality.

Keywords: Foreign direct investment, Commonwealth of Independent States, Gender equality in employment

INTRODUCTION

Gender inequality is a global problem. Women's access to paid employment is particularly limited, and they constitute only forty percent of the global workforce (Anderson, 2010). FDI, often regarded as catalyst for modernization, income growth, economic development, and employment, plays a role in addressing gender inequalities. Technological advancements, increased labor demand, and corporate social responsibility, coupled with FDI, can impact women's well-being through economic growth. (Aust, Morais, & Pinto, 2020; Ouedraogo & Marlet, 2018: 2). Improvements in gender inequality, particularly in education and employment, have a significant impact on real gross domestic product per capita in the long run (Esen & Şeren, 2022). Gender inequalities, one of the obstacles to global development, hinder the emancipation of women in developing countries, particularly through inequalities in employment (Oogu, 2021: 4). In this context, the study establishes a direct connection with the Sustainable Development Goals 5 (*Achieve gender equality and empower all women and girls*), Goal 8 (*Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all*) and Goal 10 (*Reduce inequality within and among countries*) adopted by the United Nations in 2015 (UN, 2015).

FDI plays a role in improving gender inequality through firms, women entrepreneurs, and social interactions (Taylor-Strauss, 2023). In this context, the impact of FDI on gender equality develops through various channels. In one respect, FDI can contribute to the spread of norms supporting gender equality by increasing women's employment opportunities (Lee, Shin, 2020; Ouedraogo & Marlet, 2018; Irandoust, 2024). On the other hand, the increased flexibility of local labor demand could have an adverse effect on women (Ouedraogo & Marlet, 2018: 7).

With globalization, women's increased education has had a positive impact on labor force participation rates. Similarly, two different perspectives emerge regarding labor force participation. The first view suggests that women are employed in labor-intensive manufacturing industries at relatively low wages. The opposing view is that increased job opportunities for women have increased their earnings, thus narrowing the gender wage gap (Lai & Sarkar, 2017: 161). Foreign investments in labor-intensive and export-oriented sectors, within the context of FDI and women's bonds, have a significant impact on women's employment. FDI also has a positive impact on women's wages in this context. However, this increase is more limited in terms of its contribution to narrowing the wage gap (Braunstein, 2006). In this context, FDI has heterogeneous consequences on women's employment. The impact of FDI on gender equality may vary depending on the sectoral structure, institutional framework, and level of development of the country.

The study design is as follows. The first section reviews the literature on the relationship between FDI and gender equality and presents various research findings. The empirical model and dataset are then introduced in detail, and a methodological approach is presented for measuring the impact of FDI on gender equality in women's employment. The third section presents the empirical findings. The study aims to contribute to the academic literature and offer policy recommendations by demonstrating the impact of FDI on gender equality in employment, particularly in the context of the CIS.

1. LITERATURE

FDI has been widely examined in the literature from the perspective of economic growth and labor markets, while its impact on gender equality in employment has been limited. However, the impact of FDI on women's employment and gender equality has recently attracted academic attention. When the literature is examined from the perspective of FDI and gender equality in employment, it is observed that the effects are heterogeneous, varying depending on industry structure, country characteristics, and legal regulations.

Braunstein & Brenner (2007) examined the effects of FDI on gender wages in China. They combined household survey data and regional macro data from 1995 and 2002. Their findings indicated that FDI had a positive impact on both male and female wages. However, the situation shifted in favor of men in 2002, with FDI shifting to male-dominated sectors.

Timmermans (2014) examined the impact of FDI on female labor force participation using panel data from 43 countries in Sub-Saharan Africa for the period 1990-2009. The study found that FDI inflows, while initially creating a limited increase in countries with low labor force participation, did not significantly increase female labor force participation.

Jönsson (2015) examined the impact of FDI on female labor force participation in Latin America and the Caribbean. A fixed-effects estimation was conducted for a sample of 24 countries for the period 1990-2013. While the findings suggest some impact of FDI on gender equality, the results are not robust.

Tekin & Aktakas (2017) used dynamic panel data analysis for the period 2004-2012 in their study specific to Türkiye. According to the analysis results, the impact of FDI on women's employment was found to be negative.

Lai & Sarkar (2017) examined the impact of the Gender Equal Employment Act, enacted in Taiwan in 2002, on both men and women. They measured the legislation's impact on employment opportunities using the multinomial logit method. Their findings revealed that while it reduced the wage gap in FDI-intensive sectors, it had a limited impact on increasing women's employment.

Ouedraogo & Marlet (2018) conducted a panel data analysis for 94 countries using the 1990-2015 timeframe. The findings of the study indicate that FDI reduces gender inequality, but the effect is lower in countries where women's access to the labor market is limited.

Sharma (2020) examined the relationship between FDI, female employment, and wages in India. For this purpose, an aweighted industry-level Gender Inequality Index was created. The study found that FDI increased the employment of unskilled female workers and widened the gender wage gap.

Savrul & Hazar (2020) examined the impact of FDI on women's employment in Turkey using cointegration analysis. Their findings indicate a positive relationship between FDI and women's employment rates.

Oogu (2021) examined the gender impact of FDI in Uganda between 2010 and 2017 using linear regression analysis. The study found no relationship between FDI and the percentage of women employed in formal sectors.

Ghazalian (2024) used a panel dataset for 148 countries to examine the impact of FDI on women's employment and the female employment share across sectors over the 2001-2019 period. The findings indicate that FDI has no significant impact on the national female employment rate. However, the female employment share increases in the service sector and decreases in the agricultural sector.

A general review of the literature suggests that the impact of FDI on women's employment is not unidirectional. Some studies (Ouedraogo & Marlet, 2018; Savrul & Hazar, 2020) find that FDI has a positive and long-term strengthening effect on women's employment, while others (Sharma, 2020; Tekin & Aktakas, 2017) find this effect negative or widen the wage gap. Studies such as Timmermans (2014) and Oogu (2021) find no significant relationship between FDI and female labor force indicators. In this context, the impact of FDI on gender equality varies depending on sector composition, women's access to the labor market, legal regulations, and the institutional structure of countries.

2. EMPIRICAL SPECIFICATION AND DATA

This study empirically examines the impact of foreign direct investment (FDI) on gender equality in employment. The analysis is based on annual data from the World Bank's World Development Indicators (WDI) for the period 1993–2024, covering ten CIS transition economies—Armenia, Azerbaijan, Belarus, Kazakhstan, Moldova, the Russian Federation, Turkmenistan, and Uzbekistan. The aim is to achieve an optimal sample size when selecting the set of economies and the study period. In this study, Ukraine was excluded from the sample due to severe data disruptions after 2021, which are primarily associated with the outbreak of the Russia–Ukraine conflict. The lack of consistent and reliable data for the post-2021 period not only creates significant missing observations but may also introduce structural breaks that are not comparable to the economic dynamics of other CIS countries. To ensure the robustness and consistency of the analysis, the sample was restricted to CIS member states with continuous data availability over the study period. The data sources and definitions for all variables are summarised in Table 1.

Table 1. Data source and definition of variables.

Variable Code	Variables Name	Description	Data Source
FDI	Foreign direct investment, net inflows (% of GDP)	Inward FDI net inflows (equity capital, reinvested earnings, and other capital) expressed as a percentage of GDP (BoP, current US\$); higher values indicate larger FDI inflows relative to the economy's size.	World Bank (2025), World Development Indicators (WDI)
FMLFP	Ratio of female to male labour force participation rate (%)	Female LFPR divided by male LFPR, multiplied by 100 (ILO-modelled estimate); higher values indicate greater gender parity in labour force participation.	World Bank (2025), World Development Indicators (WDI)

The model used to estimate the effect of FDI on gender equality in the labour market in CIS transition economies is specified as follows:

$$FDI_{it} = \beta_0 + \beta_1 FMLFP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

As shown in Eq (1), $FMLFP_{it}$ denotes gender equality in employment, measured as the female-to-male labour force participation rate ratio (percent; ILO-modelled estimate), and FDI_{it} denotes foreign direct investment, net inflows as a share of GDP (percent). ε_{it} is the error term; i indexes countries ($i=1, \dots, n$) and t indexes years ($t=1, \dots, T$). Descriptive statistics for all variables are reported in Table 2.

Table 2. Descriptive statistics of the variables

	FDI	FMLFP
Obs.	318	318
Mean	0.0459	0.8019
Median	0.0293	0.8104
Maximum	0.5507	1.0482
Minimum	-0.0567	0.5118
Std. Dev.	0.0623	0.1414
Skewness	4.4066	-0.4072
Kurtosis	31.0265	2.4887
Jarque-Bera	11436.91*	12.2528**

Note: * and ** indicate statistically significant at the 1% and %5 levels, respectively.

3. EMPIRICAL RESULTS

3.1. PANEL UNIT ROOT ANALYSIS

To identify meaningful relationships among the variables, the series must be stationary (that is, not unit-root). Hence, prior to conducting panel estimation, unit-root tests are performed to confirm whether the series are stationary and to determine their level of stationarity (Esen and Bayrak, 2017). Since the reliability of unit-root and cointegration tests hinges on whether cross-sections move together, the study first diagnoses cross-section dependence (CD) using the Breusch–Pagan (1980) LM, Pesaran’s (2004) scaled-LM and CD tests, and the bias-corrected scaled-LM of Baltagi, Feng and Kao (2012). Cross-section dependence test outcomes are reported in Table 3.

Table 3. Cross-section dependence test results

CD Tests	Statistics	
	FDI	FMLFP
Breusch and Pagan (1980) LM	186.1706*(0.0000)	563.5889*(0.0000)
Pesaran (2004) scaled LM	14.88069*(0.0000)	54.66407*(0.0000)
Baltagi et al. (2012) bias-corrected scaled LM	14.71940*(0.0000)	54.50278*(0.0000)
Pesaran (2004) CD	10.44050*(0.0000)	3.411607*(0.0000)

Note: * indicates statistically significant at the 1% level.

The outputs in Table 3 points to cross-sectional dependence at significance levels ($p < 0.01$). In practical terms, shocks hitting one country tend to spill over to others, so policies aimed at attracting foreign capital for economic development should be framed with both domestic structure and peer countries’ policy stances in mind. Given this dependence, first-generation panel unit-root tests that assume cross-sectional independence are not appropriate. Instead, this study applies Pesaran’s (2007) cross-sectionally augmented Dickey–Fuller (CADF) test, which augments the ADF regression with lagged cross-sectional averages to capture common factors; taking first differences of this specification further mitigates inter-unit correlation (Tatoğlu, 2012). The CADF outcomes for the variables are reported in Table 4.

Table 4. CADF panel unit root test results

Variables	Level	First difference
FDI	-1.030	-3.210*
FMLFP	-1.846	-2.810*

Note: * indicates statistically significant at the 1% level.

As presented in Table 4, Pesaran (2007) CADF panel unit-root statistics for FDI and FMLFP reveal that all series are non-stationary at the 1% level, implying the presence of unit roots. To achieve stationarity, the first differences of the variables were computed. Given these findings, it becomes appropriate to assess whether the variables are integrated of the same order and to explore the presence of a potential long-run equilibrium relationship through cointegration analysis.

3.2. PANEL DATA COINTEGRATION ANALYSIS

In the context of panel cointegration testing, cross-sectional dependence undermines the validity of standard inference based on asymptotic normality. To obtain reliable results under such conditions, it is essential to rely on bootstrap-based p-values, which provide robustness by incorporating cross-sectional correlation into the resampling procedure. To investigate whether a long-run association exists between the variables, this study employs panel cointegration tests. Specifically, the analysis applies the error-correction-based panel cointegration approach proposed by Westerlund (2007), which accounts for cross-sectional dependence across units. In line with the recommendations of Chang (2004) and Westerlund (2007), the test statistics are evaluated against bootstrapped critical values to address potential bias arising from dependence and small sample size. The cointegration test results are reported in Table 5.

Table 5. Westerlund ECM panel cointegration tests

	Statistic	Value	Robust P-value
Group-mean tests	Gt	-4.772*	0.000
	Ga	-30.242*	0.000
Panel tests	Pt	-14.473*	0.000
	Pa	-24.782*	0.000

Note: * indicates statistically significant at the 1% level. Robust p-values are obtained using a bootstrap procedure with 100 replications

As shown in Table IV, the null hypothesis of no cointegration among cross-sectional units in the panel—tested using Westerlund’s approach—is rejected at the 1% significance level across all four test statistics derived from robust bootstrap p-values. These findings provide strong statistical evidence in favour of a long-run equilibrium relationship in the panel. Accordingly, the results suggest that, for CIS transition economies, there exists a significant and stable long-term association between foreign direct investment inflows and female labour force participation rates.

Once the presence of a long-run relationship between the variables is confirmed, it becomes necessary to estimate the associated cointegration coefficients. In this study, the long-run parameters are obtained using two alternative estimation techniques: fully modified ordinary least squares (FMOLS) and dynamic ordinary least squares (DOLS). The outcomes of both estimators are summarised in Table 6.

Table 6. The results of long-run coefficient estimates based on FMOLS and DOLS

Variable	DOLS		FMOLS	
	β	<i>t</i> -statistics	β	<i>t</i> -statistics
FDI	0.0616*	6.9217	0.0600*	8.1971

Note: * indicates statistically significant at the 1% level.

Table 6 presents the estimated long-run relationship between female labour force participation—used here as a proxy for gender inequality in employment—and foreign direct investment inflows. The results obtained from both FMOLS and DOLS estimations indicate that the long-run coefficients are statistically significant at the 1% level. Moreover, the direction of the relationship is positive, suggesting that higher levels of foreign investment are associated with increased female participation in the labour market. Specifically, a one-unit rise in FDI inflows leads to a 0.06 unit increase in women's labour force participation according to both estimation methods. These findings highlight the potential role of foreign capital in addressing gender disparities in employment, promoting labour market modernisation, and enhancing the effective use of human resources.

4. CONCLUSIONS

FDI constitutes a critical driver of economic and social transformation in transition economies. Beyond providing essential financing for investment and growth in countries where domestic savings are insufficient, FDI also contributes to expanding trade volumes, enhancing tax revenues, and increasing integration into global production and value chains. In addition, FDI acts as a catalyst for the transfer of new production techniques, managerial skills, and know-how, thereby reshaping perspectives on labour markets and human capital. In economies that undertake structural reforms in political, legal, and economic platforms and design investment policies to attract and effectively regulate foreign capital, FDI policies can further stimulate labour market improvements. Such policies not only modernise the functioning of labour markets but can also establish favourable conditions for advancing gender equality in employment.

This study contributes to the existing literature by empirically examining the role of FDI in promoting gender equality in employment in transition economies. Using data from 10 CIS countries over the period 1993–2024, the analysis employs the ratio of female to male labour force participation as an indicator of gender equality. The existence of a long-term equilibrium relationship among the variables is confirmed by the Westerlund error-correction-based panel cointegration tests. Furthermore, the long-run coefficients estimated by FMOLS and DOLS reveal that FDI exerts a positive and statistically significant impact on gender equality in employment. These findings highlight that foreign capital inflows play an essential role in narrowing gender gaps, modernising labour markets, and enhancing the efficient utilisation of human resources in transition economies.

The empirical results carry important policy implications. Policymakers in transition economies should acknowledge that FDI is not only a source of capital but also a transformative tool that can foster inclusive growth and equal opportunities. Accordingly, FDI policies should be designed in a way that integrates social and gender equality objectives alongside economic growth targets. Incentive frameworks that promote inclusive recruitment, skill development, and training programmes should accompany foreign investment inflows. Structural reforms in education, labour regulations, and corporate governance are equally vital to ensuring that the benefits of foreign investment are distributed equitably across society. Ultimately, embedding inclusivity and gender equality considerations into FDI policy design will not only strengthen the efficiency and competitiveness of labour markets but also ensure that transition economies achieve sustainable and socially balanced development.

REFERENCES

- Anderson, R. J. (2010). Promoting distributional equality for women: some thoughts on gender and global corporate citizenship in foreign direct investment. *Women's Rts. L. Rep.*, 32, 1.
- Aust, V., Morais, A. I., & Pinto, I. (2020). How does foreign direct investment contribute to Sustainable Development Goals? Evidence from African countries. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118823.
- Baltagi, B. H., Feng, Q., & Kao, C. (2012). A Lagrange Multiplier test for cross-sectional dependence in a fixed effects panel data model. *Journal of Econometrics*, 170(1), 164-177. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2012.04.004>
- Braunstein, E. (2006). Foreign direct investment, development and gender equity: A review of research and policy. UNRISD Occasional Paper, No. 12, United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD), Geneva

- Braunstein, E., & Brenner, M. (2007). Foreign direct investment and gendered wages in urban China. *Feminist Economics*, 13(3-4), 213-237.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The review of economic studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Chang, Y. (2004). Bootstrap unit root tests in panels with cross-sectional dependency. *Journal of econometrics*, 120(2), 263-293. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00214-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00214-8)
- Esen, Ö., & Bayrak, M. (2017). Does more energy consumption support economic growth in net energy-importing countries?. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 22(42), 75-98. <https://doi.org/10.1108/JEFAS-01-2017-0015>
- Esen, Ö., & Seren, G. Y. (2022). The impact of gender inequality in education and employment on economic performance in Turkey: evidence from a cointegration approach. *Equality, Diversity and Inclusion: An International Journal*, 41(4), 592-607.
- Ghazalian, P. L. (2024). Women in Transition: The Dynamic Effects of Inward FDI on Female Employment in the Economy and Across Sectors. *Economies*, 12(12), 318.
- Irandoost, M. (2024). Does FDI encourage female labor force participation? Evidence from Arab countries. *Business Economics*, 59(3), 174-189.
- Jönsson, L. (2015). Is there an impact of Foreign Direct Investments on gender equality? A study of female employment in Latin America and the Caribbean. Master Thesis. Lund University. <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=7854948&fileId=7854951>
- Lai, Y. C., & Sarkar, S. (2017). Gender equality legislation and foreign direct investment: Evidence from the labour market of Taiwan ROC. *International Journal of Manpower*, 38(2), 160-179.
- Lee, C. Y., & Shin, M. J. (2020). Do women favor foreign direct investment?. *Politics & Gender*, 16(2), 525-551.
- Oogu, P. (2021). "The Effects of Foreign Direct Investment on Gender Inequality in Uganda". Walden Dissertations and Doctoral Studies. 10262. <https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations/10262>
- Ouedraogo, R., & Marlet, E. (2018). Foreign direct investment and women empowerment: New evidence on developing countries. International Monetary Fund.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of applied econometrics*, 22(2), 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. CESifo Working Papers No. 1233, IZA Discussion Paper No. 1240. Center for Economic Studies and Ifo Institute for Economic Research.
- Savrul, B. K., & Hazar, D. (2020). Türkiye'de Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Kadın İstihdamına Etkisine Dair Ekonometrik Analiz. *Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journal*, 1-20.
- Sharma, S. (2020). The Impact of Foreign Direct Investment on Gender Inequality in India. *Transnational Corporations Journal*, Vol. 27, No. 3, 2020.
- Tatoğlu, F.Y. (2012). *İleri Panel Veri Analizi*. Istanbul: Beta Yayınevi.
- Taylor-Strauss, H. (2023). Advancing Gender Equality through Foreign Direct Investment – Often an Overlooked Avenue. ESCAP. <https://www.unescap.org/blog/advancing-gender-equality-through-foreign-direct-investment-often-overlooked-avenue>
- Tekin, İ., & Aktakas, B. G. (2017). Türkiye'deki Doğrudan Yabancı Yatırımların Kadın İstihdamına Etkisi. *Kadin/Woman 2000*, 18(1).
- Timmermans, C. (2014). Foreign Direct Investments and gender labour force participation: An empirical study on Sub-Saharan Africa between 1990-2009. Master in Economic Development and Growth. Lund University.

UN. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, A/RES/70/1. https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf

Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 69(6), 709-748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>

World Bank (2025). *World Development Indicators (WDI)*. (accessed on 20.08.2025), <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

**CARBON GOVERNANCE IN EMERGING ECONOMIES: A HYBRID THEORETICAL
ANALYSIS OF TURKEY'S 2025 CLIMATE LAW AND THE EU CARBON BORDER
ADJUSTMENT MECHANISM**

Master's Student Emine Örs

Izmir Democracy University, Institute of Social Sciences, Department of Economics, Karabağlar, İzmir.

Professor Dilek Sürekçi Yamaçlı

Izmir Democracy University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics,
Karabağlar, İzmir.

ABSTRACT

This study evaluates Turkey's climate policies through the lenses of Green Political Economy, Dependency Theory, and Institutionalism. SWOT and TOWS analyses reveal Turkey's strengths, including the 2053 net-zero target, renewable energy capacity, and institutional framework, as well as weaknesses such as limited institutional capacity, high carbon-intensive production, and fragmented policies. External normative pressures, particularly the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM), exacerbate dependency issues due to Turkey's export-oriented production structure while highlighting the need to strengthen institutional capacity. The study emphasizes the importance of effective MRV systems, just transition policies, access to green finance, international cooperation, and technological modernization. The success of Turkey's climate policies depends not only on adapting to external pressures but also on implementing an inclusive, equitable, and institutionally robust internal transformation.

Keywords: Turkey's Climate Policy, CBAM, Green economy, Institutional Capacity

**GELİŞMEKTE OLAN EKONOMİLERDE KARBON YÖNETİŞİMİ: TÜRKİYE'NİN 2025
İKLİM YASASI VE AB SINIRDA KARBON DÜZENLEME MEKANİZMASI'NIN HİBRİT
KURAMSAL ANALİZİ**

Özet

Bu çalışma, Türkiye'nin iklim politikalarını Yeşil Ekonomi-Politik, Bağımlılık Teorisi ve Kurumsalcılık perspektifleriyle değerlendirmektedir. SWOT ve TOWS analizleri, Türkiye'nin 2053 net sıfır hedefi, yenilenebilir enerji kapasitesi ve kurumsal çerçeve gibi güçlü yönlerinin yanı sıra kurumsal kapasite eksikliği, yüksek karbon yoğun üretim ve politika parçalanmaları gibi zayıf yönlerini ortaya koymaktadır. AB'nin Karbon Sınır Ayarlama Mekanizması (CBAM) gibi dışsal normatif baskılar, Türkiye'nin ihracata dayalı üretim yapısı üzerinden bağımlılık sorunlarını artırırken, kurumsal kapasiteyi güçlendirme ihtiyacını da öne çıkarmaktadır. Çalışma, etkin MRV sistemleri, adil dönüşüm politikaları, yeşil finansmana erişim, uluslararası iş birliği ve teknolojik modernizasyonun önemini vurgulamaktadır. Türkiye'nin iklim politikalarının başarısı, dışsal baskılara uyum sağlamak kadar, içsel dönüşümü adil, kapsayıcı ve kurumsal olarak güçlü bir zeminde gerçekleştirmekle mümkün olacaktır.

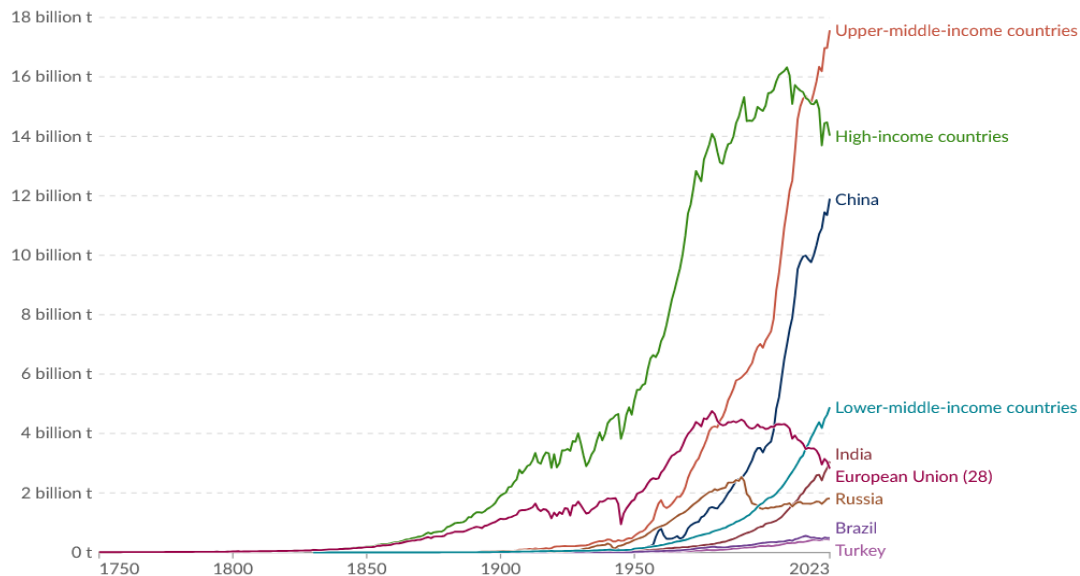
Anahtar kelimeler: Türkiye'nin İklim politikası, CBAM, Yeşil Ekonomi, Kurumsal Kapasite

INTRODUCTION

Global climate change has become one of the most debated issues of the 21st century. Increasing carbon emissions, especially as a result of uncontrolled use of fossil fuels, industrialization, rapid urbanization and intensive consumption of natural resources, not only cause environmental destruction; it also threatens the economic stability and social welfare of countries. As a matter of fact, the consequences of the climate crisis are observed in a wide framework, from the increase in extreme weather events to the problems that arise in important areas such as food security and energy supply.

These developments have called into question the effectiveness of existing global governance mechanisms and have forced states to develop more effective climate policies. In this context, reports published by scientific authorities such as the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) have led to increasing global awareness by revealing evidence on the climate crisis, while also guiding countries towards cooperation around common goals (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023).

Chart 1. The Course of Global Carbon Emissions by Country Groups and Selected Economies (1750–2023)



Source: Our World in Data, 2024

When Chart 1 is examined, it is seen that emission rates have increased rapidly, especially since the Industrial Revolution (Ritchie & Roser, 2025). While high-income countries played a leading role in global emissions growth in the 20th century, the growth of China and upper-middle-income countries in the last three decades has changed these dynamics. An upward trend is also observed in lower-middle-income countries and emerging economies such as India; This suggests that economic growth is generally not based on carbon-intensive activities. On the other hand, the European Union's reduction of emissions since the 1990s reveals the partial success of its climate policies and energy transition strategies. Although emissions from Russia, Brazil and Turkey are limited, the increase in Turkey in particular reflects industrialization and energy demand. Overall, the graph shows that responsibility for the global climate crisis is shifting from high-income countries to emerging economies, with developing countries under a dual pressure between development goals and global climate obligations (Wallimann-Helmer, 2019).

In terms of climate policies, the European Union's (EU) Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) has recently stood out as a controversial example. CBAM aims to support the EU's climate goals and prevent carbon leakage. On the other hand, it is emphasized that emerging economies in particular can have economic and political effects on trade relations (Cosbey et al., 2021). In this context, the CBAM is not only a technical environmental policy, but also an indicator of the EU's normative power in the international arena. The conceptualization of "Normative Power Europe" put forward by Manners explains the EU's capacity to disseminate its values and standards at the global level through trade policies (Manners, 2002). Emerging economies are at the heart of the transformation in the global carbon governance paradigm, as they are responsible for a significant portion of global emissions and are also more vulnerable to the adverse impacts of climate change (United Nations Environment Programme [UNEP], 2024). These countries face the economic-political dilemma of pursuing their development goals, as well as realizing international climate goals and adapting to market conditions. In particular, as the "Brussels Effect" literature shows, the regulations applied in the EU internal market actually lead foreign trade partners to comply with these norms and transform global production standards. The simultaneous enactment of Turkey's 2025 Climate Law with CBAM constitutes one of the most recent and concrete examples of this regulatory impact (Bradford, 2020).

Türkiye is an important actor in climate-economy interaction with its trade ties with the EU and its 2053 net zero emission target (Birpınar & Gürtepe, 2023). In this context, Türkiye's Climate Law, enacted in 2025, is a critical indicator of its efforts to both strengthen national climate actions and adapt to the EU's mechanisms such as CBAM. This law will shape carbon markets, energy transition, and green financing mechanisms by placing the country's climate governance framework on a legal basis (Republic of Turkey, 2025). However, how this transformation will interact with factors such as political resilience, institutional capacity, and the adaptability of sectors within the country is an important research topic (Gürçam, 2025).

This study makes a unique contribution to the global climate governance literature by addressing Türkiye's 2025 Climate Law with the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). While Turkey's climate policies are mostly discussed in terms of economic impacts or technical adaptation processes in the literature, this research evaluates both the normative power of the EU and Turkey's internal economic-political transformation together.

HYBRID THEORETICAL FRAMEWORK: GREEN ECONOMY-POLITICS, DEPENDENCY THEORY AND INSTITUTIONALISM APPROACHES

In this section, the three approaches discussed in the study – Green Economy-Politics, Dependency Theory, and Institutionalism – will be examined and the necessity of evaluating these approaches in a single framework will be discussed in evaluating current regulations such as Turkey's 2025 Climate Law and CBAM. Unidirectional approaches may be insufficient to conceptualize a multidimensional phenomenon such as some global climate governance. Therefore, by creating a hybrid framework, both the structural effects of the international system and the institutional responses of national actors can be addressed from a holistic perspective.

Green Economy-Political Approach and Turkey

The Green Economy-Politics approach addresses climate change not only as an environmental issue but also as an issue shaped at the intersection of economic interests, social justice demands, and political power relations. This perspective departs from traditional political economy analyses and focuses on how the social costs of the climate crisis are distributed, which actors benefit and who bears the burden. As Kuş and Jackson (2025) point out, green transformation cannot progress only through technological innovations or market instruments; This should also be understood as a process of "redistribution" and "just transformation". Therefore, the state has to go beyond being a passive regulator and assume the role of an active "green state" that directs social and economic transformation (Kuş & Jackson, 2025).

The green political economy perspective indicates that climate policies interact directly with economic growth, capital accumulation, and global trade. Fligstein (2025) emphasizes that climate action depends not only on scientific evidence but also on democratic processes and political decisions. Therefore, when evaluating climate governance, international power balances and conflicts of interest of market actors should be taken into account beyond state capacity. Furthermore, green transformation is not limited to regulatory tools but is strengthened by community engagement and the involvement of local actors in the process (Fligstein, 2025). The concept of "science citizens" developed by Angelakis, Manioudis, and Koskina (2025) reveals that climate policies are also supported by the knowledge production and participation of individuals; this highlights the importance of multi-layered governance models, both national and international (Angelakis et al., 2025).

In the case of Turkey, the Green Economy-Politics approach is particularly important for understanding the challenges the country faces with the 2025 Climate Law and the EU's CBAM mechanism. Turkey has to manage both internal economic restructuring and compliance with external regulations simultaneously due to its energy-intensive industrial structure, rapidly increasing emissions, and strong trade ties with the EU. In this context, the role of the state is not only as a regulatory authority but also as an active actor driving energy transition, carbon markets, and green financing mechanisms. The importance of social participation and knowledge production also emerges as a critical element in policy design in Turkey; For example, the inclusion of local industrial actors, non-governmental organizations and research institutions in the processes increases the effectiveness of green transformation.

In this context, the Green Economy-Politics perspective offers a holistic analysis tool that enables Turkey to both strengthen its position in global climate governance and restructure its domestic policies in a fair and sustainable manner.

As a result, the Green Economy-Politics approach is not only based on reducing carbon emissions; at the same time, it makes it possible to evaluate it on the axes of economic restructuring, social justice and political legitimacy. This approach offers a critical analysis tool, especially now that emerging economies are facing external pressures like the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Thus, it provides a comprehensive and holistic perspective in policy design by allowing both internal institutional capacity and global power balances to be considered together.

Dependency Theory and Turkey's Development Dynamics

Dependency Theory emerged in Latin America in the 1960s and was developed by researchers such as Andre Gunder Frank, Fernando Henrique Cardoso and Samir Amin (Cardoso et al., 1979; Samoff, 1978). This theory constitutes an important framework for understanding the development processes of developing countries. The main thesis of the theory is that developing countries in the global capitalist system become economically dependent on developed countries. While developed countries gain economic advantage through raw materials, cheap labor and markets, developing countries are structurally disadvantaged in these relations. As a result, the development processes of these countries are constrained by global dependency relations despite their intrinsic resources and potentials (Cardoso et al., 1979).

Dependency Theory offers an applicable perspective in Turkey as well. The open economic policies implemented since the 1950s have led to the integration of Turkey's economic structure into the global capitalist system. In this process, Turkey has developed various dependency relations, especially raw material imports and foreign financing dependency. Although the import substitution industrialization policies implemented in the 1960s and 1970s aimed to reduce foreign dependency, relations with developed countries in terms of financing and technology caused Turkey's development strategies to be limited (Aydın, 2021). The post-1980 neoliberal transformation process has deepened Turkey's foreign dependency in different dimensions. In particular, export-oriented industrialization policies and dependence on foreign capital investments have made the country's economic growth sensitive to external conditions. This has increased Türkiye's vulnerability to economic crises and currency fluctuations, while also leading to its development strategies being shaped by global market dynamics (Kuran, 2024).

Dependency Theory does not focus only on economic indicators when evaluating development problems in Turkey; it also considers political and societal dimensions. Turkey's energy, industrial and technology policies can be understood within the framework of its trade relations with global actors and its financing dependency. This approach emphasizes that Turkey needs to develop strategies to reduce external dependencies while planning its development policies. For example, domestic energy production, technology development and sustainable industrial policies can be considered as steps towards balancing the dependency relations envisaged by the theory.

In conclusion, Dependency Theory is a powerful theoretical tool for understanding Turkey's development processes within the framework of global inequalities and dependency relations. The theory allows both to criticize Turkey's past development strategies and to develop more independent and sustainable policies for the future. In this context, analyzing the economic, political, and social dimensions of dependency relations in a holistic manner is critical in understanding the tension between Turkey's development goals and the international system.

Institutionalism Approach and Carbon Governance in Turkey

The institutionalism approach highlights the impact of states and international structures on climate policies. This perspective analyzes how policy design and implementation are shaped through both legal regulations and societal norms. While classical institutionalism focuses on the historical and structural context; the new institutional approach focuses more on the normative and behavioral dimensions of institutions (DiMaggio & Powell, 1983).

In the case of Turkey, external mechanisms such as CBAM implemented by the European Union directly affect the policy-making capacities of national institutions. For example, legislative regulations, government departments, the Emissions Trading System (ETS), and audit mechanisms are among the factors that determine the effectiveness of carbon markets. Institutional capacity deficiencies are one of the approaches that can explain the challenges and deficiencies faced by Türkiye in the process of harmonization with EU mechanisms such as CBAM (Acar et al., 2022).

When institutionalism is combined with Green Economy-Political and Dependency Theory, it offers the opportunity to analyze Turkey's capacity to both adapt to external pressures and achieve its internal development goals in a more holistic way. This hybrid framework is used to identify gaps in policy design and implementation; It is considered as a critical tool in defining institutional resistances, opportunities and actors' behaviors. When the 2025 Climate Law, ETS, and green financing mechanisms are evaluated from the perspective of institutionalism, it can be clearly revealed which institutions are responsible, the effectiveness of the processes, and the obstacles encountered (Gürçam, 2025). In this context, the limitations of institutional capacity are a critical factor affecting both internal development goals and the harmonization process with the EU's external mechanisms.

While the Green Economy-Politics perspective emphasizes the role of the state not only as a regulator but also as an active actor directing the green transformation; Dependency Theory shows how Turkey shapes its strategies in the context of global economic relations and foreign dependency. The institutionalism perspective, on the other hand, emphasizes the role of institutions and institutional structures in determining the effectiveness of policies. This hybrid framework enables the evaluation of both Turkey's internal development goals and its adaptation to international pressures on a more solid basis.

STUDIES ON GLOBAL CARBON GOVERNANCE

Combating global climate change and carbon governance have gained a central place in the international political and economic literature in recent years. In particular, policies such as the European Union's (EU) Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) and the efforts of emerging economies to adapt to these mechanisms have become the focus of academic studies in this field. In this section, relevant literature in the context of the EU's CBAM policies, Turkey's climate policies, and broader global carbon governance is examined in a chronological approach, highlighting the connections between the main findings and gaps in the literature.

As one of the first significant studies in the carbon governance literature, Fuhr and Lederer (2009) examined the Clean Development Mechanism (CDM) in Brazil, China, and India, revealing that this mechanism diversified environmental policies in developing countries and made significant contributions to global cooperation. These early findings have highlighted the potential of international mechanisms in enhancing local cohesion and public awareness. Accordingly, Gani (2012)'s panel data regression analysis of 99 developing countries showed that good governance practices (political stability, rule of law, anti-corruption) reduce carbon dioxide emissions per capita, emphasizing the importance of governance quality for environmental sustainability. However, Lo (2014) drew attention to the fragmented and decentralized nature of carbon governance in cities, stating that voluntary approaches create a gap between discourse and real actions. Similarly, Haselip et al. (2015) argued that reducing the concept of technology transfer to mere tangible equipment leads to a shallow approach that ignores social, economic, and institutional dimensions, demonstrating the need for a more holistic understanding.

Hickmann et al. (2017), one of the studies on the effectiveness of mechanisms to combat climate change in developing countries, emphasized that policies and institutional structures at the national level are decisive and that top-down and bottom-up approaches should be integrated. Subsequently, Liliana and Yixian (2019) noted that participation in voluntary carbon offset (VCO) programs in developing countries is influenced by factors such as access to international institutions and climate aid, as well as market forces. Within this general global and comparative context, the EU's climate policies and especially CBAM debates have started to find more and more space in the literature. In the case of Turkey, Başsüllü and Tolunay (2014) stated that Turkey should establish an Emissions Trading System (ETS) in order to be successful in the fight against climate change, and that this would cover the energy and forestry sectors and control greenhouse gas emissions.

In the following periods, the EU's climate policies and the effects of CBAM were discussed more concretely. Simola (2021), with its computational estimates specific to China, India, Russia, Turkey and Ukraine, predicted that the costs of CBAM for exporting countries would be limited, but that the costs would increase as the carbon price and product scope expanded. In the same period, Orkunoğlu Şahin and Çiftçi (2021) emphasized that Turkey has not yet implemented a carbon tax, unlike EU countries, but it has become a necessity due to the Paris Agreement and the EU's CBAM regulation. Lim et al. (2021) stated that although the EU's CBAM announcement revitalized the carbon credit market, it carries the risk of backlash as retaliatory tariffs may be imposed by major exporters such as Russia, China and India, and recommended special measures for international cooperation and developing countries. In addition, Cosbey, Mehling and Marcu (2021) stated that the differences of opinion among EU stakeholders regarding the CBAM design persist and that legal, technical and political feasibility is critical. Eicke et al. (2021) indicated that the effects of the EU's CBAM implementation on countries are not evenly distributed, with African and Southeastern European countries in particular at higher risk, indicating that trade dependency and limited institutional capacity increase vulnerability. Türkoğlu Üstün (2021) stated that the European Green Deal pushes Turkey to adopt more ambitious climate policies, which is necessary to maintain its competitiveness, especially in the face of the carbon border adjustment mechanism.

Discussions on the global and regional effects of CBAM have deepened over time. CGE modeling by Perdana ad Vielle (2022) found that CBAM is effective in reducing carbon leakage but may cause loss of welfare for least developed countries (LDCs), and CBAM revenues should be transferred to these countries to mitigate these negative effects. Szulecki, Overland, and Smith (2022) have conceptually discussed that the EU's CBAM policy effectively constitutes a "climate club" but poses significant challenges in terms of legitimacy and governance due to the EU's unilateral control. Overland and Sabyrbekov (2022), in his analysis of which countries may oppose CBAM the most, suggested that large economies and carbon-intensive producing countries will be strong opponents. During this period, Hufbauer et al. (2022) pointed out the potential WTO incompatibilities of the CBAM, which could cause objections from many countries, including Turkey, and argued that a collaborative model involving mutual recognition would be more effective rather than a unilateral approach. In the case of Turkey, Acar, Aşıcı and Yeldan (2022) examined the economic burden of the CBAM mechanism, which may affect exports to the EU, and its possible effects on the sectors, and showed that the Cement and Electricity sectors will be affected the most, but active climate policies and the transition to the ETS system can turn risks into opportunities.

In 2023, the legal, economic and social dimensions of CBAM were examined in more detail. Sejdiu (2023) has legally assessed whether the EU's CBAM implementation violates World Trade Organization (WTO) rules, indicating the possibility of facing a legal challenge. Böning, Di Nino and Folger (2023) found that ETS is effective in reducing emissions in the EU but leads to carbon leakage and is more sensitive to the emission intensity of foreign-owned firms. Magacho, Espagne and Godin (2023) identified the top exporters of CBAM products to the EU as Türkiye, Ukraine, China, and Russia by volume, while analyzing that Mozambique, Balkan countries, and some African countries may be disproportionately affected. Korpar, Larch, and Stöllinger (2023) noted that CBAM, while limited in economic impacts, slightly reduced global CO₂ emissions and supported export competition by EU producers. Corvino (2023) argued that CBAM creates an unfair mitigation burden and deepens past climate injustices, suggesting that the revenues generated should be transferred to affected countries. Öner (2023), one of the Turkey-focused studies, emphasized that Turkey needs to make more progress in institutional coordination, technology and social awareness in the fight against climate change. Birpınar and Gürtepe (2023) stated that the environment has become a policy tool and that Turkey is developing policies in line with its 2053 net zero target. Furthermore, Zhong and Pei (2023) have revealed that while CBAM can in theory maintain fair competition and prevent carbon leakage, its effectiveness depends on policy design and the specifics of the economy, and its fairness and compatibility with international climate policies are still controversial. Leal-Arcas, Faktaufonand Kyprianou (2023) examined CBAM's aim to promote cooperation with other countries and green production in line with WTO rules.

As of 2024, the focus is on a more in-depth analysis of both CBAM and Türkiye's internal climate policies. Takeda and Arimura (2024), with their CGE analysis in Japan, noted that CBAM significantly reduced carbon leakage, but its impact on global GDP and welfare remained limited.

Sabyrbekov and Overland (2024) have shown that major trading partners outside the EU play a critical role in the global adoption of CBAM, with countries' approaches differing based on their carbon policies, export structure, and trade relations with the EU. In the case of Turkey, Aşıcı (2024) pointed out potential issues with the Emissions Trading System (ETS), which Turkey plans to implement in 2025, particularly as the number of facilities may be limited, leading to an oversupply of carbon credits. Smith, Overland, and Szulecki (2024) have examined CBAM from three different perspectives—economic power, trade, and justice—that are politically complex and contradictory, warning that it could lead to negative consequences if not addressed diplomatically.

Korkmaz Tümer and van Zeven (2025), one of the most recent studies with projections for the future, revealed that Türkiye's climate policy alignment with the EU depends on the strength of trade relations and the stability of the political environment, creating a "Brussels Effect" on Türkiye thanks to the EU's large market. Gürçam (2025) criticizes Turkey's Climate Law Proposal for its excessive focus on market-based mechanisms, arguing that it ignores elements such as climate justice, transparency, and social participation. Seçkin Gündoğan (2025) stated that Türkiye's current legislation is inadequate and fragmented, and therefore, a new scientifically based national climate legislation is needed to strengthen inter-institutional coordination for compliance with international agreements. Aşıcı (2025) suggests that Turkey's ETS plan could potentially be ineffective due to design issues, such as a loose cap setting and the inadequacy of the current Nationally Determined Contribution (NDC). In a global and comparative context, Ito and Zhang (2025) found that the use of information communication technologies and renewable energy in Asian countries reduced CO₂ emissions, while primary energy consumption, population growth, and economic growth increased emissions. Imandojemu et al. (2025) have shown that the use of renewable energy technologies in OECD countries reduces carbon emissions, and this effect is increased by solar-wind energy investments. Malik, Nha Minh and Duong Van (2025) found that ESG (Environmental, Social, and Corporate Governance) positively impacts company performance in companies in ASEAN countries. Finally, Schwander and Fischer (2025) proposed a three-dimensional conflict analysis, stating that the field of Comparative Political Economy (RPE) plays a critical role in analyzing climate change policies and that the barriers to effective climate action are related to electoral and interest-group policies.

This literature review reveals the growing impact of global carbon governance and mechanisms like CBAM on emerging economies. Despite the increase in studies conducted especially in the context of Turkey, it is seen that the existing literature focuses on certain theoretical perspectives. For example, some studies focus on the economic impacts of CBAM, while others examine policy adjustment or political economy hurdles. However, there remains a lack of a comprehensive study that analyzes global-local interactions in a holistic hybrid framework, bringing together different theoretical approaches such as Green Economy-Politics, Dependency Theory, and Institutionalism. This highlights the potential of the present study to make a significant contribution to the literature with the proposed hybrid theoretical approach.

RESEARCH DESIGN AND METHODOLOGY

Research Approach

In this study, an explanatory case study and comparative policy analysis methods are discussed together to evaluate Turkey's climate policies. The case selection is purposeful: Turkey is pursuing its growth and industrialization goals, while at the same time setting a "highly impressionable" example that is open to the direct impact of external regulations such as the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). This position is conducive to making visible how institutional arrangements are reflected in policy design and implementation.

- Process-oriented analysis: The main turning points of regulatory evolution in the axis of the post-2019 EU Green Deal, CBAM and ETS/Climate Law preparations in Turkey are examined through document analysis.
- Comparative evaluation: Comparisons are made with examples of countries exposed to similar external pressures and sector practices within the EU and the findings are placed in context.

This design systematically brings together the findings obtained from document-oriented qualitative analysis and evaluates the feasibility of policy options through SWOT and TOWS analyses.

Data Sources

The basis of the study is the official and semi-official documents on climate governance in Turkey. Among the data sources consulted in the study are publicly available drafts and proposal texts regarding the 2025 Climate Law and their justifications; IPCC Assessment Reports and UNFCCC documents, strategy documents, action plans and secondary legislation of the relevant ministries (e.g. Ministries of Environment, Energy and Trade); in addition, there are official documents published by the European Union regarding the CBAM regulation.

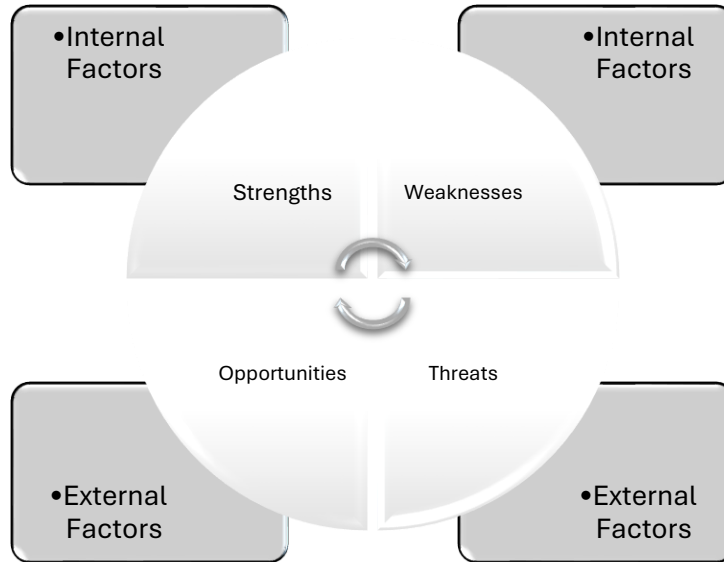
Limitations of the Research

The findings from the study are subject to some restrictions due to the nature of the analysis. Since Turkey's 2025 Climate Law is a new legislation and the EU's CBAM practices continue, the research is based on existing documents on this dynamic process. This means that future changes may affect the findings. In addition, the article focuses on the institutional applicability of policy texts rather than presenting estimates of quantitative magnitudes, as it does not use a numerical impact model. Thus, it does not claim a causal relationship but instead offers evidence-based explanatory interpretations. The findings built on this methodological framework will be discussed within the scope of SWOT-TOWS integration in the next section, and the applicability of policy options will be evaluated.

SWOT ANALYSIS AND FINDINGS

SWOT analysis emerged from the evolution of an approach originally known as "SOFT," which was developed in the 1960s under the leadership of Albert Humphrey at the Stanford Research Institute. SWOT, which has taken its current form over time, has become one of the most common strategic planning tools used to examine the internal and external dynamics of both businesses and public institutions in a holistic way.

Figure 1. SWOT Analysis Diagram



Source: SWOT Analysis and Strategic Planning Framework, 2024

The analysis is usually structured through a four-part matrix; internal factors (strengths and weaknesses) are located in the matrix on one side, and external factors (opportunities and threats) on the other. This method not only objectively reveals the current situation of the organization; it also allows for strategic matching of strengths and weaknesses with opportunities and threats.

For example, combining strengths with opportunities (SO) creates an advantage, while addressing weaknesses with opportunities (WO) can create a compensatory strategy. Similarly, strengths act as protectors against threats (ST), while mitigating weaknesses and threats together (WT) offers a more defensive approach.

The most important advantages of SWOT are that it is easy to implement and cost-effective, while at the same time providing an adaptable framework for actors of different scales. As a matter of fact, in this study, the SWOT approach allows for a systematic analysis of internal strengths/weaknesses and external opportunities and threats in the context of Turkey's 2025 Climate Law and the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Thus, the method not only evaluates the current situation but also contributes to the development of a strategic roadmap for policymakers.

A. Strengths

- **Strengthening institutional infrastructure:** With the 2025 Climate Law, Türkiye has a comprehensive and binding climate law for the first time. This law not only sets emission targets but also lays the legal groundwork for the establishment of an Emissions Trading System (ETS) at the national level. This has led to the institutionalization of climate policies, creating a long-term roadmap for transformation, especially in the industrial sector. Thus, instead of fragmented and voluntary policies in the past, a holistic and accountable mechanism has come into play.

- **Long-term goals and strategic vision:** Turkey's 2053 net zero target is no longer just at the level of political discourse but has evolved into a binding vision supported by legal documents and strategy plans. This vision, aligned with plans such as the 12th Development Plan (2024–2028) and the Medium-Term Program (2025–2027), links climate policy with economic development strategies, thus providing a clear direction for policymakers.

- **Capacity to comply with international obligations:** Turkey regularly reports its emission data and policy steps with the Sixth National Communication submitted under the UNFCCC, and also prepares updated contribution statements (NDCs) in line with the Paris Agreement. This adaptation process helps Turkey position itself as a reliable actor in global climate governance.

- **Renewable energy capacity:** Turkey's energy strategies point to rapid capacity growth, particularly in solar and wind energy. This increase is a strategic advantage in terms of both reducing emissions and reducing foreign dependency. Renewable energy investments will strengthen low-carbon production capacity and provide cost advantages to the industry with the implementation of ETS.

B. Weaknesses

- **Institutional capacity and coordination gaps:** Although the Climate Law provides an important framework, the institutional capacity to support implementation is not yet fully mature. Monitoring, reporting and verification (MRV) processes are not standardized in all sectors, and audit mechanisms are limited. This is a weakness that can reduce the effectiveness of the ETS and undermine its international credibility.

- **Energy-intensive production structure:** The cement, iron and steel and aluminum sectors, which stand out in Turkey's export-based growth, are among the most risky sectors within the scope of CBAM due to their high carbon intensity. This structural situation increases both cost pressure and the need for technology renewal in the transformation process. When ETS is activated, it is possible that the competitiveness of these sectors will weaken in the short term.

- **Fragmentation in policy cohesion:** Lack of coordination between development plans, energy action plans, and sectoral climate strategies makes it difficult to formulate a holistic climate policy. This fragmented structure sometimes leads to a "discourse-action" deficit, making a difference between the committed goals and the practices in the field.

C. Opportunities

• **Harmonization process with CBAM:** Although the EU's carbon border regulation may seem like a challenging factor for Turkey's exports at first glance, this pressure can be turned into an advantage thanks to the establishment of ETS. As a country with strong trade integration with the EU, Turkey will be able to protect itself from CBAM costs and strengthen its position in export markets when it realizes ETS harmonization on time.

• **Green financing opportunities:** The EU Green Deal, international climate funds and the Green Climate Fund under the umbrella of the UNFCCC offer important opportunities for Turkey to finance low-carbon transformation projects. The introduction of ETS will facilitate access to these funds and encourage private sector investments.

• **Technological modernization and efficiency increase:** As emphasized in IPCC reports, the transition to low-carbon technologies provides cost advantages and competitiveness in the long run. The implementation of these technologies in Turkey's industrial and energy sectors will contribute not only to emission reduction but also to reducing foreign dependency.

D. Threats

• **Increased CBAM pressure:** The EU's carbon regulation directly targets Turkey's high-carbon export products, increasing costs. If the implementation of the ETS is delayed or insufficient, the costs associated with CBAM may significantly weaken Turkey's export competitiveness.

• **Short-term economic costs:** The introduction of ETS will increase production costs, especially in energy-intensive sectors, and may create additional burdens on SMEs. This, combined with economic vulnerabilities, can create social and political resistance.

• **International competitive pressure:** Other exporting countries in the region (e.g. EU candidate countries) achieve CBAM compliance faster, putting Turkey at risk of market loss. This threat will become even more pronounced if technology investments are delayed.

• **Social and political resistance:** Concerns that carbon pricing will increase energy costs may cause a reaction in domestic politics. This resistance can reduce the speed and effectiveness of implementation, jeopardizing policy objectives.

When the strengths and weaknesses of Turkey's climate policies, as well as external opportunities and threats, are evaluated, it is seen that the country's current position includes both significant institutional gains and structural challenges. The SWOT analysis conducted to reveal this dynamic picture more holistically is summarized in Table 2.

Table 2. Summary of SWOT Analysis

	Strengths	Weaknesses
Internal Factors	• The establishment of a legal and institutional framework with the 2025 Climate Law, paving the way for the ETS. • The 2053 net-zero target being defined as a binding vision supported by strategic plans and legal documents. • The rapid increase in renewable energy capacity (especially solar and wind), which contributes to emission reduction and energy independence.	• Deficiencies in institutional capacity and inter-sectoral coordination mechanisms necessary for the effective implementation of the Climate Law. • The risk of increased costs under the CBAM due to Turkey's export-oriented and high-carbon-intensive production structure. • The fragmentation between development plans and sectoral strategies, which weakens the overall coherence of climate policies.
	Opportunities	Threats
External Factors	• Preserving and strengthening the position in export markets by adapting to the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). • The increase in financing opportunities for low-carbon transition projects through the EU Green Deal and international climate funds. • Gaining long-term cost advantages and enhancing global competitiveness through investments in low-carbon technologies	• The negative impact of additional costs from EU CBAM on export competitiveness if the ETS implementation is delayed. • Rising costs, particularly in energy-intensive sectors, leading to short-term economic vulnerabilities and social resistance. • The potential for market share loss if regional competitors advance faster in climate compliance.

The SWOT analysis results summarized in Table 2 reveal that Turkey's climate policies are built on a strong institutional and legal foundation but face structural challenges during the implementation phase. Intrinsic strengths are particularly shaped by the 2025 Climate Law, the 2053 net-zero target, and the increase in renewable energy capacity. On the other hand, institutional capacity deficiencies, highly carbon-intensive production structure and fragmentation in policy compliance stand out as the main weaknesses limiting effectiveness. From the perspective of external factors, the European Union's CBAM implementation carries both a risk and an opportunity element for Turkey. If the adaptation process can be completed in a timely and effective manner, Turkey will have the chance to both protect its export markets and accelerate its low-carbon transformation through access to international climate finance. However, delays or inadequate implementations can make threats such as increased costs, market loss, and societal resistance more visible.

As a result, Turkey needs to support its strengths that strengthen the strategic vision in climate policies with structural reforms that will eliminate its weaknesses. In this process, increasing institutional capacity, ensuring coordination between sectors and accelerating investments in low-carbon technologies are critical in terms of effectively evaluating opportunities and eliminating threats.

TOWS ANALYSIS AND FINDINGS

SWOT analysis is one of the most widely used methods in the strategic management literature that evaluates the strengths and weaknesses of organizations together with the opportunities and threats in the external environment. However, SWOT is often limited to a descriptive framework that describes the current situation. At this point, TOWS analysis stands out as an approach that systematically examines the strategic relationships between internal and external elements and derives concrete strategies from these relationships, taking the factors offered by SWOT to a further stage. The TOWS approach, first developed by Heinz Weihrich (1982), produces four basic types of strategies by mapping SWOT factors through a matrix: SO (Strengths–Opportunities), ST (Strengths–Threats), WO (Weaknesses–Opportunities) and WT (Weaknesses–Threats). Thanks to this matching, it is aimed for organizations to gain advantages by combining their strengths with

opportunities, to eliminate threats by using their strengths, to eliminate their weaknesses with opportunities, or to minimize weaknesses and threats together. Thus, TOWS differs from the static analysis structure of SWOT and contributes directly to the strategic planning process with a focus on action.

Subsequent studies show that TOWS analysis is not only in business management; It has also been revealed that it finds application in different fields such as public policy, education, health and energy. For example, Panagiotou (2003) pointed out the aspect of TOWS that encourages strategic thinking. Similarly, Kurttila et al. (2000) used the TOWS matrix in the context of environmental planning and sustainability, demonstrating the method's functionality in policy development processes. Therefore, TOWS analysis is considered as a strategy-oriented tool that integrates internal and external factors, going beyond the descriptive nature of SWOT. In this respect, it makes an important methodological contribution not only in academic research but also in the development of concrete and applicable strategies by policymakers. The fact that TOWS analysis has not been used before in Turkey shows that the study makes an innovative contribution in terms of methodology. This not only fills the gap in the existing literature but also showcases the applicability of strategic analysis tools in public policy research.

Table 3. TOWS Analysis on Türkiye's 2025 Climate Law and EU CBAM Harmonization

	Opportunities (O)	Threats (T)
Strengths (S)	SO Strategies • To quickly complete CBAM compliance and protect export markets using the institutional framework introduced by the 2025 Climate Law. • To increase renewable energy capacity and provide an advantage in accessing the EU's climate finance and Green Deal funds. • Deepen Turkey-EU relations and increase normative rapprochement by aligning the net zero vision with the EU's 2050 target.	ST Strategies • To establish national support mechanisms that will reduce the cost pressures of CBAM on exports by using a strong institutional infrastructure. • To maintain competitiveness and build trust in diplomatic relations by harmonizing the ETS system with the EU ETS. • To reduce possible trade tensions of the CBAM by strengthening climate diplomacy channels with the EU.
Weaknesses (W)	WO Strategies • To address the capacity gap in monitoring, reporting and verification (MRV) mechanisms by leveraging technical cooperation and funds with the EU. • To establish cross-sectoral coordination mechanisms in the EU harmonization process to overcome policy fragmentation. • Promote access to the EU market for low-carbon technologies to accelerate the transformation of energy-intensive sectors. • To use climate adaptation as a strategic bargaining issue in the Customs Union modernization process.	WT Strategies • To develop just transformation policies and support SMEs to prevent CBAM-related costs from weakening exports. • Designing public awareness campaigns and sector-based incentive programs to reduce social and political resistance. • To reduce international competitive pressure, we will work with trading partners outside the EU (e.g. Middle East, Asia) to develop green trade agreements. • Establish alternative funding and technology transfer mechanisms in case of delay or inadequate implementation of the ETS.

The TOWS analysis conducted in the context of Türkiye's 2025 Climate Law and the EU's CBAM mechanism reveals the potential to turn the country's institutional framework and net zero vision into an advantage in SO strategies where strengths are combined with opportunities. In this context, thanks to the institutional infrastructure brought by the 2025 Climate Law, the rapid completion of the CBAM adaptation process, increasing renewable energy capacity and providing easier access to EU funds and Green Deal resources come to the fore. Furthermore, aligning

Türkiye's 2053 net zero vision with the EU's 2050 target presents an opportunity to deepen Türkiye-EU relations, both in trade relations and at the normative level.

ST strategies point to the capacity of strengths to eliminate threats. Combining a strong institutional infrastructure with national support mechanisms that will reduce the cost pressures of CBAM on exports, harmonizing ETS with the EU ETS and effectively using climate diplomacy channels with the EU are prominent steps in this context. These strategies can help Turkey maintain its competitiveness in the international market by reducing potential trade tensions.

WO strategies show ways to address weaknesses with opportunities. Turkey's institutional capacity deficiencies can be eliminated through technical cooperation and funds with the EU; Standardization in MRV processes can be accelerated in this way. In addition, inter-sectoral coordination mechanisms in the EU harmonization process need to be strengthened in order to overcome policy fragmentation. Access to the EU market can be created for low-carbon technologies to accelerate the transformation of energy-intensive sectors. In addition, highlighting climate adaptation as a strategic bargaining element in the Customs Union modernization process may strengthen Turkey's negotiating position.

Finally, WT strategies focus on minimizing vulnerabilities and threats together. In order to prevent CBAM-related costs from weakening exports, it is critical to develop fair transformation policies and especially to support SMEs. Public awareness campaigns and sector-based incentive programs should be implemented to reduce social and political resistance. In addition, Turkey's development of green trade agreements with its trading partners outside the EU (e.g. Middle Eastern and Asian countries) stands out as a strategic option against international competitive pressure. If the ETS is delayed or inadequately implemented, it may become a necessity to establish alternative financing models and technology transfer mechanisms.

CONCLUSION

This study evaluated the findings obtained from SWOT and TOWS analyses within the framework of Green Economy-Politics, Dependency Theory and Institutionalism, and revealed that Turkey's climate policies require a multi-layered transformation. While the 2025 Climate Law is a significant institutional step, its effectiveness largely depends on institutional capacity, cross-sectoral coordination, and societal legitimacy. The EU's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) stands out not only as an economic tool but also as part of the EU's normative power strategy. The integration of environmental standards into trade relations compels Turkey to align with EU norms and increases the need to balance internal development goals with external pressures. While this situation reveals the structural inequalities pointed out by dependency theory; institutionalism brings the need for strong institutional capacity to the forefront. SWOT and TOWS findings show that Turkey's strengths (2053 net zero target, institutional framework, renewable energy capacity) can achieve significant gains if combined with opportunities. For example, aligning the ETS with the EU ETS and increasing investments in renewable energy will both alleviate CBAM pressures and facilitate access to green financing sources. However, when weaknesses (lack of institutional capacity, carbon-intensive production, policy fragmentations) are combined with threats, short-term costs, societal resistance, and international competitive pressure can weaken the policy process. The green economic-political perspective shows that climate policies are not only a matter of technical regulations, but also of economic restructuring and social justice. Therefore, while implementing tools such as carbon pricing, it is critical to develop just transition policies for SMEs and low-income groups. While dependency theory reveals the fragility of Turkey's export-based structure to the EU, alternative green trade agreements and technology transfer can reduce this dependency. Institutionalism, on the other hand, shows that effective MRV systems, inter-institutional coordination and information sharing with the EU will strengthen policy success.

In conclusion, the success of Turkey's climate policies is not only due to adaptation to external pressures; it is also possible to realize internal transformation on a fair, inclusive and strong institutional basis. Normative pressures such as CBAM should be considered not only as a burden but also as an opportunity to strengthen Turkey's integration into global green economy networks. Future studies will focus on sectoral and regional practices, social acceptance of CBAM, and empirical analysis of policy outcomes, which will contribute more deeply to this transformation process.

References

- Abbott, C. (2024). The SWOT analysis and strategic planning framework. Founder's Framework. Retrieved from <https://www.ninety.io/hubfs/Founders%20Framework%20-%20The%20SWOT%20Analysis%20and%20Strategic%20Planning%20Framework.pdf>.
- Acar, S., Aşıcı, A. A., & Yeldan, A. E. (2022). Potential effects of the EU's carbon border adjustment mechanism on the Turkish economy. *Environmental Development and Sustainability*, 24, 8162-8194. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01779-1>.
- Andonova, L. B., & Sun, Y. (2019). Private governance in developing countries: Drivers of voluntary carbon offset programs. *Global Environmental Politics*, 19(1), 112–118. https://doi.org/10.1162/glep_a_00496.
- Angelakis, A., Manioudis, M., & Koskina, A. (2025). The political economy of green transition: The need for a two-pronged approach to address climate change and the necessity of 'Science Citizens'. *Economies*, 13(2), 23. <https://doi.org/10.3390/economies13020023>.
- Aydın, A. (2021). Türkiye ekonomisinde ithal girdi bağımlılığının analizi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 12(2), 223–249. <https://doi.org/10.54688/ayd.876593>.
- Başsüllü, Ç., & Tolunay, A. (2014). Development of an institutional model for emission trading system: An approach to the carbon market of Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 15(2), 164–165. <https://doi.org/10.18182/tjf.12912>.
- Birpınar, M. E., & Gürtepe, E. (2023). Türkiye yüzyılında sürdürülebilir çevre. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2(3), 16–21. <https://orcid.org/0000-0002-5703-6341>.
- Božac, M. G. (2008). SWOT analysis and TOWS matrix – Similarities and differences. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 21(1), 23-25.
- Böning, J., Di Nino, V., & Folger, T. (2023). *Benefits and costs of the ETS in the EU, a lesson learned for the CBAM design*. (ECB Working Paper No. 2023/2764). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4335984>.
- Bradford, A. (2020). *The Brussels effect: How the European Union rules the world*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190088583.001.0001>.
- Cardoso, F. H., Faletto, E., & Urquidi, M. M. (1979). *Dependency and development in Latin America*. University of California Press. <https://doi.org/10.2307/jj.13083432>.
- Corvino, F. (2025). The compound injustice of the EU Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). *Ethics, Policy & Environment*, 28(1), 33–42. <https://doi.org/10.1080/21550085.2023.2272237>.
- Cosbey, A., Mehling, M., & Marcu, A. (2021). *CBAM for the EU: A policy proposal*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3838167>.
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147–160. <https://doi.org/10.2307/2095101>.
- Dyson, R. G. (2004). Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 631-640. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00062-6).
- Eicke, L., Weko, S., Apergi, M., & Marian, A. (2021). Pulling up the carbon ladder? Decarbonization, dependence, and third-country risks from the European Carbon Border Adjustment Mechanism. *Energy Research & Social Science*, 80, 102245. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102240>.
- Fligstein, N. (2025). Political economy and climate change. *Regulation & Governance*, 19(2), 508–514. <https://doi.org/10.1111/rego.70009>.
- Fuhr, H., & Lederer, M. (2009). Varieties of carbon governance in newly industrializing countries. *The Journal of Environment & Development*, 18(4), 327-345. <https://doi.org/10.1177/1070496509347079>.
- Gani, A. (2012). The relationship between good governance and carbon dioxide emissions: Evidence from developing economies. *Journal of Economic Development*, 37(1), 83–102.

Gündoğan, G. S. (2025). Türkiye’de iklim değişikliğine ilişkin yasal ve yönetsel çerçevenin incelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 4(1), 12–13.

Gürçam, S. (2025). İklim kriziyle mücadele mi, sermaye için piyasa mekanizmaları mı? Türkiye’nin iklim değişikliği kanunu teklifi üzerine bir inceleme. *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 26(1)

Gürel, E., & Tat, M. (2017). SWOT analysis: A theoretical review. *The Journal of International Social Research*, 10(51), 994-1002. <http://dx.doi.org/10.17719/jisr.2017.1832>.

Haselip, J., Hansen, U. E., Puig, D., Trærup, S., & Dhar, S. (2015). Governance, enabling frameworks and policies for the transfer and diffusion of low carbon and climate adaptation technologies in developing countries. *Climatic Change*, 131, 361–376. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1440-0>.

Helms, M. M., & Nixon, J. (2010). Exploring SWOT analysis – Where are we now?: A review of academic research from the last decade. *Journal of Strategy and Management*, 3(3), 215-229. <https://doi.org/10.1108/17554251011064837>.

Hickmann, T., Fuhr, H., Höhne, C., Lederer, M., & Stehle, F. (2017). Carbon governance arrangements and the nation-state: The reconfiguration of public authority in developing countries. *Public Administration & Development*, 37(5), 333–342. <https://doi.org/10.1002/pad.1814>.

Hufbauer, G. C., Schott, J. J., Hogan, M., & Kim, J. (2022). *EU carbon border adjustment mechanism faces many challenges* (Peterson Institute for International Economics Policy Brief 22-14).

Imandojemu, K., Osabohien, R., Sule, A., & Al-Faryan, M. A. S. (2025). Quantile analysis of the role of renewable energy technology on carbon neutrality in Organization for Economic Co-operation and Development countries. *International Journal of Energy Sector Management*, 10, 71–76. <https://doi.org/10.1108/IJESM-10-2024-0046>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.

Ito, Y., & Zhang, R. (2025). Examining economic and technological drivers of carbon dioxide emissions in developing countries: A policy perspective. *Journal of Energy and Environmental Policy Options*, 8(2), 9–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15814728>.

Korpar, N., Larch, M., & Stöllinger, R. (2023). The European Carbon Border Adjustment Mechanism: A small step in the right direction. *International Economics and Economic Policy*, 20, 103–125. <https://doi.org/10.1007/s10368-022-00550-9>.

Kuran, İ. (2024). Are dependency theory and modern world-system analysis relevant today? *Politik Ekonomik Kuram*, 8(2), 333–342. <https://doi.org/10.30586/pek.1431514>.

Kurttila, M., Pesonen, M., Kangas, J., & Kajanus, M. (2000). Utilizing the Analytic Hierarchy Process (AHP) in SWOT analysis — A hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics*, 1(1), 41–52. [https://doi.org/10.1016/S1389-9341\(99\)00004-0](https://doi.org/10.1016/S1389-9341(99)00004-0).

Kus, B., & Jackson, G. (2025). Green transitions: Rethinking political economy in the context of climate change. *Regulation & Governance*, 19(2), 287–299. <https://doi.org/10.1111/rego.70013>.

Leal-Arcas, R. (2022). A legal exploration of the European Union’s Carbon Border Adjustment Mechanism. *European Energy and Environmental Law Review*, 31(4), 235–244. <https://doi.org/10.54648/eelr2022016>.

Lim, B., Hong, K., Yoon, J., Chang, J., & Cheong, I. (2021). Pitfalls of the EU’s carbon border adjustment mechanism. *Energies*, 14(21), 7310. <https://doi.org/10.3390/en14217303>.

Lo, K. (2014). Urban carbon governance and the transition toward low-carbon urbanism: Review of a global phenomenon. *Carbon Management*, 5(3), 269-283. <https://doi.org/10.1080/17583004.2014.981384>.

Magacho, G., Espagne, É., & Godin, A. (2022). *Impacts of CBAM on EU trade partners: Consequences for developing countries*. Éditions AFD. <https://shs.cairn.info/journal-afd-research-papers-2022-238-page-1?lang=en>.

Makhdalena, M., Zulvina, D., Zulvina, Y., Amelia, R. W., & Wicaksono, A. P. (2023). Environmental, social, governance, and firm performance in developing countries: Evidence from Southeast Asia. *Etikonomi*, 22(1), 69–84. <https://doi.org/10.15408/etk.v22i1.25271>.

Manners, I. (2002). Normative Power Europe: A contradiction in terms? *Journal of Common Market Studies*, 40(2), 235–258. <https://doi.org/10.1111/1468-5965.00353>.

Orkunoğlu Şahin, I. F., & Çiftçi, T. E. (2021). İklim değişikliği ile mücadelede Türkiye için karbon vergisi önerisi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 16(2), 255–266. <https://doi.org/10.48145/gopsbad.1005072>.

Overland, I., & Sabyrbekov, R. (2022). Know your opponent: Which countries might fight the European Carbon Border Adjustment Mechanism? *Energy Policy*, 169, 113175. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113175>.

Öner, Ş. (2023). İklim değişikliği sorununun uluslararası gelişmeler eşliğinde Türkiye'nin politika ve kurumlarına yansımaları. *Ombudsman Akademik*, (18), 37–42.

Panagiotou, G. (2003). Bringing SWOT into focus. *Business Strategy Review*, 14(2), 8–10. <https://doi.org/10.1111/1467-8616.00253>.

Perdana, S., & Vielle, M. (2022). Making the EU Carbon Border Adjustment Mechanism acceptable and climate friendly for least developed countries. *Energy Policy*, 170, 113245. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113245>.

Pickton, D. W., & Wright, S. (1998). What's SWOT in strategic analysis? *Strategic Change*, 7(2), 101–109. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1697\(199803/04\)7:2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1697(199803/04)7:2).

Ritchie, H., & Roser, M. (2025). *Annual CO₂ emissions per country*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country>.

Sabyrbekov, R., & Overland, I. (2024). Small and large friends of the EU's carbon border adjustment mechanism: Which non-EU countries are likely to support it? *Energy Strategy Reviews*, 51, 101303. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101303>.

Samoff, J. (1978). [Review of the book *Unequal development: An essay on the social formations of peripheral capitalism*, by S. Amin]. *ASA Review of Books*, 4, 87–88. <https://doi.org/10.1017/S0364168600051598>.

Schwander, H., & Fischer, J. (2025). From a cultural to a distributive issue: Public climate action as a new field for comparative political economy. *Regulation & Governance*, 19, 318–319. <https://doi.org/10.1111/rego.12620>.

Sejdiu, E. (2023). Decarbonizing the world: Can the EU CBAM provide the incentive we need? *Energy Law Journal*, 44(2), 241–264.

Simola, H. (2021). *CBAM! Assessing potential costs of the EU Carbon Border Adjustment Mechanism for emerging economies* (BOFIT Policy Brief 10/2021). Bank of Finland, Bank of Finland Institute for Emerging Economies (BOFIT). <https://hdl.handle.net/10419/251711>.

Smith, I. D., Overland, I., & Szulecki, K. (2024). The EU's CBAM and its 'significant others': Three perspectives on the political fallout from Europe's unilateral climate policy initiative. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 62(2), 606–623. <https://doi.org/10.1111/jcms.13512>.

Szulecki, K., Overland, I., & Smith, I. D. (2022). The European Union's CBAM as a de facto climate club: The governance challenges. *Frontiers in Climate*, 4, 942583. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.942583>.

Takeda, S., & Arimura, T. H. (2024). A computable general equilibrium analysis of the EU CBAM for the Japanese economy. *Japan and the World Economy*, 70, 101242. <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2024.101242>.

Tümer, E. K., & van Zebe, J. (2025). The Brussels effect in Ankara: The case of climate policy. *New Perspectives on Turkey*, 72, 43–64. <https://doi.org/10.1017/npt.2024.25>.

Türkiye Cumhuriyeti. (2025). İklim Kanunu. *Resmî Gazete*, 32951, 1–. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/07/20250709-1.htm>.

Türkoğlu Üstün, K. (2021). Yeni bir dönemin başlangıcı: Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türk çevre hukuku ve politikalarına etkileri. *Memleket Siyaset Yönetim*, 16(36), 353–373.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). *Emissions gap report 2024: No more hot air... please!* <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024>.

Wallimann-Helmer, I. (2019). Common but differentiated responsibilities: Agency in climate justice. In S. K. Agyeman & N. K. G. Agyeman (Eds.), *A research agenda for climate justice* (pp. 27-37). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788118170.00008>.

Zhong, J., & Pei, J. (2023). Carbon Border Adjustment Mechanism: A systematic literature review of the latest developments. *Climate Policy*. <https://doi.org/10.1080/14693062.2023.2190074>.

RECYCLING POLICIES AMONG THE CIRCULAR ECONOMY

Durmuş Çağrı Yıldırım

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics,
Tekirdag, Turkey. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4168-2792>

Abstract

The circular economy approach is an approach that emerged within the framework of the green economy approach and sustainable development goals. The circular economy focuses on recycling and waste management practices. The goals of efficient use of natural resources and effective waste reduction can be achieved through a circular economy. Natural resources are limited and depleting. Sustainable policies must be pursued today to ensure that future generations have access to a sufficient quantity and variety of natural resources. Repurposing raw materials and semi-finished products from waste is considered a sustainable method for efficient use of natural resources. Consequently, businesses have often turned to recycling practices within their sustainable policies. Products properly obtained from waste through recycling can be used as substitutes for natural resources. Recycling has two primary outcomes. First, recycling is a waste management practice that reduces waste. Second, recycling ensures the long-term sustainability of natural resources. This study aims to examine recycling practices within the framework of the circular economy. This study will explore the relationship between recycling practices by explaining the circular economy approach. The relationship between recycling and sustainable development goals will be addressed, and the role of recycling practices in building a sustainable future will be explained.

Keywords: circular economy, sustainable development, recycling, waste management

INTRODUCTION

The concept of sustainable development emerged, and sustainability was integrated globally into the 2030 SDGs, a goal set by developed and developing countries at the United Nations. The Sustainable Development Goals are designed to achieve 17 key themes by 2030. The goals within the 2030 SDGs are interconnected, and achieving many goals supports others. Furthermore, certain sustainable practices can contribute to many of the goals within the 2030 SDGs. (Yildirim, 2022; Yıldırım, 2025; Yıldırım et al., 2025; Aranganathan et al., 2025).

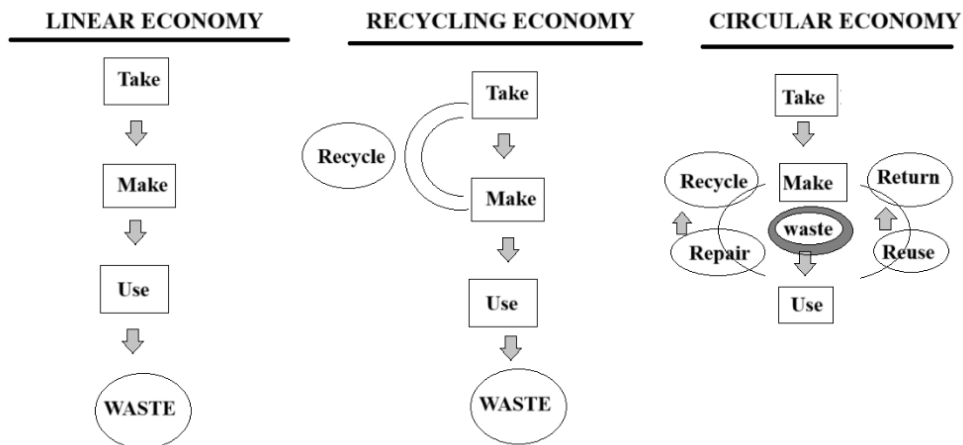
Recycling practices are also considered sustainable practices. Recycling is also a key focus of the circular economy. While a linear economy offers an economic approach with a linear beginning and end, in a circular economy, activities that begin and end follow each other cyclically. For example, raw materials obtained from natural resources enter production to create a product, which becomes waste after consumption. In a circular economy, the resulting waste is recycled back into production input, and the process returns to the beginning. (Bongers, & Casas, 2022; Allwood, 2014; Ragossnig & Schneider, 2019; Yıldırım, & Kantarcı, 2022; Van Caneghem et al., 2019).

This study aims to review the relationship between recycling practices and the circular economy. Within the framework of the mini-review, recycling practices are considered to play a key role in the foundation of the circular economy.

THE SCOPE OF CIRCULAR ECONOMY

When examining the concepts of linear and circular economies, a difference emerges between them based on waste management. As can be seen in Figure 1, in a linear economy, the product obtained from resources ends up as waste through consumption (ITCC, 2024). However, in a circular economy, waste generated through production and consumption is recycled, and the goal is to maximize its benefits. Combating both waste and pollution constitutes the focus of the circular economy. Benefits such as waste reduction, waste utilization, and the efficient use of natural resources are achieved in a circular economy. (Griffin, 2023).

Figure 1: Linear Economy versus Circular Economy



Source: adapted from ITCC, (2024).

Recycling practices allow materials such as plastic, metal, and glass to be reused and recycled cyclically in production. Companies are encouraged to implement recycling practices to conserve resources. Efficient use of natural resources contributes to waste management, ensuring that future generations have access to a sufficient quantity and variety of natural resources. (CSR PLASTIC, n.d).

Table 1: Recycling in Americans

Types of waste	2017 US waste people (%)
Plastic	85
Paper/cardboard	81
Aluminum/metal	76
Glass	69
Batteries/electronic waste	42
Compost	19
Other	1
None	1

Source: McCarthy, 2019

Table 2: Recycling rates in 2014

Recycling of products	Rates (%)
Lead-Acid Batteries	98.9
Corrugated Boxes	89.5
Steel Cans	70.7
Yard Trimmings	61.1
Aluminum Beer & Soda Cans	55.1
Selected Consumer Electronics	41.7
Tires	40.5
Glass Containers	32.5
PET Bottles Jars	31.2
HDPE Natural (White Translucent) Bottles	29.5

Source: Paben, 2016

The UNEP Global Waste Management Outlook 2024 currently includes indicators for waste and recycling (Recycl3r, 2024). As adapted from the UNEP Global Waste Management Outlook 2024, table 3, it is a projection for municipal solid waste for future

Table 3: Projected solid waste of municipality among 2030, 2040, 2050 versus 2020

Practices	2020 (billion tons)	2030(billion tons)	2040(billion tons)	2050(billion tons)
Uncontrolled	0,81	1,05	1,31	1,57
Recycling	0,40	0,49	0,57	0,66
Landfill	0,64	0,79	0,94	1,09
Waste-to-energy	0,27	0,35	0,41	0,47

Source: Recycl3r, (2024)

According to studies conducted on OECD countries, it is seen that someone living in one of the OECD countries consumes an average of 15 tons per year, and those living in the USA have the highest consumption. (Mulhern, 2020).

Table 4: Waste quantity consumed by a person in a year OECD

Region	Biomass	Fossil fuels	Non-Metallic minerals	Metals
OECD (15 tonnes/Capita)	23	27	36	14
OECD Europe (13 tonnes/Capita)	25	23	46	6
OECD America (18 tonnes/Capita)	24	28	29	19
OECD Asia/Oceania (13 tonnes/Capita)	17	35	30	18

Source: Mulhern, (2020).

Certain areas are considered priority areas within the scope of the urgent call for action to achieve the Sustainable Development Goals (SDGs) by 2030. Key stakeholders include participants from Africa, Europe, Asia, and Latin America, and the following decisions were made (Barrie, 2024):

1. Promoting circular economy development: Adaptation to the circular economy should be further supported. Problems such as illegal waste dumping in low- and middle-income countries need to be addressed.

2. Strong coordination for the circular economy: Strong collaboration and coordination are necessary for circular economy implementation across countries. Countries such as the G7 and G20 need to jointly strengthen circular economic goals.

3. Financing for the Circular Economy:

Expanding government-backed loans and other financing sources is important for the circular economy.

4. Global Trade for the Circular Economy

While supporting trade that supports the circular economy, pay attention to practices such as distressed goods trade. Increase the circulation of second-hand goods.

5. Establishing Common Criteria for the Circular Economy

The scale and standards of the circular economy must be determined for global development.

CONCLUSION

Reducing waste and increasing recycling are important practices in the face of climate change. With sustainable transformation, many businesses have also turned to waste reduction and recycling. However, individuals can also contribute to the 2030 SDGs by recycling and adopting a sustainable lifestyle.

Strategies and practices restructured according to sustainability principles have brought the circular economy to the forefront. The circular economy is considered the most compatible economic model for sustainability. Successful results can be achieved when recycling practices within the circular economy are implemented effectively.

REFERENCES

Allwood, J.M., (2014). Chapter 30 - Squaring the Circular Economy: The Role of Recycling within a Hierarchy of Material Management Strategies, Editor(s): Ernst Worrell, Markus A. Reuter, Handbook of Recycling, Elsevier, 2014, Pages 445-477, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-396459-5.00030-1>.

Aranganathan, P., Suresh, R. V., Manikandan, S., Christina Sheela, S., Sivarethinamohan, R., & Yildirim, S. (2025). Digitalization and Circular Economy: Pioneering Sustainable Policies for Climate Change Mitigation and 2030 Sustainable Development Goals. In D. Yildirim, S. Yildirim, & V. Kandpal (Eds.), *Effects of Digitalization and Circular Economy on Sustainable Policy and Climate Change Prevention* (pp. 151-180). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9909-5.ch006>

Barrie, J. (2024). Can the circular economy revive the SDGs?, <https://sdg-action.org/can-the-circular-economy-revive-the-sdgs/>

Bongers, A. & Casas, P. (2022). The circular economy and the optimal recycling rate: A macroeconomic approach, *Ecological Economics*, Volume 199, 2022, 107504, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107504>.

CSR PLASTIC, (n.d). The Role of Recycling in the Circular Economy, <https://www.csrplastic.com/the-role-of-recycling-in-the-circular-economy>

Griffin, L. (2023). Linear vs circular economy, what's the difference?, https://www.chooseanew.com/blogs/news/linear-vs-circular-economy-whats-the-difference?srltid=AfmBOopa79m_K6Sk4Bt7piDpdV1VjM-D588WrPN00By8yNeBF9Vzoorl

ITCC, (2024). A circular economy: Moving from supply and value chains to networks, <https://itcc.ieee.org/blog/a-circular-economy-moving-from-supply-and-value-chains-to-networks/>

McCarthy, N. (2019). What Americans Recycle. <https://www.statista.com/chart/19963/types-of-waste-people-in-the-us-were-recycling/>

Mulhern, O. (2020). Managing and Recycling Waste Worldwide, https://earth.org/data_visualization/waste-management-and-recycling/

Paben, J. (2016). National recycling rate now at 34.6 percent, <https://resource-recycling.com/recycling/2016/11/15/national-recycling-rate-now-at-34-6-percent/>

Ragossnig A.M., Schneider D.R. (2019). Circular economy, recycling and end-of-waste. *Waste Management & Research*. 2019;37(2):109-111. doi:10.1177/0734242X19826776

Recycl3r, (2024). What are the recycling rates in the World?, <https://recycl3r.com/what-are-the-recycling-rates-in-the-world/>

SDG Action, (2024). Can the circular economy revive the SDGs?, <https://sdg-action.org/can-the-circular-economy-revive-the-sdgs/>

Van Caneghem, J., Van Acker, K., De Greef, J. et al. (2019). Waste-to-energy is compatible and complementary with recycling in the circular economy. *Clean Techn Environ Policy* 21, 925–939 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01686-0>

Yildirim, S. (2025). Unveiling Circularity: Challenges and Barriers in Transitioning to Circular Practices. In: Singh, P., Daga, S., Yadav, K., Mishra, V. (eds) *Circular Economy and Environmental Resilience*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93091-1_8

Yildirim, D. C., Yildirim, S., & Esen, Ö. (2025). Green Transition in the Automotive Industry: Turkey Case. In D. Yildirim, S. Yildirim, & V. Kandpal (Eds.), *Effects of Digitalization and Circular Economy on Sustainable Policy and Climate Change Prevention* (pp. 379-402). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9909-5.ch014>

Yildirim, S. (2022). The Consumer Role for Sustainable Development: How Consumers Contribute Sustainable Development Goals. In I. Management Association (Ed.), *Research Anthology on Measuring and Achieving Sustainable Development Goals* (pp. 872-888). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3885-5.ch047>

Yildirim, S., & Kantarcı, T. (2022). A Review on Sustainability Policies of Businesses: Recycling and Waste Reduction. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 1(1), 1–9. Retrieved from <https://respjournal.com/index.php/pub/article/view/1>

THE IMPACT OF ENVIRONMENTAL POLICIES AND ECONOMIC DYNAMICS ON WASTE EXPORTS IN THE EUROPEAN UNION: EVIDENCE FROM THE TWO-STEP DIFFERENCE GENERALISED MOMENTS METHOD

Durmuş Çağrı YILDIRIM

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Tekirdağ, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4168-2792>

Ömer ESEN

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Public Finance, Tekirdağ, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4762-9282>

Abstract

Waste exports are critically important, as they involve transferring waste that exceeds a country's domestic processing capacity or cannot be treated in an economically efficient way to other countries. While this practice offers cost advantages in waste management, it also shifts environmental burdens to different geographical regions. Thus, waste exports represent a complex phenomenon shaped by both environmental policies and economic dynamics. This study investigates the effects of environmental taxes, foreign trade volume, energy consumption per capita, and GDP per capita on waste exports in 27 European Union countries. Using panel data from 2012 to 2022, the analysis applies the Two-Step Difference Generalized Method of Moments (GMM) to uncover the dynamic relationships among the variables. The findings indicate that environmental taxes have no significant effect on waste exports, either contemporaneously or with a lag. In contrast, foreign trade volume and per capita energy consumption were found to increase waste exports in the current period, but to exert a reducing effect in the previous period, resulting in an overall negative effect. GDP per capita, on the other hand, displayed a positive impact in the current period and a negative impact in the past period; however, as the contemporaneous effect was stronger, the overall relationship proved to be positive. Based on these findings, this study suggests that policymakers and market actors should not consider environmental taxes as a stand-alone solution, given their limited impact on waste exports. Rather, foreign trade and energy policies need to be aligned more closely with waste management strategies, while greater priority should be given to investments in green technologies to mitigate the waste pressures driven by economic growth.

Keywords: Waste exports, Environmental taxes, Two-stage difference GMM analysis

ÇEVRESEL POLİTİKALAR VE EKONOMİK DİNAMİKLERİN AVRUPA BİRLİĞİ'NDE ATIK İHRACATINA ETKİSİ: İKİ AŞAMALI FARK GENELLEŞTİRİLMİŞ MOMENTLER YÖNTEMİNDEN KANITLAR

Özet

Atık ihracatı, ülkelerin yerel düzeyde işleme kapasitesini aşan veya ekonomik olarak verimli biçimde işlenemeyen atıklarını diğer ülkelere transfer etmesi süreci olması bakımından kritik öneme sahiptir. Bu durum, bir yandan atık yönetiminde maliyet avantajı sağlarken, diğer yandan çevresel yükün farklı coğrafyalara taşınmasına neden olmaktadır. Bu nedenle atık ihracatı hem çevresel politikaların hem de ekonomik dinamiklerin şekillendirdiği karmaşık bir olgu olarak önem taşımaktadır. Bu çalışmada, çevresel vergiler, dış ticaret hacmi, kişi başına enerji kullanımı ve kişi başına GSYİH'nın 27 Avrupa Birliği ülkesinin atık ihracatı üzerindeki etkileri incelenmektedir. Analiz, 2012–2022 dönemine ait panel veriler kullanılarak gerçekleştirilmiş ve değişkenler arasındaki dinamik ilişkileri ortaya koymak amacıyla İki Aşamalı Fark Genelleştirilmiş Momentler (GMM) yöntemi uygulanmaktadır. Elde edilen bulgulara göre çevresel vergilerin gerek cari dönemde gerekse geçmiş dönemde atık ihracatı üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Buna karşılık, dış ticaret hacmi ile kişi başına enerji kullanımının cari dönemde atık ihracatını artırdığı, geçmiş dönemde ise azaltıcı etkiler gösterdiği ve toplam etkilerinin negatif olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan kişi başına GSYİH'nın cari dönemde pozitif, geçmiş dönemde negatif etki sergilediği; ancak cari dönemdeki etkinin daha baskın olması nedeniyle toplamda pozitif bir ilişki ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında bu çalışma, politika yapıcılar ve piyasa aktörlerine, çevresel vergilerin atık ihracatı üzerindeki etkisinin sınırlı olması nedeniyle bu vergilerin tek başına yeterli bir araç olarak görülmemesi, dış ticaret ve

enerji politikalarının atık yönetimi stratejileriyle daha uyumlu biçimde tasarlanması ve ekonomik büyümenin yarattığı atık baskısının azaltılması için yeşil teknoloji yatırımlarına öncelik verilmesi gerektiğini önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Atık ihracatı, Çevresel vergiler, İki aşamalı fark GMM analizi

Giriş

Gündelik yaşam pratikleri, bir kısmı uluslararası boyuta taşan farklı atık akımlarına yol açmaktadır. Sınır ötesi atık hareketlerinin anlaşılabilmesi için, atık kavramının sosyo-kültürel, siyasal ve ekonomik açılardan çok yönlü bir olgu olarak ele alınması gerekir (Thapa vd., 2023). Basel Sözleşmesi'ne (1992) göre atıklar; ulusal mevzuat çerçevesinde bertaraf edilmiş, bertaraf edilmesi planlanan veya bertaraf edilmesi gereken maddeler ya da nesneler olarak tanımlanmaktadır. Atıkların nasıl ele alınacağı, ülkelerin sosyoekonomik koşulları ve çevresel politikalarına bağlı olarak değişmektedir. Geri dönüştürülmeleri, yakılarak bertaraf edilmeleri, depolanmaları ya da ikinci kaynak olarak yeniden ekonomiye kazandırılmaları mümkündür. Bir ülkede değersiz kabul edilen bir atık, başka bir ülke için hammadde niteliği taşıyabilir. Bu nedenle, neyin güvenli veya yeniden kullanım açısından değerli olduğuna ilişkin farklı yaklaşımlar, etkin atık yönetiminin önemini daha da artırmaktadır. Etkili atık yönetimi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin temel unsurlarından biri olup küresel çevresel baskıları azaltma potansiyeline sahiptir. Buna karşın atıkların neden olduğu sorunların göz ardı edilmesi, ciddi sağlık, çevre ve ekonomik sonuçlar doğurabilmektedir (Rucevska vd., 2015). Bu bağlamda, atık yönetimi stratejilerinden biri de atık ihracatıdır. Atık ihracatı, ülkelerin kendi sınırları içinde işleme kapasitesini aşan veya ekonomik açıdan verimli biçimde değerlendirilemeyen atıkları başka ülkelere transfer etmesi sürecini ifade etmektedir (Thapa vd., 2023). Bu uygulama, yalnızca çevreye zarar vermeden bertaraf amaçlarının ötesinde, geri dönüşüm (recycling) ekonomisinin bir parçası olarak atıkların ikincil hammaddeye dönüştürülmesini ve küresel ölçekte kaynak verimliliğinin artırılmasını hedeflemektedir (Neves vd., 2024). Bu noktada uygulamanın temel amacı, atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesini sağlamak ve aynı zamanda ekonomik maliyetleri azaltmaktır. Atık ihracatı özellikle gelişmiş ülkelerde, yerel çevre politikalarının sıkılığı ve yüksek bertaraf maliyetleri nedeniyle tercih edilmektedir (Barnes, 2019; Breivik vd., 2014; Du vd., 2023; Liu vd., 2018; Kitt, 1994). Gelişmekte olan ülkeler açısından ise, bu atıkların işlenmesi veya geri dönüştürülmesi ekonomik kazanç, yeni istihdam alanları ve belirli teknolojilere erişim fırsatları doğurabilmektedir (Breivik vd., 2014; Du vd., 2023; Kitt, 1994). Ancak atıkların döngüsel ekonomi zincirine girişi her zaman olumlu sonuçlar doğurmayabilir; kontrolsüz ve düşük standartlı süreçler çevresel riskleri, sağlık sorunlarını ve çevresel adalet tartışmalarını beraberinde getirebilir. Dolayısıyla atık ihracatı, geri dönüşüm ekonomisinin sunduğu fırsatlarla çevresel sürdürülebilirlik arasındaki dengenin sağlanmasına yönelik çift yönlü bir tartışma alanı oluşturmaktadır.

Atık ihracatı, yalnızca ekonomik veya lojistik bir tercih değil, aynı zamanda tüketici davranışlarını dolaylı yoldan etkileyen bir unsur olarak da değerlendirilebilmektedir. Literatürde, atıkların ülke dışına ihraç edilmesinin yerel çevreyi 'daha temiz' gösterdiği, bu durumun da toplumun atık sorununu daha uzak ve soyut algılamasına yol açarak tüketim eğilimlerini artırabileceği ileri sürülmektedir (Barnes, 2019). Bu bakımdan atık ihracatı, çevresel politikalarla birlikte değerlendirildiğinde, sürdürülebilirlik açısından ikili bir etki yaratmaktadır.

Atıkların, yüksek arıtma ve bertaraf maliyetleri, zayıf çevresel düzenlemeler, yetersiz yaptırımlar ve düşük çevre bilinci nedeniyle gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere yasadışı biçimde taşınması giderek artan bir küresel sorun haline gelmektedir (Rucevska vd., 2015). Bu tür uygulamaların önlenmesi ve atık yönetiminin sürdürülebilir bir zemine oturtulması için, kirlenin maliyet üstlendiği ve çevresel dışsallıkları fiyatlandıran çevresel vergiler etkili bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır (Aydın ve Esen, 2018; Esen vd., 2021; Kellenberg, 2015). Çevresel vergiler, atıkların kaynağında azaltılmasını teşvik ederek ihracat hacmini düşürebileceği gibi, firmaların maliyetleri artırarak atık ihracatını farklı yönlelere kaydırmasına da yol açabilmektedir. Bu bağlamda, çevresel vergilerin atık ihracatı üzerindeki etkisi hem daha temiz üretim ve geri dönüşüm yatırımlarını teşvik etmesi bağlamında olumlu hem de uluslararası atık ticaretinin artması veya düşük standartlı ülkelere yönelmesi açısından olumsuz yönleriyle ele alınmalıdır.

Bununla birlikte, çevresel vergilerin atık ihracatı üzerindeki etkisinin sınırlı kaldığı ya da beklenen sonuçları ortaya koymadığı yönündeki tartışmalar literatürde hâlen devam etmektedir. Çevresel vergiler ile atık ihracatı arasındaki ilişkinin ölçülmesini zorlaştıran önemli unsurlardan biri, vergi oranlarının içselliğidir.

Daha fazla atık ithal eden veya bertaraf kapasitesi yüksek olan ülkeler genellikle daha yüksek vergi oranları uygulamakta, bu da nedensellik ilişkisinin yönünü belirsizleştirmektedir (Levinson, 1999). Ülkeler veya bölgeler arasındaki gözlemlenemeyen farklılıklar —örneğin atık yönetimi altyapısı, denetim gücü ya da çevresel bilincin düzeyi— çevresel vergilerin atık ihracatı üzerindeki etkilerini karmaşık hale getirebilmektedir. Bu nedenle aynı vergi politikası, farklı bölgelerde farklı sonuçlar doğurabilmektedir (Stergiou et al., 2024). Atık üreticileri, yüksek vergilerle karşılaştıklarında maliyetlerini azaltmak için bertaraf başka bir bölgeye kaydırabilmekte veya kayıt dışı yolları tercih edebilmektedir. Bu durum, çevresel vergilerin atık ihracatını azaltıcı etkisini sınırlayabilmektedir (Shen et al., 2022). Vergilerin etkinliği yalnızca yasal düzenlemelere değil, aynı zamanda bu düzenlemelerin uygulanmasına bağlıdır. Denetim mekanizmalarının zayıf olduğu ülkelerde çevresel vergiler, beklenen ölçüde atık ihracatını caydırıcı bir rol oynamamaktadır (Kitt, 1995). Öte yandan, Levinson (1999), ABD eyaletlerinde tehlikeli atık bertaraf vergilerini teorik ve ampirik açıdan inceleyerek, vergilerin eyaletler arası atık akışını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. 1989–1995 dönemine ait panel veriler, yüksek vergili eyaletlere atık girişinin belirgin şekilde azaldığını ortaya koymaktadır. Bulgular, yerel düzeyde belirlenen bu vergilerin sosyal açıdan verimsiz sonuçlara yol açabileceğini vurgulamaktadır. Bir diğer çalışmada ise Neves vd. (2024), 18 AB ülkesinin 2010–2018 dönemi verilerini PCSE tahmincisiyle analiz ederek, çevresel düzenlemelerin e-atık ihracatı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, vergilendirmenin ihracatı azaltmada etkili olmadığını, hatta üreticiye uygulanan vergilerin ihracatı artırabildiğini göstermektedir. Ayrıca, yetersiz toplama sistemleri ve yüksek dışa bağımlılığın e-atık ihracatını teşvik eden faktörler olduğu vurgulanmaktadır.

Bunun yanı sıra, dış ticaret hacmi de atık ihracatını belirleyen önemli faktörlerden biridir. Yoğun dış ticaret faaliyetleri, lojistik ağlarının gelişmesi ve ülkeler arası ekonomik entegrasyon, atıkların sınırlar ötesine taşınmasını kolaylaştırmaktadır. Dolayısıyla, dış ticaret hacmindeki artış atık ihracatını doğrudan etkileyen bir kanal olarak değerlendirilmektedir. Higashida ve Managi (2014), geri dönüştürülebilir atık ticaretini belirleyen faktörleri gravity modeli kullanarak beş farklı atık ve hurda mal grubu için incelemiştir. Bulgular, ithalatçı ülkelerin kişi başına gelir, ücret düzeyi ve nüfusundaki artışın geri dönüştürülebilir atık ithalatını artırdığını göstermektedir. Çalışma ayrıca, gelişmekte olan ülkelerin sanayi faaliyetleri ve ekonomik büyüme ile birlikte gelişmiş ülkelerden daha fazla atık ithal ettiğini ortaya koymaktadır.

Bir diğer belirleyici unsur olan kişi başına enerji kullanımı, ülkelerin üretim ve tüketim yapısını yansıtmaktadır. Yüksek enerji tüketimi genellikle daha fazla atık üretimi anlamına gelmekte, bu da atıkların yurt içinde işlenemeyen kısmının ihracata yönelmesine neden olabilmektedir. Yani, Ekonomik büyüme ve istihdam artışı, tüketici güveni ve harcamalarını yükselterek tüketim seviyelerinin artmasına yol açmakta; bu da atık miktarının hızla yükselmesine neden olmaktadır (Hondroyannis vd., 2024). Enerji kullanım yoğunluğunun atık ihracatıyla nasıl bir ilişki kurduğu, ülkelerin üretim yapısına ve enerji verimliliği politikalarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu noktada, Morris (2016), Oregon geri dönüşüm piyasalarında fiyat dalgalanmalarının temel ekonomik belirleyicilerini istatistiksel yöntemlerle incelemiştir. Çalışma, özellikle enerji maliyetleri (örneğin petrol fiyatları) ve endüstriyel çıktı düzeylerinin geri dönüştürülmüş materyallerin fiyatlarını güçlü biçimde etkilediğini, arzın ise büyük ölçüde fiyatlardan bağımsız olduğunu göstermektedir. Bulgular, enerji maliyetlerindeki değişimlerin geri dönüşümlü malzemelere yönelik talebi ve dolayısıyla piyasa fiyatlarını belirlemede kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Son olarak, kişi başına GSYİH düzeyi, ülkelerin ekonomik gelişmişlik seviyesini ve çevre politikalarının sıklığını yansıtmaktadır. Yüksek gelirli ülkeler, daha katı çevre standartlarına ve yüksek bertaraf maliyetlerine sahip olduklarından, atık ihracatına daha fazla yönelme eğilimi gösterebilmektedir. Buna karşılık, düşük veya orta gelirli ülkeler için atık ihracatı, ekonomik gelir elde etme ve sanayileşme sürecine katkı sağlama aracı olarak öne çıkabilmektedir. Bu alanda yapılan çalışmalardan, Şeker vd. (2025), 20 ülke için 2000–2022 döneminde gerçekleştirdikleri panel veri analizinde ekonomik büyüme ve gelir düzeyinin plastik atık ticareti ve çevresel etkiler üzerindeki rolünü incelemiştir. Bulgular, ekonomik büyümenin ve artan gelir seviyesinin atık ithalatını ve buna bağlı ekolojik bozulmayı artırdığını, ancak belirli bir gelir eşiğinin ardından bu etkinin azaldığını ve EKC hipotezini desteklediğini göstermektedir. Böylece, ekonomik kalkınma sürecinde atık ticareti ve çevresel etkiler arasındaki ilişkinin gelir düzeyine bağlı olarak değiştiği vurgulanmaktadır. Bir diğer çalışmada, Hondroyannis vd. (2024), 28 AB ülkesi ve 44 bölge için 2000–2020 dönemi panel verilerini kullanarak ekonomik faaliyet düzeylerinin belediye atık üretimi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bulgular, GSYİH'daki artışın hem kısa hem de uzun vadede atık üretimini anlamlı ölçüde artırdığını ve ekonomik faaliyetlerin atık üretimiyle güçlü bir şekilde bağlantılı olduğunu göstermektedir.

Çalışma ayrıca, sürdürülebilir büyüme için atık yönetimi politikalarının ekonomik genişleme ile eşgüdümü yürütülmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu çerçevede, çalışmamız 27 Avrupa Birliği ülkesini kapsayarak çevresel vergiler, dış ticaret hacmi, kişi başına enerji kullanımı ve kişi başına GSYİH'nın atık ihracatı üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Böylece, atık ihracatının hem ekonomik hem de çevresel dinamiklerle nasıl şekillendiğine dair bütüncül bir analiz ortaya konulması planlanmaktadır.

Ekonometrik Analiz

Bu çalışmada ülke bazlı atık ihracatının belirleyicileri araştırılmaktadır. Analiz 2012-2023 dönemi için 27 AB ülkesinin (Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Hırvatistan, Kıbrıs, Çekya, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, Macaristan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, İspanya ve İsveç) yıllık verileri analiz edilmektedir. Verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler & CD Test Sonuçları

Değişkenler	Gözlem	Ort	Std. Hata	Min	Max	CD Test İst.	Prob.
tax	324	7.397	2.117	3.100	15.320	28.200	0.000
lncreditbybank	324	4.259	0.482	3.138	5.540	17.320	0.000
lnenusepc	324	7.989	0.368	7.179	8.952	21.400	0.000
lnfossil	324	4.221	0.265	3.190	4.592	42.560	0.000
lngdppc	324	10.288	0.614	8.891	11.813	52.770	0.000
lntrade	324	4.788	0.438	3.988	6.021	38.290	0.000
lnurban	324	15.491	1.352	12.888	17.994	13.810	0.000
lnexp	324	12.824	1.603	6.878	16.179	52.730	0.000

Tablo 1'de serilerin ortalama standart sapma değerleri ile en küçük ve en büyük değerleri görülmektedir. Yatay kesit sonuçları incelendiğinde serilerin hepsinin yatay kesit bağımlılığına sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle birim kök analizi için yatay kesit bağımlılığı göz önüne alan Pesaran birim kök testinden yararlanılmıştır. Test sonuçları Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2: Birim Kök Testi Sonuçları

Variables	Intercept Model	Intercept Model & Trend	Variables	Intercept Model	Intercept Model & Trend
tax	-2.82	-2.845	lngdppc	-1.033	-2.06
lncreditbybank	-1.069	-1.809	lntrade	-1.632	-2.042
lnenusepc	-1.883	-2.765	lnurban	-0.552	-0.875
lnfossil	-2.582	-2.611	lnexp	-1.837	-2.256
Intercept Model Critical values at %10, %5, %1: -2.07, -2.17, -2.34					
Intercept & Trend Model Critical values at %10, %5, %1: -2.6, -2.7, -2.89					

Tablo 2’deki sonuçlar incelendiğinde kritik değerlere göre Increditbybank, Inenusepc, lngdppc, Intrade, lnurban ve lnexp serilerinin durağan olmadığı ve tax ve lnfossil serilerinin durağan olduğuna karar verilmektedir. Seriler arasındaki ilişkilerin araştırılması için yararlanılacak denklemler aşağıda görülmektedir.

$$\lnexp_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 \lnenusepc_{i,t} + \beta_2 \lntrade_{i,t} + \beta_3 \ln gdp_{i,t} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$\lnexp_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 \lnenusepc_{i,t} + \beta_2 \lntrade_{i,t} + \beta_3 \ln gdp_{i,t} + \beta_4 \text{tax}_{i,t} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\lnexp_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 \lnenusepc_{i,t} + \beta_2 \lntrade_{i,t} + \beta_3 \ln gdp_{i,t} + \beta_4 \text{tax}_{i,t} + \beta_5 \lnfossil_{i,t} + \beta_6 \lncreditbybank_{i,t} + \beta_7 \lnurban_{i,t} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Seriler arasındaki ilişkilerin araştırılması için denklemlerin yatay kesit bağımlılık durumu uygun modelin seçilmesinde öneme sahiptir. Bu nedenle Pesaran yatay kesit bağımlılığı testi yardımı ile tahmin denkleminin yatay kesit bağımlılığı analiz edilmiştir. Test istatistiği 0.906 (Prob = 0.3651) ve average absolute value of the off-diagonal elements = 0.329 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre (Prob = 0.3651) birimler arasında anlamlı düzeyde yatay kesit bağımlılığı yoktur. Diğer bir ifade ile tahmin modeli için yatay kesit bağımlılığına dair güçlü bir kanıt yok. Serilerin kısa zaman boyutu ve dinamik etkilerin mevcut olma olasılığı Difference/Sistem GMM tahmincilerinin etkin olacağına dair bir öngörü sunmaktadır. Seriler arasındaki koentegrasyon ilişkilerinin incelenmesi için Westerlund Durbin H testinden yararlanılmıştır. Test sonuçları Tablo 3’de görülmektedir.

Table 3: Westerlund Durbin H Panel cointegration Test Results

Westerlund 2007 test for cointegration	DHg Statistic	DHp Statistic
Modified Phillips–Perron t	3.794	3.265

Tablo 3’deki Westerlund Durbin-H panel cointegration test sonuçları incelendiğinde, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığına dair güçlü kanıtlar sunmaktadır. Elde edilen istatistik değerlerinin her ikisi içinde koentegrasyon ilişkisi istatistiksel olarak oldukça anlamlıdır ve sıfır hipotezi olan “eşbütünleşme yoktur” ifadesinin reddedilmesini sağlamaktadır. Grup ortalamasına dayalı DHg istatistiği, panelde en az bazı birimlerde eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu gösterirken; panel ortalamasına dayalı DHp istatistiği ise panelin tamamında ortak bir uzun dönem ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Dinamik ilişkileri ele alarak, içsellik sorununu göz önüne alan ve kısa zaman boyutu için etkin sonuçlar sunabilen GMM (Genelleştirilmiş Momentler Metodu) çalışmamızda katsayıların elde edilmesi için tercih edilmiştir. Tablo 4’te sonuçlar görülmektedir.

Tablo 4: GMM Test Sonuçları

Variables	Denklem 1				Denklem 2				Denklem 3			
	Katsayı 1	Std.hata	z	Olasılık	Katsayı	Std.hata	z	Olasılık	Katsayı	Std.hata	z	Olasılık
L1.lnexp	0.903	0.036	25.0100	0.000	0.886	0.067	13.150	0.000	0.318	0.584	0.540	0.586
lntrade	1.520	0.297	5.120	0.000	1.610	0.404	3.980	0.000	1.267	2.330	0.540	0.587
L1.lntrade	-1.874	0.360	-5.210	0.000	-2.152	0.458	-4.700	0.000	-3.142	2.366	-1.330	0.184
lnenusepc	2.028	0.756	2.680	0.007	1.929	0.552	3.500	0.000	-1.749	2.179	-0.800	0.422
L1.lnenusepc	-2.135	0.842	-2.530	0.011	-1.979	0.804	-2.460	0.014	0.666	3.364	0.200	0.843
lngdppc	1.051	0.170	6.190	0.000	1.059	0.207	5.110	0.000	0.188	1.048	0.180	0.857
L1.lngdppc	-0.680	0.230	-2.960	0.003	-0.625	0.338	-1.850	0.064	-0.526	1.197	-0.440	0.660
tax	-	-	-	-	-0.065	0.073	-0.880	0.377	-0.293	0.268	-1.100	0.273
L1.tax	-	-	-	-	0.068	0.111	0.610	0.539	-0.142	0.361	-0.390	0.695
lnfossil	-	-	-	-	-	-	-	-	2.369	7.598	0.310	0.755
L1.lnfossil	-	-	-	-	-	-	-	-	0.762	11.059	0.070	0.945
lncreditbybank	-	-	-	-	-	-	-	-	-2.746	2.428	-1.130	0.258
L1.lncreditbybank	-	-	-	-	-	-	-	-	0.726	2.380	0.310	0.760
lnurban	-	-	-	-	-	-	-	-	-4.611	42.409	-0.110	0.913
L1.lnurban	-	-	-	-	-	-	-	-	6.446	41.977	0.150	0.878

Tablo 4'deki sonuçlar incelendiğinde Denklem 1'e göre dış ticaret ve kişi başı enerji tüketimi, atık ihracatı üzerinde toplam etkisi negatif ve kişi başı gelirin toplam etkisi pozitif olarak görülmektedir. Diğer yandan Denklem 2 ve Denklem 3, farklı değişkenlerin atık ihracatı üzerindeki etkisinin araştırılması için ele alınmıştır. Ancak başta vergi gelirleri olmak üzere, fosil yakıt tüketimi, kredi hacmi ve kent nüfusunun atık ihracat hacmi üzerinde bir etkisinin mevcut olmadığı görülmektedir.

Sonuç ve Değerlendirme

Atık ihracatı, sürdürülebilir kalkınma ve küresel çevre politikaları açısından kritik bir konudur. Artan atık miktarının yönetimi yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal sonuçlar da doğurduğundan bu alanda yapılan çalışmalar politika yapıcılar için yol gösterici olmaktadır. Bu çalışmada, 27 Avrupa Birliği ülkesinin 2012–2022 dönemi verileri kullanılarak çevresel vergiler, dış ticaret hacmi, kişi başına enerji tüketimi ve kişi başına GSYİH'nın atık ihracatı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Analiz, İki Aşamalı Fark Genelleştirilmiş Momentler (GMM) yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve değişkenler arasındaki dinamik ilişkiler ortaya konulmuştur.

Elde edilen bulgulara göre, çevresel vergilerin atık ihracatı üzerinde gerek cari gerekse geçmiş dönemlerde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Buna karşın dış ticaret hacmi ve kişi başına enerji tüketimi cari dönemde atık ihracatını artırırken, geçmiş dönem etkileri azaltıcı yönde olmuş ve toplamda negatif sonuç vermiştir.

Kişi başına GSYİH ise cari dönemde pozitif, geçmiş dönemde negatif etkiler göstermiş; ancak cari dönemdeki etkinin daha baskın olması toplamda pozitif bir ilişkiye işaret etmiştir

Bu bulgular, çevresel vergilerin tek başına atık ihracatını sınırlamakta yetersiz kaldığını, ekonomik büyüme ve ticaretin atık ihracatı üzerinde güçlü bir belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Bu çerçevede, politika yapıcılara yönelik öneriler şunlardır:

- (i). Çevresel vergiler, tek başına değil, atık yönetimi ve ticaret politikalarıyla bütünleşik bir şekilde tasarlanmalıdır.
- (ii). Artan dış ticaret hacminin atık ihracatını artırıcı etkisini sınırlamak için çevresel standartlar ve denetim mekanizmaları güçlendirilmelidir.
- (iii). Enerji tüketiminin atık ihracatı üzerindeki baskısını azaltmak amacıyla enerji verimliliği politikaları ve yeşil teknoloji yatırımlarına öncelik verilmelidir.
- (iv). Ekonomik büyümenin yarattığı atık baskısını hafifletmek için döngüsel ekonomi uygulamaları ve geri dönüşüm altyapısına yönelik yatırımlar artırılmalıdır.

Sonuç olarak, atık ihracatı ile ekonomik dinamikler arasındaki karmaşık ilişkilerin daha bütüncül politikalarla yönetilmesi hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik verimlilik açısından kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

Kaynakça

Aydin, C., & Esen, Ö. (2018). Reducing CO2 emissions in the EU member states: Do environmental taxes work? *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(13), 2396-2420. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1395731>

Barnes, S. J. (2019). Out of sight, out of mind: Plastic waste exports, psychological distance and consumer plastic purchasing. *Global Environmental Change*, 58, 101943. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101943>

Basel Sözleşmesi (1992). *Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal*. (Erişim Tarihi: 08.22.2025), <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/tabid/1271/Default.aspx>

Breivik, K., Armitage, J. M., Wania, F., & Jones, K. C. (2014). Tracking the global generation and exports of e-waste. Do existing estimates add up? *Environmental science & technology*, 48(15), 8735-8743. <https://doi.org/10.1021/es5021313>

Du, L., Zuo, J., O'Farrell, K., Chang, R., Zillante, G., & Li, L. (2023). Transnational recycling of Australian export waste: an exploratory study. *Resources, Conservation and Recycling*, 196, 107041. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107041>

Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç., & Yıldırım, S. (2021). Pollute less or tax more? Asymmetries in the EU environmental taxes–Ecological balance nexus. *Environmental Impact Assessment Review*, 91, 106662. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106662>

Higashida, K., & Managi, S. (2014). Determinants of trade in recyclable wastes: evidence from commodity-based trade of waste and scrap. *Environment and Development Economics*, 19(2), 250-270. <https://doi.org/10.1017/S1355770X13000533>

Hondroyannis, G., Sardianou, E., Nikou, V., Evangelinos, K., & Nikolaou, I. (2024). Waste generation and macroeconomic drivers: A panel study for European countries and regions. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 35(5), 1118-1136. <https://doi.org/10.1108/MEQ-08-2023-0297>

Kellenberg, D. (2015). The economics of the international trade of waste. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 7(1), 109-125. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100913-012639>

Kitt, J. R. (1994). Waste exports to the developing world: A global response. *Georgetown International Environmental Law Review*, 7(2), 485-514.

Levinson, A. (1999). NIMBY taxes matter: the case of state hazardous waste disposal taxes. *Journal of Public Economics*, 74(1), 31-51. [https://doi.org/10.1016/S0047-2727\(99\)00021-3](https://doi.org/10.1016/S0047-2727(99)00021-3)

Liu, Z., Adams, M., & Walker, T. R. (2018). Are exports of recyclables from developed to developing countries waste pollution transfer or part of the global circular economy?. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 22-23. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.005>

Morris, J. (2016). Oregon Recycling Markets Price Cycles and Trends: A Statistical Search for Significant Economic Causes. *State of Oregon Department of Environmental Quality*. (Erişim Tarihi: 08.22.2025), <https://www.oregon.gov/deq/FilterDocs/RecyclingPriceAnalysis.pdf>

Neves, S. A., Marques, A. C., & de Sá Lopes, L. B. (2024). Is environmental regulation keeping e-waste under control? Evidence from e-waste exports in the European Union. *Ecological Economics*, 216, 108031. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108031>

Neves, S. A., Marques, A. C., & de Sá Lopes, L. B. (2024). Is environmental regulation keeping e-waste under control? Evidence from e-waste exports in the European Union. *Ecological Economics*, 216, 108031. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.108031>

Rucevska I., Nellemann C., Isarin N., Yang W., Liu N., Yu K., Sandnæs S., Olley K., McCann H., Devia L., Bisschop L., Soesilo D., Schoolmeester T., Henriksen, R., & Nilsen, R. (2015). *Waste Crime – Waste Risks: Gaps in Meeting the Global Waste Challenge*. A UNEP Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal, Nairobi and Arendal.

Şeker, A., Öztürkçü, N., & Aydemir, M. F. (2025). The Hidden Cost of Global Trade: Evidence from Plastic Waste Trade and Its Ecological Ramifications Across Major Waste-Trading Nations. *Sustainability*, 17(13), 6176. <https://doi.org/10.3390/su17136176>

Thapa, K., Vermeulen, W. J., Deutz, P., & Olayide, O. E. (2023). Transboundary movement of waste review: From binary towards a contextual framing. *Waste Management & Research*, 41(1), 52-67. <https://doi.org/10.1177/0734242X221105424>

A REVIEW ON THE RELATIONSHIP BETWEEN CIRCULAR ECONOMY AND WASTE MANAGEMENT

Seda H. BOSTANCI

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, Tekirdağ, Türkiye, ORCID NO: 0000-0002-3559-2224

Abstract

Instead of the linear economy, which involves a linear progression of resources, production, consumption and disposal, interest in sustainable innovative economic approaches is increasing. Among these approaches, the circular economy supports sustainable and resilient lifestyles. Circular economy is an economic approach that has come to the fore today as an approach based on recycling and developing sustainable production and consumption systems. This process supports recycling policies in waste management and waste disposal approaches. Strategies for transitioning from waste management to zero waste management provide a foundation for countries to create more resilient and sustainable cities in the future. Wastes are divided into types as domestic, industrial and medical wastes. Although recycling is not possible for every waste, the participation and contribution of citizens as well as institutions is required, especially in the recycling of household waste. In a way, the circular economy offers a culture of living that supports waste recycling and the bringing of second-hand products to the market. Waste management is generally seen as the responsibility of municipalities and local authorities. However, waste entrepreneurship is emerging as a new business line in the private sector. Establishing and managing businesses to produce solutions to waste management is called waste entrepreneurship. In line with the fundamental idea of a circular economy, technologies that support the recycling of waste both support sustainability and create new economic opportunities. The purpose of this study is to examine the urban, public, and entrepreneurial aspects of waste management and their relationship with the circular economy. The research methodology was based on a literature review supporting this approach.

Keywords: Circular economy, sustainability, waste management, waste entrepreneurship.

INTRODUCTION

Today, the circular economy, along with recycling, is a field of interest. Urban population growth and changing consumption habits have created a significant waste problem. Circular economy can be defined as an economic approach based on the transformation of waste and its reintegration into the economy through various strategies. The idea of a circular economy has a background that can be traced back to modern environmental movements from the 1960s to the present day and the simple and sustainable living habits of those who participated in these movements (Winans, et al., 2017; Stahel, 2020; Ekins, et al., 2020; Maksymiv, et al., 2021). Circular economy, as a sustainable approach, includes the transformation of existing resources for their re-evaluation. Municipal waste is generally divided into household, industrial, and medical waste (Komilis, et al., 2012; Udofia, et al., 2017). Among these waste types, medical waste cannot be recycled, industrial waste has limited recycling potential, and household waste offers significant recycling opportunities. Today, these opportunities are referred to as waste entrepreneurship. By creating a systematic approach to waste collection and recycling processes, waste entrepreneurship brings together formal and informal actors in this field (Yildirim, & Bostanci, 2025). Activities of waste entrepreneurs include collecting unsorted waste, craftspeople working in waste separation, and collecting organic waste for composting (Adewunmi, 2024). In particular, the redefinition of the poorest segments of society, who are excluded from informal business sectors as waste collectors, as actors who gain value in the circular economy supports the social aspect of waste entrepreneurship.

A notable issue among criticisms of the circular economy is that circularity places a burden on businesses and consumers, posing a risk of diminishing the burden of sustainability on governments and international policies.

It is believed that the time has come for the government, together with producers, to develop a policy based on the principle of equitable distribution of resources in a circular economy (Johansson, & Henriksson, 2020; Corvellec, et al., 2022).

The production unit of the circular economy is urban recyclable waste. Waste management is the most crucial element in ensuring the quality of life in cities. It is impossible to speak of a healthy city or a positive social environment for citizens in an environment where garbage is not collected for several days. From this perspective, municipalities are developing a rapid and efficient system for waste collection. New technologies are also being used in waste disposal. Furthermore, reducing waste as much as possible and integrating it into the economy allows the waste issue to transform from a mere problem into an economic asset. With this approach, the study examines waste management and the circular economy together. Two separate sections were created to explain both concepts, and the conclusion was shaped based on this information.

WASTE MANAGEMENT

For most social scientists, waste is seen as a mirror that reflects people and serves as a way to understand them (Knechtel, 2007; Reno, 2015). Human interaction with their environment often leads to waste production and environmental pollution. Individuals with a heightened sense of social responsibility store their waste in conditions that will not cause environmental pollution and seek ways to recycle it. In their research, Crociata et al. (2015) found that individuals participating in cultural events were more likely to contribute to waste recycling processes and comply with waste recycling guidelines.

The development level of countries is becoming more apparent in the waste issue. However, waste management also poses challenges for developed countries (Rogerson, 2001; Umesh, et al., 2024). While developed countries seek solutions to their problems by sending their waste to developing and underdeveloped countries, this trend has a detrimental effect on the ecological balance. The waste management system is a labour-intensive system primarily under the responsibility of municipalities. In this system, skilled and unskilled workers are involved in waste management (Umesh, et al., 2024).

Waste management can be considered a planning system. When recycling is implemented in an environmentally friendly manner among waste disposal methods, sustainability approaches to waste management come into play. There are various waste classifications, such as household waste, commercial waste, ashes, animal waste, construction waste, industrial solid waste, biomedical waste, and hazardous waste (Demirbas, 2011; Hennebert, et al., 2016; Benli, & Altıntaş, 2022). Waste is grouped as recyclable and non-recyclable. Waste reduction, in other words, minimization, encompasses all processes that eliminate waste while preventing it at the source, ensuring reuse and recycling (Tam, 2011). Waste management systems are evaluated in three main categories: biological methods, thermal systems, and sanitary landfills (Benli, & Altıntaş, 2022). Integrated solid waste management and zero waste approaches are also current approaches to waste management systems (Zaman, 2015; Bilgili, & Yıkıcı, 2022). The processing of waste and its reintegration into the economy as a resource is defined as a part of the circular economy and integrated waste management (Bilgi, & Yıkıcı, 2022; Hidalgo, et al, 2019; Bostancı, et al., 2024).

One of the most significant challenges for municipalities is the prevalence of household waste, defined as low-value recyclable waste (LVRW) (Ji, et al., 2023). Costs must be accurately calculated for the disposal of these wastes and the most sustainable method must be selected. Zero waste policies, one of the most prominent waste management strategies and spearheaded by public institutions in many countries, are also important components of integrated waste management. While waste production is considered inevitable, zero waste management has made significant progress, particularly with a more informed public and through education in schools (Johnson, 2013; Săplăcan, & Márton, 2019; Lu, 2024).

CIRCULAR ECONOMY

Zucchella and Previtali (2019) defined the circular economy by combining the concepts of “cradle-to-cradle” and “lifecycle assessment” which defined environmentally friendly living habits in the 1970s. “Cradle to Cradle (C2C) has a content that refers to the design of products to be beneficial to the environment and people” (Bjørn, & Hauschild, 2017).

Lifecycle assessment is a tool used to examine the environmental impacts and resources used in all stages of a product's lifecycle, from raw material procurement and production to usage and waste management (Finnveden et al., 2009; Hellweg et al., 2014). Concepts related to the circular economy in the literature include environmental economics, industrial ecology, and ecological economics (Lee, 2023). Environmental economics, which forms the basis of these fields, encompasses topics such as examining the environmental consequences of externalities in market behaviour, analysing the relationship between environmental quality and fundamental property rights, and examining the technical foundations of environmental problems related to water, air, and social amenities (Seneca & Taussig, 1974; Wiesmeth, 2012; Grafström, & Aasma, 2021). Unlike the linear economy, the circular economy supports sustainable process management (Heshmati, 2017; Lacy, et al., 2020; Grafström, & Aasma, 2021). From this perspective, environmental economics is viewed as a fundamental economic field that also encompasses the circular economy. "Circular economy is means as a realization of a closed loop of material flows in the economic system" (Seroka-Stolka, & Ociepa-Kubicka, 2019).

The circular economy operates at four levels: products, companies, networks, and policies (Geng et al., 2019). From a political perspective, product-level reuse, component-level reuse, and material-level reuse, also known as recycling, are the fundamental components of the circular economy (Zink, & Geyer, 2017; del Río, et al., 2021; Barreiro-Gen, & Lozano, 2020). The circular economy has been considered as a sustainable approach and an alternative solution to increasing resource scarcity (Mies, & Gold, 2021). The circular economy has led to the development of examples of eco-innovation (Prieto-Sandoval, et al., 2018). Among the social dimensions of this process is the sense of community that emerges among individuals who support the circular economy. Circular economy is a concept that is welcomed by the public, private, civil society and academia in this respect (Velenturf, & Purnell, 2021).

Linked to the concept of the life cycle, the circular economy develops strategies to extend the life cycle of products, considering the benefits of individuals, communities, and the environment. These strategies include sharing, remanufacturing, renewing, reusing, repairing, and recycling existing materials and products (Yamaguchi, 2022; European Commission, 2023; Viccaro et al., 2024). Various concepts associated with the circular economy include industrial ecology, cradle-to-cradle design, ecological economics, resilience science, natural capitalism, and cleaner production (Prendeville, et al., 2014; Korhonen et al., 2018; Corvellec et al., 2022; Akkuzu et al., 2025). The circular economy aims to reduce negative environmental impacts (Zink & Geyer, 2017). In the circular economy, reuse, restoration, and recycling techniques are often used together (Stahel, 2016). With all these features, circular economy is gaining importance as a concept that supports sustainable development.

CONCLUSION

Sustainable and circular waste management is an approach that only conscious and responsible societies can achieve. However, waste recycling and waste entrepreneurship have begun to attract attention in developing countries for the sake of better quality of life and sustainability. Citizen participation and contribution are crucial, especially in cities that have set class waste targets and are making progress in this area. Urban waste management involves raising awareness among citizens and institutions about waste separation and zero waste, using innovative storage methods, recycling waste, and implementing integrated waste management within the context of a circular economy.

Circular economy and waste management, taken together, form the foundations of sustainable and integrated waste management. Waste management not only creates a clean environment and sustainable living spaces, but also strengthens the role of informal sectors like waste collectors in the economy. In particular, municipalities' support for waste collectors and artists' creation of recycled products offer significant opportunities for waste entrepreneurship, also known as the extraction of treasure from trash. As a development-supporting component of the circular economy, waste entrepreneurship also supports sub-sectors such as advertising and promotion of waste recycling. Thus, waste entrepreneurship transforms the perspective on waste, transforming it into an asset for the circular economy.

REFERENCES

- Adewunmi, Y. (2024). Waste Entrepreneurship in South Africa: A Review of the Existing Situation. *Trash or Treasure: Entrepreneurial Opportunities in Waste Management*, 125-142.
- Akkuzu, İ., Bostancı, S. H., Popescu, C. R. G., & Popescu, G. N. (2025). Food Systems Within a Circular Economy Framework. *Blending Approaches Towards Sustainability Focus*, 95-110.
- Barreiro-Gen, M., & Lozano, R. (2020). How circular is the circular economy? Analysing the implementation of circular economy in organisations. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3484-3494.
- Benli, Y. K., & Altıntaş, O. (2022). *Dünyada Ve Türkiye’de Belediye Atıklarının Yönetimi*. Pearson Journal, 7(21), 1-27.
- Bilgili, M. Y., & Yıkıcı, A. (2022). Kentsel Katı Atık Yönetim Türlerinin Kentsel Direnç Üzerindeki Etkisi, *Çevre, İklim ve Afet*, Ed: Bektaş, N., Kartepe Zirversi, Cilt 3, 507-521.
- Bjørn, A., & Hauschild, M. Z. (2017). Cradle to Cradle and LCA. In *Life cycle assessment: theory and practice* (pp. 605-631). Cham: Springer International Publishing.
- Bostancı, S., Vasilev, V., & Yıldırım, S. (2024). Strategies and policies in recycling food waste: The intermediary role of municipalities. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 3(2), 160-167.
- Corvellec, H., Stowell, A. F., & Johansson, N. (2022). Critiques of the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 26(2), 421-432.
- Crociata, A., Agovino, M., & Sacco, P. L. (2015). Recycling waste: Does culture matter?. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 55, 40-47.
- del Río, P., Kiefer, C. P., Carrillo-Hermosilla, J., & Könnölä, T. (2021). *Circular economy*. Cham: Springer International Publishing.
- Demirbas, A. (2011). Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. *Energy Conversion and Management*, 52(2), 1280-1287.
- Ekins, P; Domenech Aparisi, T; Drummond, P; Bleischwitz, R; Hughes, N; Lotti, L; (2020) *The Circular Economy: What, Why, How and Where*. The OECD Centre for Entrepreneurship: Paris, France.
- Finnveden, G., Hauschild, M. Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D. & Suh, S. (2009). Recent developments in life cycle assessment. *Journal of environmental management*, 91(1), 1-21.
- Geng, Y., Sarkis, J., & Bleischwitz, R. (2019). How to globalize the circular economy. *Nature*, 565(7738), 153-155.
- Grafström, J., & Aasma, S. (2021). Breaking circular economy barriers. *Journal of cleaner production*, 292, 126002.
- Hellweg, S., & Milà i Canals, L. (2014). Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science*, 344(6188), 1109-1113.
- Hennebert, P., Van Der Sloot, H. A., Rebischung, F., Weltens, R., Geerts, L., & Hjelmar, O. (2014). Hazard property classification of waste according to the recent propositions of the EC using different methods. *Waste Management*, 34(10), 1739-1751.
- Heshmati, A. (2017). A review of the circular economy and its implementation. *International Journal of Green Economics*, 11(3-4), 251-288.
- Hidalgo, D., Martín-Marroquín, J. M., & Corona, F. (2019). A multi-waste management concept as a basis towards a circular economy model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 111, 481-489.
- Ji, T., Fang, H., Zhang, R., Yang, J., Fan, L., & Li, J. (2023). Automatic sorting of low-value recyclable waste: a comparative experimental study. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25(3), 949-961.

- Johansson, N., & Henriksson, M. (2020). Circular economy running in circles? A discourse analysis of shifts in ideas of circularity in Swedish environmental policy. *Sustainable Production and Consumption*, 23, 148-156.
- Johnson, B. (2013). *Zero waste home: The ultimate guide to simplifying your life by reducing your waste*. Simon and Schuster.
- Knechtel J. (2007). *Trash* Cambridge, MA/London: MIT Press.
- Komilis, D., Fouki, A., & Papadopoulos, D. (2012). Hazardous medical waste generation rates of different categories of health-care facilities. *Waste management*, 32(7), 1434-1441.
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A., & Birkie, S. E. (2018). Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of Cleaner Production*, 175, 544–552.
- Lacy, P., Long, J., & Spindler, W. (2020). *The circular economy handbook: Realizing the circular advantage*.
- Lee, W. J. Y. (2023). The political economy of Australia's waste crisis: From neoliberalism to the circular economy agenda. *Circular Economy and Sustainability*, 3(3), 1703-1721.
- Lu, D. (2024). Performing zero waste: lifestyle movement, consumer culture, and promotion strategies of social media influencers. *Environmental Sociology*, 10(1), 12-29.
- Maksymiv, Y., Yakubiv, V., Hryhoruk, I., & Kravtsiv, V. (2021). Development of circular economy concept: Historical background. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 8(3), 120-129.
- Mies, A., & Gold, S. (2021). Mapping the social dimension of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 321, 128960.
- Prendeville, S., Sanders, C., Sherry, J., & Costa, F. (2014). *Circular economy: is it enough*. EcoDesign Centre, Wales, 21.
- Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. *Journal of cleaner production*, 179, 605-615.
- Reno, J. (2015). Waste and waste management. *Annual Review of Anthropology*, 44(1), 557-572.
- Rogerson, C. M. (2001, April). The waste sector and informal entrepreneurship in developing world cities. In *Urban forum* (Vol. 12, No. 2, pp. 247-259). New York: Springer-Verlag.
- Săplăcan, Z., & Márton, B. (2019). Determinants of adopting a zero waste consumer lifestyle. *Regional and Business Studies*, 11(2), 25-39.
- Seroka-Stolka, O., & Ociepa-Kubicka, A. (2019). Green logistics and circular economy. *Transportation Research Procedia*, 39, 471-479.
- Seneca, J. J., & Taussig, M. K. (1974). *Environmental economics*. USA: Prentice-Hall.
- Stahel, W. R. (2016). The circular economy. *Nature*, 531(7595), 435-438.
- Stahel, W. R. (2020). History of the circular economy. The historic development of circularity and the circular economy. In *The Circular Economy in the European Union: An Interim Review* (pp. 7-19). Cham: Springer International Publishing.
- Tam, V. W. (2011). Rate of reusable and recyclable waste in construction. *Open Waste Management Journal*, 4(1), 28-32.
- Udofia, E. A., Gulis, G., & Fobil, J. (2017). Solid medical waste: a cross sectional study of household disposal practices and reported harm in Southern Ghana. *BMC public health*, 17(1), 464.
- Umesh, M., Basheer, T., Sarojini, S., Santhosh, A. S., Suresh, S., & James, N. (2024). Waste management for waste entrepreneurship: an emerging concept. In *Trash or Treasure: Entrepreneurial Opportunities in Waste Management* (pp. 231-253). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Velenturf, A. P., & Purnell, P. (2021). Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable production and consumption*, 27, 1437-1457.

Viccaro, M., Romano, S., Rosalia, I., & Cozzi, M. (2024). Searching for the Profitability of Energy Crops: An Agroecological–Economic Land Use Suitability (AE-landUSE) Model. *Environments*, 11, 91.

Wiesmeth, H. (2012). *Environmental economics*. Springer Berlin Heidelberg.

Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 825-833.

Yamaguchi, S. (2022). Securing Reverse Supply Chains for a Resource Efficient and Circular Economy, OECD Trade and Environment Working Papers, No. 2022/02, OECD Publishing, Paris.

Yildirim, S. & Bostanci, S. H. (2025). [Informal Recycling Sector in the Developing World and Circular Economy: Case of Türkiye](#), ed. Borthakur, A., & Singh, P., *Circular Economy and Green Transition in the Global South*, Springer Book.

Zaman, A. U. (2015). A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines. *Journal of Cleaner Production*, 91, 12-25.

Zink, T., & Geyer, R. (2017). Circular economy rebound. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 593-602.

Zucchella, A., & Previtali, P. (2019). Circular business models for sustainable development: A “waste is food” restorative ecosystem. *Business Strategy and the Environment*, 28(2), 274-285.

WATER RECYCLING POLICIES FOR RESILIENT CITIES

Seda YILDIRIM

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences,

Department of Business, Tekirdağ, Türkiye, ORCID NO: 0000-0002-5755-1773

Seda H. BOSTANCI

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Political Science and Public Administration, Tekirdağ, Türkiye, ORCID NO: 0000-0002-3559-2224

Abstract

The resilience of cities around the world is closely related to the ability to protect and utilize natural resources, as well as to take precautions against natural disasters. Drinking water, a natural resource, is vital for the continuity of urban life. Drinking water types include spring water, mineral water, purified water, and distilled water. Along with drinking water, it is also found in water used for various activities in homes and workplaces, cleaning, and garden irrigation. In urban areas, water services are provided by municipal water and sewerage departments. Therefore, when urban water shortages occur, citizens hold municipal governments accountable. Water shortages are often caused by drops in dam occupancy rates during the summer months, when water needs are greatest. Public institutions organize documentaries, billboards, and various social events to raise public awareness about efficient use of water. Furthermore, greywater, defined as water from homes and offices that is free of fecal matter, can be used in various activities, such as watering gardens and washing cars, with proper treatment techniques. There are also techniques for converting seawater for domestic use. In this respect, water recycling is crucial for designing resilient cities of the future. Furthermore, the sponge city approach, which organizes the urban system for the collection and use of rainwater as a more holistic urban planning policy, is a highly comprehensive water policy. Along with designing cities to utilize rainwater, protecting and expanding green spaces and urban forests to increase rainfall are also key strategies. This study provides a profile of current water problems and explores water recycling policies. The research methodology provides a framework that combines various qualitative methods.

Keywords: Sustainability, resilient cities, recycling, grey water use, sponge cities.

INTRODUCTION

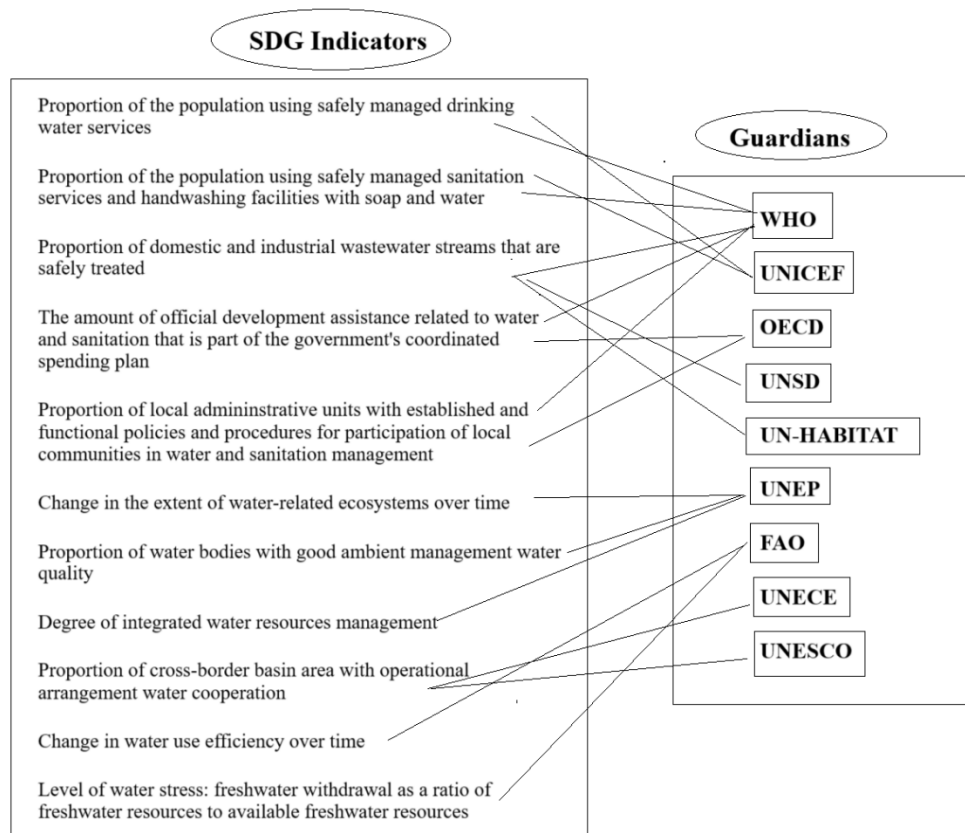
Water scarcity is seen as a fundamental challenge to a sustainable future worldwide. Global climate change, population growth, drought, and forest fires, in particular, are raising concerns about the future of water. Approximately two-thirds of the world experiences severe water scarcity for one month of the year. Climate change is altering precipitation patterns globally, causing droughts in some regions and floods in others. Changes to water systems caused by human activity are jeopardizing the security and sustainability of freshwater (European Commission Joint Research Centre, 2022). Various challenges are encountered when allocating limited freshwater resources to meet agricultural, industrial, and domestic water needs (Anderson, 2003). From this perspective, it would be appropriate to define the concept of water footprint. "Water footprint (WF) is an indicator that takes into account both direct (domestic water use) and indirect (water required to produce agricultural and industrial products) water use by producers or consumers as a unit" (Vanham, & Bidoglio, 2013). Water footprint and virtual water concepts are the approaches that measure how much freshwater is used by various processes, such as textile and coffee production. "Freshwater consumption for industry, food, and domestic needs should be limited for a sustainable future" (Gallo, et al., 2022). Water footprint is not only a measure of water consumption, but also an area whose efficiency and fairness are debated when considering countries suffering from freshwater scarcity" (Hoekstra, 2019). In countries experiencing freshwater scarcity, water shortages lead to diseases, hygiene problems, and food shortages. In these respects, water management plays a key role in national policymaking and has also become a major source of conflict and tension between countries.

Urban management that utilizes successful water-related strategies is becoming a key area of discussion today. Especially during the COVID-19 pandemic, urban cleanliness and sanitation to prevent infectious diseases have become among the most critical areas for municipal leaders. From disaster management to pandemic management, a city's ability to withstand sudden and unexpected disasters in the future depends on a comprehensive, participatory, and multi-stakeholder urban governance system. Urban resilience increases in a democratic environment that includes the active participation of state and local governments, as well as other urban actors. This study discusses water recycling within water management policies to ensure cities become resilient for a sustainable future. With this approach, various numerical indicators of water recycling are examined to determine the current situation and understand the importance of water recycling. Then, definitions are made regarding the concept of a resilient city and sponge cities within the context of holistic urban management in water recycling.

NUMERICAL INDICATORS RELATED TO WATER RECYCLING

Water recycling, in other words, water recovery, refers to the reuse of municipal wastewater, other than sewage, by processing it for various purposes, such as irrigation. Recycled wastewater is an important solution to water scarcity during this time of water crisis (Tangsubkul, et al., 2005). This approach to water recycling is supported by the European Federation of National Associations of Water Services (EUREAU), a non-profit Union of National Associations of Water Suppliers and Wastewater Services from European Union (EU) and The European Free Trade Association (EFTA) countries (Angelakis, & Durham, 2008). As seen in Table 1, institutions such as The World Health Organization (WHO), United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF), UN-Habitat, The United Nations Statistics Division (UNSD), The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), United Nations Environment Programme (UNEP) and Food and Agriculture Organization (FAO) also support various approaches to water sustainability.

Figure 1: SDG Indicators for Water



Source: <https://www.unesco.org/reports/wwdr/en/2024/s>

Figure 1 shows which decisions relevant international institutions play a more active role in water management and its future. The safe provision of drinking water services is closely linked to population

figures. Identifying domestic and industrial wastewater flows provides a preliminary framework for implementing recycling strategies in this area. Budgeting is as important as government policies in process management. The identification of transboundary basin areas for international water cooperation, a key issue in which institutions such as UNECE and UNESCO play an active role, is also among the critical international dimensions of water management. Meanwhile, FAO conducts global research on water use efficiency and water stress levels. An examination of this table reveals that water recycling policies are not sufficiently addressed in the sustainability indicators related to water.

Information on the extent to which international markets invest in water recycling is shown in Table 1.

Table 1: Global Water Recycle Market View 2025-2034

Year	Market size (USD billion)
2025	19.31
2026	21.19
2027	23.25
2028	25.52
2029	28.00
2030	30.72
2031	33.71
2032	36.99
2033	40.59
2034	44.54

Source: Precedence Research, 2025

According to a Precedence Research (2025) report, the global water recycling market is a growing market and is expected to continue growing over the next 10 years. As seen in Table 2, 19.31 billion USD dollar was recorded in 2025 for water recycling market value and it was expected to be 44.54 billion USD dollar by 2034. Asia Pacific holds the largest share of the water recycling market. Furthermore, Europe is seen as a fast-growing water recycling market (see Table 2).

Table 2: Regional Shares and Water Recycling

Regions	Shares (%)
North America	29
Europe	22
Asia Pacific	37
Latin America	4
MEA	8

Source: Precedence Research, 2025

Table 2 shows that Asia Pacific is the most regional share in water recycling and Table 3 shows the Water withdrawal by regions.

Table 3: Water Withdrawal by Regions

Regions	Cubic Meters
Others	34
Africa	267
Europe	287
North America	858
Asia Pacific	2634

Source: MMR, 2024

As seen in Table 4, MMR (2024) showed global water withdrawals statistics. According to 2023 data, the largest water withdrawal is seen in Asia Pacific. These indicators show the increasing importance of water recycling on an international scale.

CITIES AND WATER RECYCLING POLICIES

Environmental, water, and food policies are of great importance for the sustainable future of cities (Akkuzu, et al, 2025; Bostancı, et al, 2024; Yıldırım, et al, 2024; Bostancı, 2022a; Bostancı, & Yıldırım, 2022). Water management is the most fundamental and uninterrupted service area for the functioning of urban systems and the protection of community life and health. Therefore, dams, logistics, infrastructure, water conservation, public awareness for prudent use, and water recycling should be considered together as holistic strategies for fresh water supply in cities (Bostancı, 2022a; Bostancı, 2022b). The sustainability of cities depends on the order and predictability of their economic, ecological, and social systems. Furthermore, cities face unexpected risks worldwide, such as natural disasters, social conflicts, pandemics, and economic crises. World history demonstrates that once-prominent, powerful cities have gradually collapsed. Sometimes, natural disasters, sometimes changes in economic sectors or governance systems have caused cities to become vulnerable. Today, cities are being controlled by digital transformation systems, and how they can build resilience to cope with various future challenges is being discussed. With this approach, the concept of the resilient city has taken its place in the literature, and academic research in the field has increased (Vale, & Campanella, 2005; Chelleri, 2012; Patel, & Nosal, 2016; Wu, et al, 2022). According to the OECD (2023) definition, resilient cities are cities that have the ability to prepare for and recover quickly from future shocks that may require crisis management. Urban resilience can be defined as the ability of an urban system and its constituent socio-ecological and socio-technical networks at all temporal and spatial scales to maintain or rapidly return to desired functions in the face of disturbance, adapt to change, and rapidly repair systems that limit current or future adaptive capacity (Meerow et al., 2016). Jabareen (2013) describes a four-stage framework for transitioning to a resilient city. These stages include urban management, vulnerability analysis, uncertainty-focused planning, and mitigation. Given the role of cities in economic development, when cities are not adequately protected against natural and other disasters, their development goals and their independent futures can be at risk (Brugmann, 2012). Cities that cannot or have difficulty resisting under the necessary conditions are defined as fragile cities. In fragile cities, chaotic conditions arise when poverty, violence, and urban disaster risks intersect (De Boer, 2015). To create resilient cities, city leaders must adopt a governance system that fosters participation and incorporates multi-stakeholder decision-making processes. Municipalities implement various water recycling programs. However, a notable approach to urban water recycling, based on urban models, is seen in sponge cities. As the name suggests, sponge cities represent absorbent and resource-conserving design systems within the urban planning system aimed at conserving water, from rainwater to usable wastewater. Such a system requires the integration of a detailed engineering infrastructure alongside urban planning. The sponge city program draws inspiration from low-impact development (LID) and green infrastructure in the United States and Canada, sustainable drainage systems (SusDrain) in European countries, and water-sensitive urban design (WSUD) in Australia and New Zealand (Li et al., 2017; He et al., 2024).

China has implemented the sponge city concept as an urban water management policy. As Jia et al. (2022) argue, the success of the sponge city process depends on public participation and significant investments. These projects have developed a new urban planning approach, optimizing urban land use structures (Ji and Bai, 2021). These approaches are becoming more easily integrated, particularly in urban transformation processes (Bostancı, 2022b).

Sponge cities are not only an ecological development project but also an important public management policy (Gu & Cui, 2017). The creation of sponge cities ensures integration between the city's green, grey, and blue water systems, and establishes a connection between urban water ecology and water economy (Jia et al., 2022). As sponge surfaces are formed, water waste in cities is also prevented through technical means. Thus, pollution control is achieved, flood risk is reduced by controlling total rainwater runoff, and rainwater is used efficiently (Wang, et al., 2021; Fu, et al., 2023). The sponge city issue, a new urban model whose roots date back to the 2010s, has become a topic that countries around the world have begun to explore in the context of urban policies (Zevenbergen & Pathirana, 2018; Guan, et al., 2021; Balgaranov, 2022; Simon, 2022). Sponge city approaches provide guidance in combating water problems around the world.

CONCLUSION

Globally, freshwater, also defined as drinking water, is quite limited. This limited resource must be used not only in urban areas but across all economic sectors, from industry to agriculture. Clean water, the most valuable resource, is used in the production of all kinds of consumer goods, from textiles to coffee. The future of cities today is closely tied to sustainable water management. Innovative water strategies must be developed in decisions taken to ensure cities remain resilient under conditions that create water crises. In cities experiencing water shortages, health problems, a decline in quality of life, and citizen dissatisfaction with city management emerge. From this perspective, water recycling is seen as an important strategy within this approach. The design of sponge cities is seen as a critical approach to achieving the most effective water recycling. Ensuring the use of rainwater and other recycled water in urban infrastructure services is an urban planning approach that will prevent cities from experiencing water crises in the future.

REFERENCES

- Akkuzu, İ., Bostancı, S. H., Popescu, C. R. G., & Popescu, G. N. (2025). Food Systems Within a Circular Economy Framework. *Blending Approaches Towards Sustainability Focus*, 95-110.
- Anderson, J. (2003). The environmental benefits of water recycling and reuse. *Water Science and Technology: Water Supply*, 3(4), 1-10.
- Angelakis, A. N., & Durham, B. (2008). Water recycling and reuse in EUREAU countries: Trends and challenges. *Desalination*, 218(1-3), 3-12.
- Balgaranov, D. (2022). Budapest prepares a 'Sponge City' concept as summer floods intensify, <https://www.themayor.eu/en/a/view/budapest-prepares-a-sponge-city-concept-as-summer-floods-intensify-10587>
- Brugmann, J. (2012). Financing the resilient city. *Environment and Urbanization*, 24(1), 215-232.
- Bostancı, S., Vasilev, V., & Yıldırım, S. (2024). Strategies and policies in recycling food waste: The intermediary role of municipalities. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 3(2), 160-167.
- Bostancı, S. (2022a). Yerel yönetimlerin iklim ve su politikaları. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 7(1), 395-410.
- Bostancı, S. (2022b). Sünger kentlerde suyun geri dönüşümü politikaları. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 1(1), 10-17.
- Bostancı, S. H., & Yıldırım, S. (2022). The role of municipalities in achieving water security: The case of Turkey. In *Handbook of research on sustainable development goals, climate change, and digitalization* (pp. 268-286). IGI Global Scientific Publishing.

- Chelleri, L. (2012). From the «Resilient City» to Urban Resilience. A review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban systems. *Documents d'analisi geogràfica*, 58(2), 287-306.
- De Boer, J. (2015). Resilience and the Fragile City. *Stability: International Journal of Security and Development*, 4(1), 1-7.
- European Commission Joint Research Centre. (2022). Virtual Water, <https://wad.jrc.ec.europa.eu/virtualwater>
- Fu, G., Zhang, C., Hall, J. W., & Butler, D. (2023). Are sponge cities the solution to China's growing urban flooding problems?. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 10(1), e1613.
- Gallo, I., Landro, N., La Grassa, R., & Turconi, A. (2022). Food recommendations for reducing water footprint. *Sustainability*, 14(7), 3833.
- Gu, J. & Cui, H. (2017). Analyses on the role of government in the construction of sponge city, 3rd International Conference on Economics, Management, Law and Education (EMLE).
- Guan, X., Wang, J., & Xiao, F. (2021). Sponge city strategy and application of pavement materials in sponge city. *Journal of Cleaner Production*, 303, 127022.
- He, B., Juesta, J., Cirella, G. T., & Pignatta, G. (2024). *Urban Climate Change Adaptation*. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland.
- Hoekstra, A. Y. (2019). *The water footprint of modern consumer society*. Routledge.
- Jabareen, Y. (2013). Planning the Resilient City: Concepts and Strategies for Coping with Climate Change and Environmental Risk. *Cities*, 31, 220-229.
- Ji, M., & Bai, X. (2021). Construction of the sponge city regulatory detailed planning index system based on the SWMM model. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101645.
- Jia, B., Huang, M., Li, H. E., Lv, P., & Li, J. (2022). Benefit of Sponge City monetization based on “water footprint theory”: cases of Xi'an and Guyuan. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-16.
- Li, H., Ding, L., Ren, M., Li, C., & Wang, H. (2017). Sponge city construction in China: A survey of the challenges and opportunities. *Water*, 9(9), 594.
- Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining Urban Resilience: A Review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49.
- MMR, (2024). Water Recycle and Reuse Market – Growth, Trends, Industry Analysis and Forecast (2024-2030), <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/water-recycle-and-reuse-market/189451/>
- OECD (2023). Resilient Cities. <https://www.oecd.org/cfe/resilient-cities.htm>
- Patel, R., & Nosal, L. (2016). *Defining the resilient city*. New York: United Nations University Centre for Policy Research.
- Precedence Research, (2025). Water Recycle and Reuse Market Size, Share and Trends 2025 to 2034, <https://www.precedenceresearch.com/water-recycle-and-reuse-market>
- Simon, M. (2022). If you don't already live in a sponge city, you will soon, <https://www.wired.com/story/if-you-dont-already-live-in-a-sponge-city-you-will-soon/>
- Tangsubkul, N., Beavis, P., Moore, S. J., Lundie, S., & Waite, T. D. (2005). Life cycle assessment of water recycling technology. *Water resources management*, 19(5), 521-537.
- Vale, L. J., & Campanella, T. J. (Eds.). (2005). *The resilient city: How modern cities recover from disaster*. Oxford University Press.
- Vanham, D., & Bidoglio, G. (2013). A review on the indicator water footprint for the EU28. *Ecological indicators*, 26, 61-75.
- Wang, J., Xue, F., Jing, R., Lu, Q., Huang, Y., Sun, X., & Zhu, W. (2021). Regenerating Sponge City to Sponge Watershed through an Innovative Framework for Urban Water Resilience. *Sustainability*, 13(10), 5358.

Wu, C., Cenci, J., Wang, W., & Zhang, J. (2022). Resilient city: Characterization, challenges and outlooks. *Buildings*, 12(5), 516.

Yıldırım, S., Bostancı, S. H., & Yıldırım, D. C. (2024). Examining the resilience of local food systems against food insecurity in sudden crises. In *Food Security in a Developing World: Status, Challenges, and Opportunities* (pp. 355-369). Cham: Springer Nature Switzerland.

Zevenbergen, C., Fu, D., & Pathirana, A. (2018). Transitioning to sponge cities: Challenges and opportunities to address urban water problems in China. *Water*, 10(9), 1230.

THE ROLE OF SOCIAL MEDIA ON RECYCLING AWARENESS THROUGH GREEN INFLUENCERS

Seda Yıldırım

Tekirdag Namık Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Tekirdag, Turkey. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4367-6652>

Abstract

Climate change is a global problem for every country, and solutions will guide countries toward betterment. Climate change has led countries to pursue sustainable policies, and within these sustainable policies, the circular economy approach has come to life in practice. Waste management and recycling have become crucial in every field today within the context of the circular economy. Waste management and recycling have created a new path to achieving a sustainable future. Recycling practices have been adopted by businesses and have become an important part of waste management. Meanwhile, individuals have also become interested in recycling practices for zero or minimal waste. However, access to accurate information is crucial for individuals. Various experts, influencers, and others on social media can provide guidance for sustainable lifestyles. In this regard, influencers, celebrities, and experts on social media can be helpful in guiding individuals toward recycling. This study aims to examine the role of social media in recycling practices and raise awareness about recycling. This study will examine the influence on individuals for recycling based on their posts on social media. Furthermore, we will examine the tools prominent in sustainability-related guidance on social media and how they promote recycling. The study has a review approach and aims to draw a general framework.

Keywords: social media, waste management, recycling, green influencers

INTRODUCTION

It is crucial for individuals and institutions to work together harmoniously in the fight against climate change (Bostancı and Yıldırım, 2025; Yıldırım, 2022). Due to unsustainable production and a culture of excessive consumption, the world has accumulated a vast amount of waste. The amount of waste accumulated globally is enormous in all countries. Therefore, waste management has become the primary focus for a livable world in the future. Combating waste can be considered a way to combat climate change. Today, there are vast amounts and varieties of waste that cannot be disposed of or are waiting to be disposed of. Some waste is biodegradable, while others persist for thousands of years. Among these wastes, some are reusable and recyclable. In this context, an optimal waste management strategy can be achieved by developing appropriate methods and practices for each recyclable waste (Bostancı et al., 2024; Yıldırım and Kantarcı, 2022; Wan et al, 2019; Alsheyab, 2022; Mwanza & Mbohwa, 2017; Troschinetz & Mihelcic, 2009).

Statistics on waste accumulation worldwide often focus on the amount of waste generated by municipalities. For example, the OECD (2021) provides per capita municipal waste figures for countries in Table 1.

Tablo 1: OECD Amount of municipal waste per capita - 2021 (kg)

Country	Waste-kg
Austria	835.1387
Norway	798.8207
Luxembourg	793.0236
Denmark	769.6422
Belgium	757.6575

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III
OCTOBER 02-03, 2025 / AZERBAIJAN

Switzerland	704.23
New Zealand	692.1548
Iceland	659.4331
Israel	656.0151
Germany	650.7343
Finland	629.9699
Czechia	570.524
France	564.9984
OECD	559.0596
Australia	523.7518
Netherlands	513.6015
Slovenia	511.2195
Portugal	510.2513
Greece	509.1598
Slovak Rep.	497.1208
Italy	494.7203
Spain	482.8217
Lithuania	478.9263
United Kingdom	466.1123
Latvia	461.2844
Chile	460.544
Korea	438.5941
Sweden	417.8393
Hungary	416.2293
Türkiye	416.2001
Estonia	394.7407
Poland	358.3015
Japan	326.3128
Costa Rica	313.4782

Source: OECD, 2021

While the amount of waste is increasing, the amount recycled is not increasing at the same rate. The imbalance between waste generation and recycling can also reduce the success of future recycling practices. Wakefield (2022) stated that recycling statistics generally:

- According to records from 2021, approximately 5-6% of the 40 million tons of plastic waste in the US was recycled.
- There was a 5.7% decrease in plastic recycled in the US between 2019 and 2020.
- Single-use plastic products contain 98% fossil fuels.
- Approximately 400 million tons of plastic waste are generated globally each year.
- The bottle recycling rate decreased in 2020 compared to 2019.
- There is a significant amount of plastic waste in the oceans (between 75 and 199 million tons).
- Approximately 68% of paper was recycled in 2021.
- Aluminum consumption increased in the US in 2021.
- Glass recycling is more affordable than production from virgin raw materials.
- The amount of global e-waste is increasing dramatically.
- Products like food also face waste management challenges. Recycling or composting household food waste is not as efficient as desired.

Some European countries that are leaders in recycling are shown in Table 2:

Table 2: European Countries and Amounts in Recycling

EU country	Kg (per capita)
Ireland	20.7
Germany	19.89
Italy	18.28
Spain	17.05
Lithuania	16.37
Estonia	15.99
Belgium	15.76
Portugal	15.73
Netherlands	15.22
Slovakia	14.19

Source: Davison, 2024

Table 3: 2010-2022 Recycling Statistics among EU

Country	2010	2022
Germany	62.5	69.2
Austria	59.4	62.6
Slovenia	22.4	62.6
Netherlands	49.2	57.7
Belgium	54.8	54.7
Luxemburg	46.5	54.6
Italy	31.0	53.3
Latvia	9.4	50.8
EU27	38.0	48.7
Denmark	42.4	45.7
Finland	32.8	43.7
Czechia	15.8	43.3
France	36.0	41.2
Poland	16.3	40.9
Ireland	35.7	40.8
Sweden	47.8	39.7
Spain	29.2	38.6
Croatia	4.1	34.2
Estonia	18.0	33.2
Hungary	19.6	32.8
Portugal	18.7	30.2
Bulgaria	24.5	24.6
Greece	17.1	17.5
Cyprus	11.2	14.8
Malta	8.9	12.5
Romania	12.8	12.3
Switzerland	50.5	52.2

Norway	42.1	41.2
Iceland	20.8	23.3

Source: EEA, 2024

Table 3 shows recycling rates for 2010 and 2022 among European countries. It can be said that most of EU countries improved its recycling rates from 2010 to 2022.

According to Picvisa (n.d), the following can be said for recycling:

- A decrease in the use of circular materials was observed between 2018 and 2020 (21%).
- In 2023, 11.8% of recycled materials were used in the European Union.
- The circularity rate in Europe increased between 2022 and 2023.
- The Netherlands achieved the highest circularity rate in 2023 (30.6%).
- The recycling rate for municipal solid waste was 19%.

This study will examine the impact of social media on recycling awareness. The study will focus on the promotion of recycling practices by green influencers.

Research Question

RQ: *Does social media spur awareness of recycling?*

SOCIAL MEDIA and RECYCLING AWARENESS

Today, social media is believed to play a positive role in motivating recycling behavior. Various content on social media platforms can encourage consumers to recycle. However, it's important to note that perceived challenges related to recycling can also deter them from recycling (Bejan & Pop, 2024). Esmartrecycling (2024) also mentioned how social media is important to expand recycling movement. Recycling electronic devices reduces the amount of waste in the environment and prevents the release of toxic substances. Electronic devices deteriorate after a certain period, and disposing of them is difficult for people. Social media can provide helpful information for consumers regarding the recycling of electronic devices. Some consumers find recycling difficult, while others can gain useful information from what they learn on social media. (Esmartrecycling, 2024). Nanath & Kumar (2021) conducted social media research for students' awareness of recycling in e-waste. As a result of the survey conducted with students, it was seen that reading articles on e-waste recycling had a more motivating effect than watching videos. Sujata et al. (2019) examined the relationship between the recycling behavior of people in Penang and social media. The study concluded that social media and non-governmental organizations mostly positively affect and promote recycling behavior. Lee et al. (2019) examined the relationships between social media recycling and pro-environmental behaviors among millennials in the US. They found that behaviors such as liking and sharing recycling content on social media promote recycling. Sharma (2024) reached some conclusions in his study regarding the impact of social media platforms on promoting sustainability.

Yıldırım (2021) found evidence in his study that green influencers promote sustainable consumption behaviors. The study examined the public accounts of some influencers to determine the types of sustainable consumption behaviors they most frequently engage in. Green influencers were mostly women. The study stated that social media platforms are an important tool in promoting sustainability.

When examining Green/Sustainable Influencers, "zero waste" content is one of the most prominent. Recycling practices also play a significant role in the zero waste movement (Yıldırım, 2021).

Table 4 shows influencers focused on "zero waste" content.

Table 4: Zero Waste Influencers

List ^a	List ^b	List ^c	List ^d
Romy London	Zero Waste Home-Bea Johnson	Trash is for Tossers	Anne-Marie Bonneau
Madeleine Olivia	Going Zero Waste	Paris To Go	Bea Johnson
Maya Leinbach	Trash is for Tossers	Zero Waste Chef	Lauren Singer
Immy Lucas	Zero Waste Chef	PAREdown Home	Isaias Hernandez
Kate Bamber	Litterless	#NoToPlastic	Stevie Van Horn
Jhánneu Roberts	Wasteland Rebel	Treading My Own Path	Dr. Anita Vandyke
Sedona Christie	Reusable Nation	Going Zero Waste	Addie Fisher
Nicole Whittle	Live Conscious	Litterless	Anamarie Shreeves
Max La Manna		The Zero Waste Girl	Robin Greenfield
Alexis Nikole		Zero Waste Guy	Leah Thomas
Franziska			
Emma Jane			
Shelby			
Robin Greenfield			
Ed Winters			
List ^a : Protoctor, 2024 List ^b : Roy, 2022 List ^c : Mind your wase foundation, (n.d) List ^d : Miller, 2024			

Source: Protoctor, 2024; Roy, 2022; Mind your wase foundation, (n.d); Miller, 2024

Table 5: Followers and Green Influencers

Influencers	Followers	Content
Anne-Marie Bonneau	210 K.	She has 210 K followers on Instagram. Zero waste in cook
Bea Johnson	233 K	She has 233 K followers on Instagram. Zero waste home
Lauren Singer	307 K	She has 307 K followers on Instagram. Zero waste home
Isaias Hernandez	123K	He has 123 K followers on Instagram. Zero waste
Stevie Van Horn	95K	She has 95 K followers on Instagram. Zero waste
Dr. Anita Vandyke	77K	She has 77 K followers on Instagram. Zero waste, reducing food waste
Addie Fisher	19K	She has 19 K followers on Instagram. Zero waste, eco-friendly lifestyle
Anamarie Shreeves	-	Zero waste
Robin Greenfield	270 K	He has 270 K followers on Instagram. Minimalism
Leah Thomas	275 K	She has 275 K followers on Instagram. Zero waste, plastic-free living

Source: Miller, 2024

As seen in Table 5, the content and focus of green influencers are zero-waste and sustainable lifestyle. Most green influencers in Table 4 are women and use Instagram.

Suryaputra et al. (2024) found in their study that green influencers will have a positive impact on people's sustainable consumption attitudes.

Social media is thought to raise awareness in the fight against waste pollution. The benefits of social media in combating plastic pollution can be summarized as follows: (Know Plastics, (n.d):

- Campaigns: Social media provides a very effective platform for campaigns and announcements today.
- Education: Social media platforms such as Facebook, Instagram, and YouTube can educate the public about plastic pollution.
- Inspiration for Action: Social media influencers can inspire individuals to act.
- Exemplary Stories: Successful stories can serve as role models for followers as they are shared on social media.
- Unifying: The fight against plastic pollution is unifying for individuals and organizations who connect on the same social media platform.
- Transparency: Social media environments tend to be more informative and transparent.
- Mobilization: Individuals and civil society organizations that unite on social media can gain a greater say in environmental laws and regulations.
- Promoting Alternatives: Social media platforms can encourage alternatives to plastic products.
- Combating misinformation: Social media is overflowing with information. It's important to distinguish between truth and misinformation.

- Fostering global connections: Social media platforms can connect people with shared goals globally.

CONCLUSION

Reducing waste and increasing recycling are important practices in the face of climate change. With sustainable transformation, many businesses have also turned to waste reduction and recycling. However, individuals can also contribute to the 2030 SDGs by recycling and adopting a sustainable lifestyle. Lack of information can be a significant challenge for individuals transitioning to a sustainable lifestyle (Kirchner-Krath et al., 2024; Cohen, 2021; Dimitrova et al., 2021; Eco Gardner, 2024). Sources of information and reference groups are crucial for achieving a sustainable lifestyle.

Social media can be considered a media platform with greater influence and reach than traditional media. Social media is a very effective tool for promoting sustainability. In this context, social media also stands out in raising awareness of recycling practices and encouraging people to recycle. Social media platforms have gained importance in the digital age as a new source of information. Consequently, people turn to social media for information. Green influencers have also played a significant role in promoting sustainable lifestyles. Influencers who share content on zero-waste lifestyle and recycling can set an example and guide their followers. (Segovia-Villarreal and Rosa-Díaz, 2022; Kaur, 2025; Strähle and Gräff, 2017; Li et al., 2024; Anderson, 2023; Confetto et al., 2023; Gulati, 2022; Zaborek and Mabrouk, 2025; Yıldırım, 2021).

REFERENCES

- Alsheyab, M.A.T. (2022). Recycling of construction and demolition waste and its impact on climate change and sustainable development. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 19, 2129–2138 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03217-1>
- Anderson, L. M. (2023). Seeking transformative lifestyles : a role for social media influencers in creating sustainable futures (T). University of British Columbia. Retrieved from <https://open.library.ubc.ca/collections/ubctheses/24/items/1.0433825>
- Bejan, B.M. & Pop, C.M. (2024). Consumer perspective on the recycling process. Social media analysis of RetuRO. *Journal of Ethics in Entrepreneurship and Technology*, 4 (2): 130–144. <https://doi.org/10.1108/JEET-07-2024-0020>
- Bostancı, S.H., Yıldırım, S. (2025). Role of Government and International Institutions in Fostering Social Responsibility and Environmental Harmony. In: Singh, P., Daga, S., Yadav, K. (eds) *Integrating Environmental Sustainability and Corporate Social Responsibility: A Move Beyond Profit*. World Sustainability Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-81469-3_10
- Bostancı, S., Vasilev , V., & Yıldırım, S. (2024). Strategies and Policies in Recycling Food Waste: The Intermediary Role of Municipalities. *Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy*, 3(2), 160–167. Retrieved from <https://www.respjournals.com/index.php/pub/article/view/56>
- Cohen, S. (2021). The Role of Individual Responsibility in the Transition to Environmental Sustainability, <https://news.climate.columbia.edu/2021/05/10/the-role-of-individual-responsibility-in-the-transition-to-environmental-sustainability/>
- Confetto, M.G., Covucci, C., Addeo, F., Normando, M. (2023). Sustainability advocacy antecedents: how social media content influences sustainable behaviours among Generation Z. *Journal of Consumer Marketing* 31 July 2023; 40 (6): 758–774. <https://doi.org/10.1108/JCM-11-2021-5038>
- Davison, T. (2024). How Much Plastic Actually Gets Recycled?, <https://blog.cleantech.com/how-much-plastic-is-recycled>
- Dimitrova, A., Vaishar, A., & Šťastná, M. (2021). Preparedness of Young People for a Sustainable Lifestyle: Awareness and Willingness. *Sustainability*, 13(13), 7204. <https://doi.org/10.3390/su13137204>
- Eco Gardner, (2024). Adopting a Sustainable Lifestyle and Overcoming Common Challenges, <https://ecogardener.com/blogs/news/common-challenges-in-adopting-sustainable-lifestyle>

EEA, (2024). Waste recycling in Europe, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/waste-recycling-in-europe>

Esmartrecycling (2024). The role of social media in electronic device recycling behavior, <https://esmartrecycling.com/blog/the-role-of-social-media-in-electronic-device-recycling-behavior>

Gulati, S. (2022). Social and sustainable: exploring social media use for promoting sustainable behaviour and demand amongst Indian tourists. *International Hospitality Review* 4 October 2022; 36 (2): 373–393. <https://doi.org/10.1108/IHR-12-2020-0072>

KAUR, A. (2025). Social Media For Sustainable Knowledge Sharing: Impact On Lifestyles And Awareness. *Asian Education and Learning Review*, 4(1), Article 4. <https://doi.org/10.14456/aelr.2026.4>

Kirchner-Krath, J., Morschheuser, B., Sicevic, N., Xi, N., von Korfflesch, H.F.O., Hamari, J. (2024). Challenges in the adoption of sustainability information systems: A study on green IS in organizations, *International Journal of Information Management*, Volume 77, 2024, 102754, <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2024.102754>.

Know Plastics, (n.d). Social Media's Role in Plastic Awareness, <https://knowplastics.org/social-medias-role-in-plastic-awareness/>

Lee, A. R., Hon, L., Won, J., You, L., Oloke, T., & Kong, S. (2019). The Role of Psychological Proximity and Social Ties Influence in Promoting a Social Media Recycling Campaign. *Environmental Communication*, 14(4), 431–449. <https://doi.org/10.1080/17524032.2019.1677737>

Li, J., Chiu, D. K. W., Ho, K. K. W., & So, S. (2024). The Use of Social Media in Sustainable Green Lifestyle Adoption: Social Media Influencers and Value Co-Creation. *Sustainability*, 16(3), 1133. <https://doi.org/10.3390/su16031133>

Miller, J. (2024). Top 10 Zero-Waste Influencers to Follow on Social, <https://theroundup.org/top-zero-waste-influencers/>

Mind your waste foundation, (n.d). 10 Zero Waste Bloggers You Should Follow Right Now, <https://www.mindyourwaste.org/blog/10-zero-waste-bloggers-you-should-follow-right-now>

Mwanza, B. G. & Mbohwa, C. (2017). Drivers to Sustainable Plastic Solid Waste Recycling: A Review, *Procedia Manufacturing*, Volume 8, 2017, Pages 649-656, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.083>.

Nanath, K. & Kumar, S.A., (2021). The role of communication medium in increasing e-waste recycling awareness among higher educational institutions. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 22 (4): 833–853. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2020-0399>

OECD, (2021). Municipal waste, Municipal waste is waste collected and treated by, or for municipalities. Indicator, <https://www.oecd.org/en/data/indicators/municipal-waste.html>

Picvisa, (n.d). 20 recycling facts & statistics to advance toward a circular economy by 2025, <https://picvisa.com/recycling-facts-and-statistics-2025/>

Proctor E. (2024). The Best Environmental Influencers to Follow Ahead of Global Recycling Day 2024, <https://sociallypowerful.com/post/zero-waste-influencers>

Roy, S. (2022). Our 8 Favorite Zero Waste Bloggers, <https://repurpose.global/blog/post/our-favourite-zero-waste-bloggers>

Segovia-Villarreal, M., & Rosa-Díaz, I. M. (2022). Promoting Sustainable Lifestyle Habits: “Real Food” and Social Media in Spain. *Foods*, 11(2), 224. <https://doi.org/10.3390/foods11020224>

Sharma, R. K. (2024). Click, Share, Recycle: The Power Of Social Media In Promoting Sustainable Choices. *Research Journal of Accounting and Entrepreneurship*, 12(1), 15–30. Retrieved from <https://hollexpub.org/J/index.php/19/article/view/1094>

Strähle, J., Gräff, C. (2017). The Role of Social Media for a Sustainable Consumption. In: Strähle, J. (eds) Green Fashion Retail. Springer Series in Fashion Business. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2440-5_12

Sujata, M., Khor, K.S., Ramayah, T. & Teoh, A.P. (2019). The role of social media on recycling behaviour, Sustainable Production and Consumption, Volume 20, 2019, Pages 365-374, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.08.005>.

Suryaputra, R., Daryanti, S., & Setyowardhani, H. (2024). The role of social media in promoting sustainable green lifestyles: Influencers and value co-creation with Gen Z in Indonesia. Journal of Entrepreneurial Economic, 1(1), 45–62. <https://doi.org/10.61511/jane.v1i1.2024.1036>

Troschinetz, A.M. & Mihelcic, J.R. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries, Waste Management, Volume 29, Issue 2, 2009, Pages 915-923, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.016>.

Wakefield, F. (2022). Top 25 recycling facts and statistics for 2022, <https://www.weforum.org/stories/2022/06/recycling-global-statistics-facts-plastic-paper/>

Wan, C., Shen, G.Q., Choi, S. (2019). Waste Management Strategies for Sustainable Development. In: Leal Filho, W. (eds) Encyclopedia of Sustainability in Higher Education. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11352-0_194

Yildirim, S. (2022). The Consumer Role for Sustainable Development: How Consumers Contribute Sustainable Development Goals. In I. Management Association (Ed.), Research Anthology on Measuring and Achieving Sustainable Development Goals (pp. 872-888). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3885-5.ch047>

Yıldırım, S. (2021). Do green women influencers spur sustainable consumption patterns? Descriptive evidences from social media influencers. Ecofeminism and Climate Change 26 November 2021; 2 (4): 198–210. <https://doi.org/10.1108/EFCC-02-2021-0003>

Yıldırım, S., & Kantarcı, T. (2022). A Review on Sustainability Policies of Businesses: Recycling and Waste Reduction. Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy, 1(1), 1–9. Retrieved from <https://respjournal.com/index.php/pub/article/view/1>

Zaborek, P. and Mabrouk, A.K. (2025), From Likes to Lives: How Social Media Shapes Sustainable Consumption Choices. Corp Soc Responsib Environ Manag, 32: 5621-5637. <https://doi.org/10.1002/csr.3263>

PRACTICAL APPLICATION OF SUSTAINABLE TRANSFORMATION IN THE FASHION INDUSTRY: RECYCLING AND FASHION

Prof. Dr. Seda YILDIRIM

Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Tekirdag, Turkey, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4367-6652>

Abstract

The fashion industry plays a significant role among the many sectors accelerating climate change. The fashion industry's role as a polluter is twofold. Significant environmental damage is caused both during production and consumption. The fast fashion industry results in numerous harms, including increased carbon emissions, depletion of water resources, land pollution, air pollution, and the consumption of resources like cotton. Green transformations have also been observed in fast fashion brands since the adoption of the Sustainable Development Goals. The green transformation in the fashion industry has given rise to the concept of sustainable fashion. Sustainable fashion and recycling practices have become the most frequently observed practice. Within the transformation experienced by fast fashion brands, recycling practices have provided a realistic opportunity for sustainability. This study will examine the relationship between green transformation and recycling practices in the fashion industry. This review will examine examples of recycling practices in the fashion industry. The study will focus on the recycling practices implemented by fast fashion brands as examples. The role and contribution of recycling practices in the fashion industry will be evaluated from the perspective of both the circular economy and sustainable development goals. The study aims to provide a general perspective.

Keywords: Fashion, Fashion Industry, Sustainable Fashion, Recycling

INTRODUCTION

The effects of climate change have become more noticeable over the past decade. The COVID-19 pandemic is also seen because of climate change. Increasing populations, changing ecosystems, biodiversity destruction, natural resource depletion, and many other disruptions have disrupted the Earth's natural balance. Therefore, climate change, a natural weather phenomenon, is now being explained because of human activities, and changes in human activities are seen as inevitable (Yıldırım, 2025; Yıldırım et al., 2025a).

Unsustainable production and excessive consumption have resulted in a large amount of waste that cannot be decomposed into nature. The waste problem is also considered a contributing factor to climate change. Businesses and individuals have turned to waste management practices within sustainable policies. Although the green economy approach has been introduced alongside sustainable development, the circular economy appears to have received more tangible results in practice, as waste management and recycling may pave the way for sustainability (Yıldırım et al., 2025b; Yıldırım et al., 2024; Yıldırım & Kantarcı, 2022).

The fashion industry, like other industrial areas, is a major contributor to environmental degradation and has begun to take responsibility for a sustainable future. The green transformation movement that began in fashion has made sustainable fashion trendy (Sevik and Yıldırım, 2023). Some fashion brands, by virtue of their focus, focus on sustainable production and green products. However, the giants of the fashion industry are fast fashion brands, and the green transformation undertaken by these brands can minimize fundamental environmental degradation. Fast fashion brands have significant global production and consumption volume. Because these brands shape the industry, they are also seen as obligated to play a role and take responsibility in producing sustainable products for consumers. Environmental NGOs, in particular, frequently file lawsuits against fast fashion brands and monitor their activities (Yildirim, 2023).

The purpose of this study is to examine the recycling practices and strategies implemented by fast fashion brands that follow sustainable policies. The green transformation of fast fashion brands has been criticized, but it was chosen because its impact is likely to be greater due to their dominance in the industry.

Recycling is considered a frequently implemented practice in the transition from fast fashion to slow fashion. This study will include examples of recycling practices implemented by fast fashion brands.

Research Design

This study follows a compilation approach. While not producing empirical data, the study aims to reach original findings by examining previous literature and current sources. The study focuses on fast fashion brands undergoing sustainable transformations. It will examine the strategies fast fashion brands employ in their recycling practices.

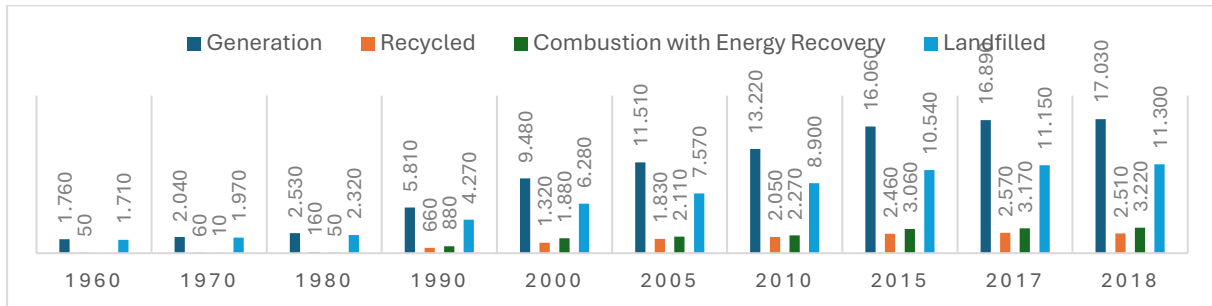
FROM FAST FASHION TO SUSTAINABLE FASHION

The concept of fast fashion was born with the brand "Zara." Zara delivers clothing very quickly, taking 15 days from design to launch. The New York Times coined the term "fast fashion" for this performance (Maiti, 2025). The fast fashion industry's purpose can be thought of as fast design and fast production. Because of its fast pace, brands quickly transition to new production and fashion trends to survive in the competitive arena. However, the products offered by the fast fashion industry are unsustainable. In other words, the environmental damage caused at the point of production and consumption is unlikely to leave a better world for future generations in the long term (Plastic Collective, 2024). Based on consumer purchasing behavior within the fast fashion sector, per capita clothing output reached 13 kg from 1975 to 2018. Low costs also lead to lower quality in fashion products, leading consumers to purchase more frequently. Pollution from the fast fashion sector is also increasing (Olivar Aponte et al., 2024). Clothing produced and sold in short bursts can generate significant revenue, but it also has a significant environmental impact. Among leading fast fashion brands, Zara releases 24 collections annually, while H&M releases 12-16. Fast fashion has led consumers to consider clothing as disposable (Centobelli et al., 2022). The products produced by fast fashion are unsustainable in terms of both environmental damage and social welfare. Unfortunately, many fast fashion brands employ workers in poor countries, resulting in very low wages and high working hours. This is also why fast fashion has been criticized (Towner, 2019).

The rapid depletion of fast fashion creates future stress. Numerous environmental pollution issues stemming from fast fashion, such as emissions, water scarcity, and warming, necessitate a transformation of the fast fashion industry (Bailey et al., 2022; Bick et al., 2018; Garg, 2020; Niinimäki et al., 2020; Sakib, 2022). According to research, approximately 92 million tons of textile waste are released into the global environment each year. The countries with the highest textile waste are China and the United States. Textiles constitute at least 7 percent of existing waste and waste. Despite this vast amount of waste, 80-100 billion new textiles are produced each year (Ruiz, 2024a). Sustainable fashion can be considered as a clothing product produced in the fashion industry that incorporates sustainability criteria. Sustainable clothing, on the other hand, is associated with the inclusion of sustainable and ethical criteria in terms of ingredients, packaging, production ethics, materials, etc. The sustainable fashion market has established a significant trend and is expected to grow further (Tcholakova, 2024). The green transformation in the fashion industry can be said to have been driven by both desires. As consumers' environmental awareness increases, they are turning to ethical and sustainable products. Manufacturers have also transitioned to producing sustainable products to meet consumers' needs and desires (GMI, 2025).

Ruiz (2024b) provides some statistics for the sustainable fashion market. The following can be said about the sustainable fashion market: "The current sustainable fashion market value is \$6.5 billion. The sustainable fashion market is expected to grow to \$10.1 billion by 2025. It is estimated to reach \$15 billion by 2030. The sustainable and ethical fashion market has grown in recent years, with an average growth rate of 8.3 percent. By 2025, the eco-friendly clothing market will generate \$1,574.2 million in sales. The 2021 Statista Consumer Survey surveyed consumer attitudes toward sustainable fashion. Five countries were included in the survey. 81% of Indian respondents reported purchasing sustainable fashion, 69% of Chinese respondents reported purchasing sustainable fashion, 49% of Americans, 41% of German respondents, and 39% of UK respondents reported purchasing sustainable fashion products (Zandt, 2023). According to the EPA, textile production in the USA in 2018 was 17 million tons and recycling of textile products was 14.7 percent. Around .5 million tons of textile waste was recycled (EPA, n.d).

Figure 1: Textiles in USA- Data for Waste Management (1960-2018)



Source: data is based on EPA (n.d).

As shown in figure 1, it is seen that USA has many ways of textile waste management since 1960. Recycling practices are also important way for fighting against excessive waste of textiles in USA. The sustainable fashion market is growing, and waste management strategies are gaining traction. Below are examples of recycling practices from some fast fashion brands.

H&M Group implemented a garment collection initiative in 2017. It aims to produce 100% recycled products by 2030. In 2017, H&M Group collaborated with the SIPTex innovation platform on recycling initiatives. H&M Group invests in technologies that transform used clothing materials into new fibers (H&M groups, 2018). H&M Group has begun pursuing a circular economy approach. As part of this circular economy, H&M Group strives to produce products with recycled materials. It establishes a circular supply chain and prioritizes circular customer journeys (Ellen Macarthur Foundation, 2021). As part of its sustainable campaign, the H&M Group supports the collection of PET bottles in Indonesia for marine pollution and is working to obtain new polyester by recycling the collected PET bottles (H&M, 2021).

As part of its circular economy initiative, Zara has partnered with Circ. to create and recycle textile waste. Fifty percent of Zara's garments are made from recycled materials (Cernansky, 2023). Zara has made a commitment to sustainability on its website, including a commitment to recycling. It states that it will use 100 percent recycled polyester by 2025 (Live Frankly Team, 2024). Zara uses sustainable materials in production and aims to minimize waste in its other operations. It also engages its customers in the recycling process and strives to collect old clothing from them. By using sustainable materials, benefits such as efficiency in cotton raw material use and waste reduction can be achieved. (Growandglow Hub, 2024).

Fast fashion brand Mango is also transitioning to a circular economy approach. In Europe, it partnered with I:CO to collect and recycle customer clothing. The Committed Box project aims to carry out fashion activities aligned with SDG-12 (Mango, 2022). Since the 2000s, investments have been made in recycled clothing. For example, Miguel Adrover is a fashion designer who focuses on recycling practices. (Picvisa, n.d). Globally, there has been increased focus on recycling clothing waste. India processes 8.5% of textile waste at 900 recycling units. Some European clothing waste is sent to African or Asian countries for recycling, but not every country fully recycles it. (Eco-Business, n.d).

CONCLUSION

The 2030 Sustainable Development Goals outline the responsibilities of both individuals and institutions in 17 core goals and sub-goals. The combined efforts of individuals and businesses to achieve a sustainable future can help achieve the 2030 SDGs. Therefore, both producers and consumers must adopt a responsible and sustainable approach (Yildirim, 2022). The sustainable fashion industry should be considered an ongoing process in the fight against climate change. Ethical and sustainable production and consumption should be considered essential. The green transformation of fast fashion brands and the slowdown of fast fashion can help minimize environmental damage. However, by avoiding greenwashing practices, fast fashion brands can successfully pursue sustainable policies.

Waste management and recycling are focal practices in the circular economy and have also become a focus for brands in the sustainable fashion sector (Wagaw and Babu, 2023).

Fast fashion brands' commitment to a circular economy will be a crucial step toward achieving SDG-12. Some studies also indicate that consumers are more willing to use fashion brands when they offer recycling practices. Therefore, consumers with high environmental values tend to prefer purchasing from fashion brands with recycling policies (Mason et al., 2022; Blazquez et al., 2019).

REFERENCES

- Bailey, K., Basu, A., & Sharma, S. (2022). The Environmental Impacts of Fast Fashion on Water Quality: A Systematic Review. *Water*, 14(7), 1073. <https://doi.org/10.3390/w14071073>
- Bick, R., Halsey, E. & Ekenga, C.C. (2018). The global environmental injustice of fast fashion. *Environ Health* 17, 92 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0433-7>
- Blazquez, M., Henninger, C. E., Alexander, B., & Franquesa, C. (2019). Consumers' Knowledge and Intentions towards Sustainability: A Spanish Fashion Perspective. *Fashion Practice*, 12(1), 34–54. <https://doi.org/10.1080/17569370.2019.1669326>
- Centobelli, P., Abbate, S., Nadeem, S.P., Garza-Reyes, J.A. (2022). Slowing the fast fashion industry: An all-round perspective, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, Volume 38, 2022, 100684, <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2022.100684>.
- Cernansky, R. (2023). Zara teams up with Circ to launch recycled-fibre collection, <https://www.voguebusiness.com/sustainability/zara-teams-up-with-circ-to-launch-recycled-fibre-collection>
- Eco-Business, (n.d). How does fast fashion deal with textile waste?, <https://www.eco-business.com/news/how-does-fast-fashion-deal-with-textile-waste/>
- Ellen Macarthur Foundation, (2021). Designing products for circularity: H&M Group, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/hm-group>
- EPA, (n.d). Textiles: Material-Specific Data, <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/textiles-material-specific-data>
- Garg, P. (2020). Introduction to Fast Fashion: Environmental Concerns and Sustainability Measurements. In: Shukla, V., Kumar, N. (eds) *Environmental Concerns and Sustainable Development*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6358-0_18
- Growandglow Hub, (2024). Zara's Sustainable Fashion: Eco-Friendly Style Choices, <https://growandglowhub.com/zaras-sustainable-fashion-eco-friendly-style/>
- GMI, (2025). Sustainable Clothing Market – By Type, By Material, By Price Range, By End Use, By Distribution Channel – Global Forecast, 2025 – 2034, <https://www.gminsights.com/industry-analysis/sustainable-clothing-market>
- H&M, (2021). H&M is turning plastic waste into everyday fashion, <https://about.hm.com/news/general-news-2021/h-m-is-turning-plastic-waste-into-everyday-fashion.html>
- Hmgroup, (2018). Sustainability at the Centre: Rewear, Reuse, Recycle, <https://hmgroup.com/our-stories/sustainability-at-the-centre-rewear-reuse-recycle/>
- Live Frankly Team, (2024). How sustainable is Zara and can I shop there with a clean conscience?, <https://livefrankly.co.uk/sustainable-fashion/how-sustainable-is-zara-and-can-i-shop-there-with-a-clean-conscience/>
- Maiti, R. (2025). The Environmental Impact of Fast Fashion, Explained, <https://earth.org/fast-fashions-detrimental-effect-on-the-environment/>
- Mango, (2022). Mango joins forces with I:CO to advance in its circular economy strategy, <https://www.mangofashiongroup.com/en/w/mango-se-al%C3%ADa-con-i-co-para-avanzar-en-su-estrategia-de-econom%C3%ADa-circular>
- Mason, M.C., Pauluzzo, R., Umar, R.M., (2022). Recycling habits and environmental responses to fast-fashion consumption: Enhancing the theory of planned behavior to predict Generation Y consumers' purchase

decisions, Waste Management, Volume 139, 2022, Pages 146-157, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.012>.

Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T. & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nat Rev Earth Environ* 1, 189–200 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>

Olivar Aponte, N., Hernández Gómez, J., Torres Argüelles, V., & Smith, E. D. (2024). Fast fashion consumption and its environmental impact: a literature review. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15487733.2024.2381871>

Picvisa, (n.d). Goodbye to fast fashion: clothing made from recycled materials is cool, <https://picvisa.com/goodbye-to-fast-fashion-recycled-is-cool/>

Plastic Collective, (2024). How Fast Fashion is Bad for the Environment, <https://www.plasticcollective.co/how-fast-fashion-is-bad-for-the-environment/#:~:text=Environmental%20Impacts%20of%20Fast%20Fashion,affecting%20a%20variety%20of%20species>.

Ruiz, A. (2024a). 17 Most Worrying Textile Waste Statistics & Facts, <https://theroundup.org/textile-waste-statistics/>

Ruiz, A. (2024b). 47 Official Sustainable Fashion Statistics, <https://theroundup.org/sustainable-fashion-statistics/>

Sakib, S.M.N. , (2022). Pollution from Fast Fashion: H&M (April 22, 2022). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4090874> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4090874>

Sevik, N. & Yıldırım, S. (2023). Sustainable Enterprises Post COVID-19 Pandemic: The Rise of Sustainable Fashion Enterprises. In R. Castanho (Ed.), *Handbook of Research on Current Advances and Challenges of Borderlands, Migration, and Geopolitics* (pp. 343-359). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7020-6.ch017>

Tcholakova, E., (2024). Sustainable fashion worldwide - statistics & facts, <https://www.statista.com/topics/9543/sustainable-fashion-worldwide/#topicOverview>

Towner, A. (2019). Fast Fashion May be Cheap, but it Comes at a Cost, https://www.earthisland.org/journal/index.php/articles/entry/fast-fashion-may-be-cheap-but-it-comes-at-a-cost/?utm_source=google&utm_medium=paid&utm_campaign=tfdsad&gad_source=1&gad_campaignid=16254326089&gbraid=0AAAAADIS8iyZnEq402xLb17CjM1sdEgrm&gclid=Cj0KCQjw-4XFBhCBARIsAAdNokvWvB6NYIzkRmyU1qJCXkXhy3WWiZ2p8PvRkU3ObLyyG5ql1p8yWX4aAlsJEALw_wcB##

Yıldırım, S. (2025). Unveiling Circularity: Challenges and Barriers in Transitioning to Circular Practices. In: Singh, P., Daga, S., Yadav, K., Mishra, V. (eds) *Circular Economy and Environmental Resilience*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-93091-1_8

Yıldırım, S., Yıldırım, D. C., Erdoğan, S., Aydın, K., & Ektiren, B. (2025a). The Role of Digitalization on the Way to Sustainable Future: Turkey Case. In R. Castanho (Ed.), *Bridging Technology and Development for Sustainable Innovation and Geopolitical Dynamics* (pp. 363-380). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-9072-6.ch015>

Yıldırım, S., Yıldırım, D. C., & Rajamanickam, S. (2025b). Green Transition in the Restaurant Industry: New Trends in Green Restaurants. In S. Yıldırım, I. Demirtaş, & F. Malik (Eds.), *Green Economics and Strategies for Business Sustainability* (pp. 419-442). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8949-2.ch017>

Yıldırım, S., Sevik, N., Kandpal, V., & Yıldırım, D. C. (2024). The Role of Green Brands on Achieving 2030 Sustainable Development Goals (2030 SDGs). In K. Kankaew, S. Chaudhary, & S. Widadayakornbundit (Eds.), *Contemporary Management and Global Leadership for Sustainability* (pp. 141-162). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1273-5.ch009>

Yildirim, S. (2023). Greenwashing: a rapid escape from sustainability or a slow transition?. LBS Journal of Management & Research 4 September 2023; 21 (1): 53–63. <https://doi.org/10.1108/LBSJMR-11-2022-0077>

Yıldırım, S., & Kantarcı , T. (2022). A Review on Sustainability Policies of Businesses: Recycling and Waste Reduction. Journal of Recycling Economy & Sustainability Policy, 1(1), 1–9. Retrieved from <https://respjournal.com/index.php/pub/article/view/1>

Yildirim, S. (2022). The Consumer Role for Sustainable Development: How Consumers Contribute Sustainable Development Goals. In I. Management Association (Ed.), Research Anthology on Measuring and Achieving Sustainable Development Goals (pp. 872-888). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-3885-5.ch047>

Wagaw T & Babu, KM. (2023). Textile Waste Recycling: A Need for a Stringent Paradigm Shift. AATCC Journal of Research. 2023;10(6):376-385. doi:10.1177/24723444231188342

Zandt, F. (2023). Fair Trade Fashion: Indians Have a Penchant for Sustainability, <https://www.statista.com/chart/29693/sustainable-fashion-purchasers/>

AI-DRIVEN PREDICTIVE MODELING OF BANGLADESH ECONOMIC TRENDS: HIGHLIGHTING FINANCIAL CRIME & FRAUD

Feroz Ahmed

Department of Information Systems and Analysis, Lamar University, TX, USA, ORCID ID: 0009-0004-9885-4254

Arafatur Rahaman

School of Business Studies, Southeast University, Bangladesh, ORCID ID: 0000-0001-9647-3264

Abstract

The recent evolution of AI has changed the economic forecasting and risk assessment landscape. This paper explores the utilization of AI-powered predictive modeling for economic trend analysis in Bangladesh, specifically in the context of financial crime management & fraud detection. Using machine learning algorithms and data analytical techniques, this research highlights trends, outliers, and predictive elements of financial offenses, offering proactive strategies to prevent them. However, as a developing economy, Bangladesh is faced with certain challenges that are not as ubiquitous in more developed economies, such as limited data availability, a lack of digital infrastructure, and the complexities of an emerging economy. The study uses real-world datasets such as financial transactions, economic reports, and fraud cases. It constructs and validates predictive models using the data. The results underscore the speed of AI models in signaling potentially fraudulent activity and predicting economic disruption. In addition, this paper addresses policy implications and strategic interventions to enhance financial security and regulatory regimes. Incorporating AI in the economic ecosystem allows Bangladesh to address systemic vulnerabilities and strengthen decision-making to set the foundation for sustainable growth and its ability to react more effectively to future economic shocks.

Keywords: Financial Technology (FinTech), AI-driven Predictive Modeling, Fraud Detection, Economic Forecasting, AI Regulatory Frameworks, Policy Implications of AI.

1. Introduction:

Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) have had transformational impacts throughout many fields, but none more so than those in finance and economics. These technologies have made tremendous strides in recent years, providing new opportunities to analyze complex economic movements and forecast market prices more reliably (Sanghro, 2023a). The traditional econometric model has advanced statistical methods for estimating relationships among economic variables, such as Gross Domestic Product (GDP), inflation, and unemployment (Sanghro, 2023a). Leveraging machine-learning algorithms capable of identifying complex interconnections within extensive datasets, AI extends the reach of analytical insights beyond what traditional models can introspect, positioning itself as an indispensable component of contemporary economic inquiry (Wing, 2024c).

A growing body of recent research has centered around innovative methodologies, employing sophisticated technologies such as machine learning and sentiment analysis to improve the precision and dependability of economic predictions (Nature Research Intelligence, 2024). In one prominent example, researchers applied Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise (CEEM-DAN) and Long Short-Term Memory (LSTM) deep learning neural networks to forecast carbon prices in China's emissions trading scheme, establishing the capacity of artificial intelligence to enhance predictive capability in the field of environmental economics significantly (Nature Research Intelligence, 2024).

Bangladesh's financial sector is slowly accepting AI technologies. Instantaneous response in banking has now been possible by institutions such as BRAC Bank and City Bank by using AI-powered chatbots that significantly reduce time spent on automation and allow end-to-end interaction with banks (Wing, 2024a). Validating blockchain transactions is timely and resolves inherent limitations such as trust issues (i.e., whether you can trust yourself). According to studies done across the globe, nearly 60% of customers would prefer chatbots to assist them with their day-to-day queries, substantiating the value AI integration can add (Wing, 2024a).

Another best supporting way of understanding the indirect impact can be a shock, like the COVID-19 pandemic. To mitigate the effects of such shocks, research shows that different parts of the economy are closely linked, and fiscal policy plays a key role (*Nature Research Intelligence*, 2024). Moreover, sentiment analysis has developed into a useful tool for predicting movements in consumer sentiment and macroeconomic variables through sources such as newspaper articles. This highlights the opportunities for traditional economic ideas to evolve through sentiment analysis and lead to improved forecasts of economic activity (*Nature Research Intelligence*, 2024).

While Bangladesh is progressing in its financial ecosystem, several elements, such as limited infrastructure regarding data, regulations, and complexities surrounding new technologies, make it vulnerable. Financial crime alone has massive economic and social consequences, including the erosion of public trust, destabilization of markets, and disruption of sustainable development. Conventional fraud detection practices fall short in combating the evolving methods of cybercriminals and financial criminals.

One transformative solution that can address these challenges is AI-driven predictive modeling. Predictive modeling is analyzing data (using machine learning (ML) or statistical techniques) to predict future events and assess human behaviors using historical data. Whether identifying hidden correlations, forecasting future trends or improving the precision and speed of analytics used to prevent or detect fraudulent activity. AI applied to economic analysis can yield insights that surpass those that traditional methods generate. In developing countries such as Bangladesh, where resource constraints & low levels of technology adoption can pose a challenge, using artificial intelligence could be a game-changer.

1.2 Objectives of the Study:

This study aims to explore the transformative potential of AI-driven predictive modeling in Bangladesh's economic landscape, focusing on financial fraud detection, regulatory enhancements & ethical considerations. The key objectives include:

- Evaluate and discuss the future implications of AI-based predictive modeling on Bangladesh's economic trends & financial anomalies.
- Investigate how machine learning algorithms can be effectively employed and implemented in detecting fraudulent transactions, financial crimes and assess their impact on the economy as a whole.
- Examine how AI can enhance the regulatory framework, compliance mechanism, & financial governance.
- Explore methods for the integration of AI solutions within current financial systems, including overcoming socio-economic limitations in developing nations, similar to Bangladesh.
- Identify the ethical implications of using AI to prevent financial crime and outline policy measures to promote the adoption and development of technology and AI literacy.

2. Methodology:

The study adopts a mixed-method approach, blending quantitative machine learning analytics, statistical modeling, and qualitative thematic analysis to analyze AI-powered predictive modeling in the context of economic forecasting and financial crime detection in Bangladesh. Business and financial data, including macroeconomic indicators (GDP growth, inflation rates, FX fluctuations), is obtained from the Bangladesh Bureau of Statistics (BBS), Bangladesh Bank, World Bank, and IMF, while financial transaction datasets from commercial banks, fintech firms, and regulatory authorities help identify fraud patterns. Data analysis presenting machine learning techniques we implement after separating them into columns are random forests, decision trees, neural networks, and LSTM models, using machine learning algorithms for fraud detection and uplifting market economic trends. Statistical regression and Natural Language Processing (NLP) with sentiment analysis further refined AI economic forecasting. Qualitative insights from expert interviews, focus groups, and comparative case studies shed light on regulatory, technological, and ethical roadblocks to adopting AI. The research recommends a framework for AI adoption that focuses on centralized data-sharing

systems, AI literacy programs, and regulatory modernization to strengthen financial security and economic governance in Bangladesh.

3. Literature Review:

This research case is a new field where the integration of artificial intelligence (AI) and predictive modeling is being used to analyze economic trends and financial crimes in Bangladesh. This review discusses findings from multiple studies and provides a comprehensive overview of the field and possible future directions.

Advancements in AI technology have ushered in a new era of innovation with immense potential for crime trend analysis in Bangladesh. Farhan & Nafi (2022) used an Artificial Neural Network (ANN) model for predicting crime patterns, which they reported has a more accurate prediction performance than conventional regression models (Linear Regression and Support Vector Regression). The success of this model demonstrates the capabilities of AI to enhance law enforcement efforts through accurate predictions of crime trends, allowing for proactive policing and prevention efforts.

This article highlights AI's growing use and deployment in Bangladesh's fight against financial crimes (especially money laundering). The use of AI technologies is helping law enforcement agencies and financial organizations combat financial crime through advanced Anti-Money Laundering (AML) measures (Milon, 2024). In order to stabilize the economy, this integration is vital for preserving the integrity of the financial system. One of the ways that AI can help with AML is by using complex algorithms that can detect advanced patterns that demonstrate money laundering activity and provide a solid system for monitoring financial crime.

In Bangladesh, crimes and financial and economic offenses have a negative effect on economic growth. Corruption and the shadow economy are examples of crimes that researchers have proven to inhibit economic development (Khan & Rehman, 2024). This highlights the need for proper crime prevention policies in order to grow economies. Predictive modeling with AI can be instrumental in this area and can help authorities understand crime trends and make targeted efforts.

AI and machine learning methods are used to forecast financial distress and aid personal finance. Predictive modeling frameworks have been created to analyze types of personal finance behavior, which can assist people in overall financial decisions (Ahmed et al., 2024). More recently, machine learning approaches have been employed to forecast financial distress within the banking industry. Studies found models such as ANN and Bayesian Neural Network (BNN) performed better than others in predicting bank failures (Rahman et al., 2019).

However, the widespread adoption of AI technologies in Bangladesh is not without challenges. Data privacy, regulatory frameworks, and the demand for skilled labor remain some of the most substantial obstacles (Milon, 2024; Nwankwo et al., 2024). Nonetheless, the increasing interaction of AI in many fields, such as finance, healthcare, etc., is a good sign of a more digital & data-driven economy (Alam et. al, 2023). These challenges would be subject to future research that explains them and the ethical implications of AI-powered technology in fighting financial crimes.

Therefore, AI-based predictive modeling will be game changer in economic analysis & combating financial crime in Bangladesh. Specifically, by implementing cutting-edge technologies, Bangladesh can strengthen its economic security and well-being and achieve a more resilient and prosperous future.

4. Findings and Discussion:

AI-Driven Predictive Modeling for Financial Crime Detection:

Machine Learning is gradually being acknowledged for its importance in improving financial crime detection in Bangladesh. For instance, several financial institutions like BRAC Bank and City Bank have already started leveraging chatbots and virtual assistants to enhance customer service efficiency and lighten the pressure on contact centers (Wing, 2024b). Apart from improving efficiency, these AIs also play a notable role in combating financial crimes.

This gives rise to one of the most significant benefits of machine learning developments: the ability to rapidly scan massive amounts of data and learn and adapt in real-time. This ability is essential in the fight against crimes such as money laundering, card fraud, account takeovers, and identity theft. Traditional systems are often poor at detecting new and emerging patterns of fraud, making machine-learning algorithms highly effective (*AI in Fraud Detection, Medium*, 2023). For example, AI-based predictive modeling is particularly effective in spotting suspicious transaction activity that correlates to money laundering and other anti-money laundering-type crimes.

Additionally, the use of AI in detecting financial crimes also aids financial institutions in complying with the regulatory frameworks to which they are subjected. Automating financial crime detection processes increases the speed and accuracy of identifying potential threats overall in the organization. This is crucial in the context of Bangladesh, where the volume of financial transactions is increasing, and the necessity of strong fraud detection mechanisms is growing (Wing, 2024b).

From fraud detection to economic forecasting, AI can do a lot. Predictive frameworks powered by AI would allow for a much more accurate understanding of the economic landscape in Bangladesh and thus help drive better-informed decisions to be made in terms of future policy (*2025 Trends in AML and Financial Crime Compliance: A Data-Centric Perspective and Deep Dive into Transaction Monitoring - Your Partner in Fighting Financial Crime With AI*, 2024). However, such technologies face hurdles in terms of broader use. Financial institutions must resolve data privacy, ethical challenges, and the necessity to have an AI system managed and understood by qualified personnel (Brown, 2023).

Tailoring AI-Driven Predictive Models for Bangladesh:

Bangladesh, one of the growing economies in South Asia, is ready to gain a big benefit from the revolutionary potential of Artificial Intelligence (AI) in economic forecasting and detecting financial fraud. However, the country's unique economic conditions and data challenges require tailored AI-driven predictive models.

Perhaps one of the most significant barriers to deploying AI models in Bangladesh is data in terms of quality and availability. The ecosystem of public data in the country is plagued with issues of data quality, accessibility, and reliability. Concerns about data discrepancies and accusations of data manipulation have emerged (Sadia and Zarine Anan, 2025) in the case of Bangladesh, where the World Bank Statistical Capacity indicator score shows 61.7 in 2023, which is lower than the South Asian average. These issues must be addressed to use AI effectively for economic forecasting. Initiative efforts such as those from BIGD and partners under the Transformative Economic Policy Program try to unpack systemic challenges and devise reforms to maintain data integrity and buttress evidence-based policymaking (Sadia and Zarine Anan, 2025).

The widespread usage of AI in different sectors in Bangladesh also emphasizes the importance of sector-specific models. In agriculture, AI technologies, such as drones and soil sensors, generate real-time data that optimizes irrigation, fertilizer, pesticide use and provide farmers with better yields & more efficient use of resources (Abdullah, 2024). This example emphasizes the need for models catering to Bangladesh's specific agricultural conditions and data constraints.

Additionally, the country has to tackle various technical issues while developing AI predictive models. This includes developing models facing specific economic conditions and data limitations from the country (Sanghro, 2023b). Although AI technologies have evolved dramatically over the years from the traditional econometric model era to Generative AI and LLMs, and they offer substantial solutions, they also demand adaptation to the local context (Abdullah, 2024). The economic payoff of introducing AI-enhanced predictive modeling is enormous. AI can transform industries, improve public services, and stimulate economic growth in Bangladesh. Yet, a more holistic and targeted strategy will be required to maximize this technology. This encompasses tackling the fundamental challenges of data quality and accessibility and ensuring that AI models are customized to the local economic context (Mahmud, 2025).

Unique Economic Conditions:

AI-based predictive models face unique challenges and opportunities due to the economic conditions in Bangladesh. These models need to be customized to consider each factor, such as data availability, economic volatility, financial crime, and fraud prevalence. Econometric models are the traditional trend analyzers applied through the years to track the economic trends of Bangladesh, but in spirit with the AI and Machine Learning (ML) technologies, new tools exist for the same purpose (Sanghro, 2023b). AI models, including Generative AI and Large Language Models (LLMs), have shown great potential to augment the accuracy of economic forecasting and generate better insights into the dynamics of financial markets (Sanghro, 2023b). Nonetheless, the inspiration for such models in Bangladesh is successful only if the local economic variables and large datasets reflecting the local economy are incorporated into the models.

Data Availability Challenges:

In Bangladesh, the public data ecosystem presents some serious issues with data quality, access, and trustworthiness (Sadia and Zarin Anan, 2025). These concerns have been further fueled by issues of inconsistencies in export data and allegations of data manipulation (Sadia and Zarin Anan, 2025), with a Statistical Capacity Indicator score of 61.7 in 2023, below the South Asian average. AI is one of the most promising drivers of technological breakthroughs that will be transformative beyond all sectors of the world economy, from healthcare to finance, from agriculture to manufacturing, boosting productivity and increasing economic growth (Wing, 2024c). However, the integration of AI-driven predictive modeling within the realm of Bangladeshi economic data faces significant barriers regarding data quality and availability (The Prospects and Challenges of AI in Bangladesh | Dhaka AI, 2024). These challenges are exemplified through real-world cases in Bangladesh. They stress the importance of high-quality, reliable data necessary for constructing accurate predictive models (The Prospects and Challenges of AI in Bangladesh | Dhaka AI, 2024).

Considering the significance of data science, it has established its importance in predicting economic activities and assisting in decision-making (Rathore, 2024). However, Bangladesh's operationalization of data science for economic prediction is fraught with challenges. The previous country-specific setting of financial instability makes reliable data necessary (Rathore, 2024). Data availability challenges must be resolved to implement data science successfully in monetary forecasting for accurate and trustworthy results.

Machine Learning Algorithms and Techniques:

In Bangladesh's incredible economic mechanism, predictive modeling through machine learning (ML) algorithms has played a crucial role in financial fraud analysis. Supervised learning methods, anomaly detection, neural networks, adaptive analytics, and other techniques are among the most effective. Supervised learning, especially employing classification methods (such as decision trees, random forests, and support vector machines), has been successfully utilized to detect fraudulent patterns by training on previous data (Reddy Adaboina, 2024). Anomaly detection algorithms, such as k-nearest neighbors and autoencoders, help detect unusual behavior, often by identifying transactions that deviate from normal behavior.

Neural networks, particularly deep learning models, are used due to their potential to model intricate and high-dimensional data, enhancing the effectiveness of methods used for fraud detection (Reddy Adaboina, 2024). Finally, adaptive analytics also enables consistent adaptation of models based on cookie-cutter cyber fraud in data, depending on how quickly these tactics can be detected. When deployed for identifying fraudulent transactions in scenarios of real-time transaction monitoring maintenance in banking, claims assessment in insurance, and e-commerce anomaly detection, these techniques become a massive booster for the operational efficiency and accuracy of fraud prevention systems (Reddy Adaboina, 2024). While these advancements have provided significant improvements in the fight against fraud, challenges like the algorithmic black box nature, data privacy issues, and the ever-evolving landscape of fraudulent behaviors pose substantial challenges that will require continued concerted efforts in the future.

Unique Challenges in Financial Crime Detection:

Machine learning (ML) algorithms have become a crucial component of predictive modeling in financial fraud analysis as part of the larger economic framework in Bangladesh. Some of the most effective techniques include supervised learning methods, exploratory analysis, neural networks, and adaptive analytics. Supervised learning, particularly using classification techniques (decision trees, random forests, and support vector machines), has been extensively applied to identify fraudulent patterns from previously available data (Reddy Adaboina, 2024). Finally, similar algorithms include those that detect abnormal behavior and lead to abnormal detection.

The profound and high-dimensional data modeling capability of neural networks, especially deep learning models, makes the methods more effective when used for fraud detection. Finally, adaptive analytics also supports the continuous adaptation of the models in response to the cookie-cutter and cyber fraud appearing in data, depending on the speed with which these tactics can be detected (Reddy Adaboina, 2024). Thus, when deployed for recognizing fraudulent transactions in time-sensitive monitoring and maintenance in banking, claims assessment in the insurance sector, and anomaly detection in e-commerce, these techniques act as a humongous booster for the operational efficiency and precision of fraud detection systems (Reddy Adaboina, 2024). With these innovations, significant progress has been made in the battle against fraudulent practices, but hurdles such as the algorithmic black box nature, data privacy concerns, and the continuously changing environment of scheming actions are not minor and will need dedicated work in the upcoming years.

5. Recommendations:

The following suggestions have been proposed to harness the potential of AI-based predictive modeling based on economic forecasting and the prediction of financial crime in Bangladesh.

Create a National Financial Data Repository and Standardization Framework:

A national financial data repository can be created under the Bangladesh Bank with the coordination of the Bangladesh Financial Intelligence Unit (BFIU). This repository would collate transaction data with economic indicators and financial crime reports from banks, regulatory bodies, and law enforcement agencies. The data warehouse must harmonize data formats and guarantee data security and privacy.

Varied data sources available to financial institutions disrupt AI model performance. Having a line of sight across the entire economy will collect data more consistently and enable more accurate predictive models of fraud detection and forecasting of economic trends. More efficient AI systems will assist with more accurate fraud detection and improved forecasting capabilities, as enhanced data sharing and accessibility will help interpret the economy's needs more effectively.

Develop AI Literacy Programs for the Financial Sector Stakeholders:

AI training should be initiated by the Bangladesh Institute of Bank Management (BIBM) as well as other related institutions for financial professionals, regulators, and policymakers. These programs should include foundational knowledge of AI, machine learning algorithms, ethical practices in AI, and data privacy concerns. Moreover, universities should introduce updated curricula on AI for students studying data analytics or information science and economists and finance students.

The lack of AI talent in the financial industry is an important obstacle to successful adoption. An upskilled workforce will enable AI-led transformation within financial organizations, thus simplifying and enhancing the implementation and management of AI tools. A skilled workforce around AI will lead to innovation and better implementation of technologies such as AI in economic modeling and financial crime detection.

Update Financial Regulations to Make Room for AI Technologies:

The Bangladesh Securities and Exchange Commission (BSEC) and Bangladesh Financial Intelligence Unit (BFIU) must amend any financial monitoring regulations to incorporate technology-based surveillance and fraud detection mechanisms to work with machine learning or deep learning algorithms. This encompasses the formulation of policies regarding AI system transparency, data privacy, and accountability for AI-enabled decisions. First and foremost, banks should be mandated to establish AI-based systems to detect money laundering and monitoring financial transactions.

As financial institutions integrate AI more and more, the regulatory frameworks around them need to adjust accordingly to guarantee adequate oversight & data protection with the ethical use of AI. This means having clear AI-specific regulations that prevent misuse and ensure that AI is used responsibly in financial systems (Bank & NBFI). Having its own framework in place will assist in minimizing the risks connected with AI, encourage stakeholder confidence and provide international compliance.

Public-private Partnerships for AI use:

The government of Bangladesh needs to develop a national AI partnership platform that brings together public entities such as the Ministry of Finance and private financial institutions (such as banks and fintechs, as well as technology companies). It should leverage joint research, pilot projects, and new, AI-powered innovations in fraud detection, credit scoring, economic forecasting, and more.

PPPs can pool resources and expertise, allowing for rapid and effective deployment of AI technologies. This can be achieved through partnerships with both the government and private sector, transforming the country into a hub for practical AI solutions that address its unique challenges. Through partnerships with the private sector, AI will undoubtedly give rise to the usage and development of innovative solutions tailored to meet the specific needs of the financial sector in Bangladesh.

Employ Standards for Algorithmic Auditing and AI Transparency:

Bangladesh's National Data Protection Authority should create a framework where AI algorithms can be audited regularly for bias, transparency, and fairness. Financial systems using AI, such as fraud detection, should have an external audit by one or more independent experts annually to validate their decision processes' explainability and compliance with ethical standards.

Transparent AI decisions are key to ensuring that systems driven by AI-based solutions are free of bias or discrimination. Regular monitoring will ensure fairness and that ethics are achieved in AI models for detecting financial crime and predicting economic trends. Audits will be used routinely to ensure the fairness and transparency of these systems, making the technology more trustworthy and accountable to stakeholders.

Customize AI Models for Bangladesh's Unique Socio-Economic Context:

We should also think about working with local AI research institutions like BUET (Bangladesh University of Engineering and Technology) to partner with international AI firms to develop specific AI models that will be able to handle Bangladesh-specific challenges, such as incomplete or noisy financial data, socio-economic factors, and transaction patterns in the digital world. Models must reflect country-specific risks for fraud, such as cyber fraud in mobile banking and informal transactions in the economy.

Infrastructure in Bangladesh is different from that of the developed economies, and the same is true for data quality and financial behavior. Such tailor-made AI models will help make predictions and detect fraud with far greater accuracy in Bangladesh. By leveraging AI models designed for the specific challenges unique to Bangladesh, the country will also enhance the precision of economic forecasts and financial crime detection, which will diminish the possibility of a financial market meltdown.

Pilot targeted-sector AI project launches:

Start with pilot AI applications in discrete sectors that are inherently vulnerable to fraud, such as mobile banking, remittance services, or government procurement. This can be piloted by testing AI-powered anomaly detection models in Bangladesh's largest banks to detect stock fraud. And the government can also partner with fintech (financial technology) startups to pilot systems that use AI to detect possible tax evasion.

Pilot programs offer the chance to refine AI systems on a limited basis, address issues, and implement changes before widespread use. Such programs should be evaluated for performance, data security, and stakeholder feedback. Successful pilot projects act as proof of concept, generating confidence in stakeholders to adopt more AI solutions across the financial sector.

Establish an Innovation Fund for AI Research in Finance:

It can use the constitutional mechanism to create a bank; the Bangladesh Bank should set up an AI Innovation Fund solely to research and develop AI applications to detect financial crimes, economic forecasting, and financial inclusion. This fund might provide grants and incentives to local fintech startups and research institutions developing AI-oriented solutions for the financial sector.

The dynamic nature of financial crime means that research and innovation is critical. The government of Bangladesh needs to provide funds and incentives to push the local talents to create cost-effective AI solutions that cater to the Bangladeshi market's needs. Establishing a national AI fund will promote innovation, accelerate the evolution of local AI applications and assure that solutions are tailor-made for Bangladesh's financial ecosystem.

Enhance AI-specific Data Privacy and Security Regulations in Finance:

The Ministry of ICT should implement tighter laws around data privacy and security for Artificial Intelligence systems in the financial sector. Such guidelines should cover aspects like data encryption, user consent, and openness in AI decision-making processes.

AI systems are trained on millions or billions of data points that could include sensitive financial information. The absence of strong data protection laws may lead to misuse, breaches, and loss of public trust in AI technologies. Robust data privacy laws will reinforce public trust in AI-enabled financial systems and help implement AI model use cases while fulfilling international standards compliance.

Implementing these specific recommendations will assist Bangladesh in better exploiting the power of AI in areas such as predictive modeling, economic forecasting and the detection of financial crimes. Data infrastructure development, regulatory frameworks, AI talent & ethical considerations must be accounted for to create a supportive ecosystem for AI adoption in Bangladesh's financial sector. This would also boost the country's financial stability and cement its position as an AI-enabled economic leader in South Asia.

Limitations of the Study:

However, several limitations restrict the depth and applicability of the study. Since access to large-scale, real-time financial transaction datasets is limited in Bangladesh, developing and evaluating good predictive models is challenging. One prominent limitation is the available data and its quality. Moreover, as various institutions do not prevail in standardized data sets, the country's fragmented financial ecosystem challenges achieving consistency and reliability for AI-driven analytics. Even though the AI models designed in this work were suited to Bangladesh's specific socio-economic and regulatory character, the question of how relevant or translatable they are to other developing economies with divergent financial systems is unknown. Another major limitation is also ethical, including concerns about data privacy, algorithmic transparency, and potential biases in decision-making processes. These problems were merely theorized in the investigation and need to be investigated more thoroughly empirically. Moreover, the mere use of historical data and case studies discourages the study from being able to measure unexplained issues or shocks to the financial industry, especially in the context of a constantly evolving digital economy.

6. Conclusion:

In summary, the application of AI-driven predictive modeling represents a paradigm-shifting opportunity for Bangladesh to overcome its economic forecasting & financial crime detection hurdles. This study demonstrates the power of machine learning algorithms in improving economic prediction accuracy and revealing financial fraud that traditional methods may miss, while being more proactive and efficient. It will not be easy and many challenges are yet to be overcome, such as- country's fragmented data infrastructure, regulatory constraints and lack of AI expertise. The critical steps toward overcoming these barriers are developing a centralized data repository, enhancing AI literacy among stakeholders along with modernizing financial regulations. Additionally, the ethical implications of AI, including data privacy, algorithmic bias and transparency, must be carefully navigated to ensure the responsible use of AI technologies.

The path will involve cross-pollination between the Public and Private Sectors to provide an unprecedentedly resilient ecosystem, leading from anywhere on the Digital and Non-Digital fringes, transforming the Financial Ecosystem of Bangladesh in the process, as Bangladesh proceeds to take on more work through Digitization and subsequently, AI. If all of these challenges are addressed as priorities, Bangladesh could unleash AI's potential to create sustainable economic growth and ensure its financial security, paving the way for it to take a leading position in AI-driven economic transformation in the region.

References

- Sanghro, M. A. (2023a). Artificial Intelligence in Economic Forecasting and Analysis—Maseconomics. <https://maseconomics.com/artificial-intelligence-in-economic-forecasting-and-analysis/>
- Wing, L. A. (2024a). AI in Bangladesh's Financial Sector: Opportunities and Challenges. LightCastle Partners. <https://lightcastlepartners.com/insights/2024/11/ai-finance-bangladesh/>
- Nature Research Intelligence. (2024). <https://www.nature.com/research-intelligence/data-sources/nri-topics>
- Wing, L. A. (2024b). AI in Bangladesh's Financial Sector: Opportunities and Challenges. LightCastle Partners. <https://lightcastlepartners.com/insights/2024/11/ai-finance-bangladesh/>
- Farhan, F., & Nafi, T. (2022). ANN based approach to predict criminal trends in Bangladesh. *2022 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP)*, 1-7. <https://doi.org/10.1109/AISP53593.2022.9760684>
- Milon, M. (2024). Gravitating towards Artificial Intelligence on Anti-Money Laundering A PRISMA Based Systematic Review. *International Journal of Religion*. <https://doi.org/10.61707/py0fe669>
- Khan, H., & Rehman, S. (2024). Impact of Crimes on Economic Growth of Pakistan, Bangladesh and India using individual and Panel Data. *International Journal of Social Science & Entrepreneurship*. <https://doi.org/10.58661/ijssse.v4i2.287>
- Ahmed, T., Lasker, T., Abdullah, T., Nur, F., & Islam, A. (2024). Profiling Financial Health: Predictive Modeling of Personal Finance Behavior in the Context of Bangladesh. *2024 6th International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (ICEEICT)*, 107-112. <https://doi.org/10.1109/ICEEICT62016.2024.10534331>
- Rahman, M., Sultana, Z., Jahan, M., & Fariha, R. (2019). Prediction of Financial Distress in Bangladesh's Banking Sector Using Data Mining and Machine-Learning Technique, 151-162. In: Uddin, M.S., Bansal, J.C. (eds) *Proceedings of International Joint Conference on Computational Intelligence. Algorithms for Intelligent Systems*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3607-6_12
- Nwankwo, E., Odeyemi, O., Mhlongo, N., & Soyombo, O. (2024). Reviewing the role of AI in fraud detection and prevention in financial services. *International Journal of Science and Research Archive*. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.11.1.0279>
- Alam, M., Sajib, M., Rahman, F., Ether, S., Hanson, M., Sayeed, A., Akter, E., Nusrat, N., Islam, T., Raza, S., Tanvir, K., Chisti, M., Rahman, Q., Hossain, A., Layek, A., Zaman, A., Rana, J., Rahman, S., Arifeen, S., Rahman, A., & Ahmed, A. (2023). Implications of Big Data Analytics, AI, Machine Learning, and Deep Learning in the Health Care System of Bangladesh: Scoping Review.. *Journal of medical Internet research*, 26, e54710. <https://doi.org/10.2196/54710>
- AI in Fraud Detection: How Machine Learning is Combating Financial Crimes | by FutureWebAI | Medium. (2023). <https://medium.com/%40futureaiweb/ai-in-fraud-detection-how-machine-learning-is-combating-financial-crimes-2bfe08be2e13>
- 2025 Trends in AML and Financial Crime Compliance: A Data-Centric Perspective and Deep Dive into Transaction Monitoring—Your Partner in Fighting Financial Crime With AI. (2024). <https://www.silenteight.com/blog/2025-trends-in-aml-and-financial-crime-compliance-a-data-centric-perspective-and-deep-dive-into-transaction-monitoring>

Brown, P. (2023, September 6). How to Use AI to Fight Financial Crime. FDM Group. <https://www.fdmgroup.com/news-insights/ai-in-financial-crime/>

Sadia, W., & Zarin Anan, K. (2025). Report on the State of Public Data in Bangladesh- Insights from Expert Consultations. *BRAC Institute of Governance and Development*. <https://bigd.bracu.ac.bd/publications/report-on-the-state-of-public-data-in-bangladesh-insights-from-expert-consultations/>

Abdullah, F. B. (2024). AI in Bangladesh: The Future of Innovation and Challenges. South Asia Journal. <https://southasiajournal.net/ai-in-bangladesh-the-future-of-innovation-and-challenges/>

Mahmud, Md. A. A. (2025). AI-Driven Bangladesh: Key Strategies for Consideration | LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/ai-driven-bangladesh-key-strategies-consideration-al-mahmud-xex4c/>

Sanghro, M. A. (2023b, March 18). Artificial Intelligence in Economic Forecasting and Analysis—Maseconomics. <https://maseconomics.com/artificial-intelligence-in-economic-forecasting-and-analysis/>

Wing, L. A. (2024c, September 17). Artificial Intelligence: Transforming Bangladesh's Economy. LightCastle Partners. <https://lightcastlepartners.com/insights/2024/09/bangladesh-ai-transformation/>

The Prospects and Challenges of AI in Bangladesh | Dhaka AI. (2024, January 31). <https://dhaka.ai/the-prospects-and-challenges-of-ai-in-bangladesh/>

Rathore, M. (2024). Challenges and Solutions: Implementing Data Science in Bangladesh's Economic Forecasting. <https://medium.com/%40mukeshrathor98e/challenges-and-solutions-implementing-data-science-in-bangladeshs-economic-forecasting-6d5469268379>

Reddy Adaboina, S. (2024). AI and ML in Fraud Detection. <https://www.sciencetimes.com/articles/60131/20241216/ai-ml-fraud-detection.htm>

A COMPARATIVE EXPLORATION OF WASTE SEPARATION BEHAVIOR AT UNIVERSITIES IN TURKIYE

Ibrahim Guran Yumusak

Istanbul Sabahattin Zaim University

Rifgi Bugra Bagci

Istanbul Sabahattin Zaim University

Omer Gizlier

Istanbul Sabahattin Zaim University

Abstract

This study explores waste separation behavior in university settings as a representative site for broader sustainability engagement. Drawing on Behavioral Reasoning Theory (BRT), we investigate how sustainability values influence perceived benefits and barriers, which in turn shape attitudes and intentions. These factors—ranging from environmental and socio-ethical benefits to psychological and usage-related barriers—serve as key reasons for or against engaging in sustainable practices. The moderating role of green campus initiatives is also examined. In a second study, we use fsQCA to identify multiple sufficient configurations—combinations of values, demographic factors, and perceptions—that lead to waste separation. This approach complements PLS-SEM, which offers insights into average effects, while fsQCA reveals how different individuals may reach the same outcome through distinct paths. The use of both methods allows for a more nuanced understanding of behavioral variation. Finally, we complement our findings with abductive qualitative analysis, drawing on interviews with students, faculty, and sustainability officers.

Introduction

The increasing emphasis on sustainability within higher education institutions (HEIs) has driven the implementation of green campus initiatives as a structured approach to fostering environmentally responsible behaviors. Hailed as a “microcosm of the circular economy”(Vergani, 2024) , HEIs play a central role in advancing sustainable development (SD), particularly in aligning with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), notably Goal 4, which emphasizes inclusive and equitable education (UNESCO, 2022; United Nations, 2015). By embedding sustainability principles into educational frameworks and institutional operations, universities serve as catalysts for societal transformation, requiring strategic collaboration with stakeholders to integrate SD values into curricula, research, and campus management (Menon & Suresh, 2020).

Green campus initiatives function as an environmental management system within the higher education sector, representing an initial step toward broader institutional sustainability (Frizon et al., 2024). HEIs must assume a transformative role, not only incorporating SD principles into their operational policies but also shaping future professionals who actively engage with sustainability challenges (Aleixo et al., 2021; Homer & Khor, 2022). Through curriculum design, interdisciplinary research, and infrastructural innovations, universities can act as co-creators of change, embedding sustainability competencies that extend beyond academic settings into industry and policymaking. A critical aspect of these initiatives is waste separation behavior, which is essential for effective recycling and waste management. Accordingly, we aim to explore the factors influencing waste separation behavior in the context of green campus initiatives, emphasizing the relevance of Behavioral Reasoning Theory (BRT) (Westaby, 2005) in understanding these sustainability-related behaviors. BRT provides a framework for examining how individuals' reasoning processes influence their actions towards sustainability, particularly in the context of reasons for and against such behaviors (Sahu et al., 2020; Ünal et al., 2024).

Although pro-environmental behavior has been widely examined through frameworks such as the Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) and Value-Belief-Norm theory (Stern et al., 1999)(Stern, 2000), Behavioral

Reasoning Theory (BRT) remains underutilized in explaining how reasons for and against action mediate between values and behavioral intentions. Positioned between theoretical contribution and practical application, this study applies BRT to investigate waste separation behavior within green campus initiatives. By examining how sustainability values shape perceptions of benefits and barriers, the research aims to clarify the mechanisms through which attitudes are formed and translated into action. This dual focus on explanation and intervention enables both a theoretical contribution to environmental behavior literature and actionable insights for improving sustainability practices in higher education.

This study employs a mixed-method approach combining PLS-SEM and fsQCA to examine how sustainability values, perceived benefits, and barriers shape attitudes and influence waste separation behavior. While PLS-SEM captures average linear effects, it overlooks how various configurations of factors operate together; fsQCA addresses this by identifying multiple causal pathways, yet its application to university settings remains limited. By using both methods alongside qualitative interviews with students, faculty, and sustainability officers, the study aims to generate a more context-sensitive understanding of decision-making processes.

This study makes three primary contributions to sustainability research. First, it advances the understanding of waste separation behavior, an essential aspect of sustainable resource management, by emphasizing the role of individual values, perceived benefits and barriers, and institutional initiatives, such as green campus programs. These insights are critical for designing more effective environmental interventions in educational settings. Second, the research operationalizes BRT by exploring both the drivers (benefits) and obstacles (barriers) to sustainable behavior, bridging the gap between values and actions. This approach highlights how attitudes form through reasoning and how these attitudes translate into actual behavior. Finally, by using both PLS-SEM and fsQCA, the study enhances our understanding of both the net effects and the configurational pathways that influence sustainable behavior. Situated within the context of a university, it contributes to the literature on sustainability in higher education, offering evidence-based recommendations for policy makers and campus administrators, while accounting for demographic differences in student populations.

Theoretical background

Behavioral Reasoning Theory

Behavioral Reasoning Theory (BRT) posits that individuals' behaviors are influenced by their reasoning processes (Claudy et al., 2015; Westaby, 2005), which involve evaluating the perceived benefits and barriers associated with specific actions (Álvarez-García et al., 2018; Simms et al., 2020). Unlike the Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) and the Theory of Reasoned Action (Fishbein & Ajzen, 1975), BRT explicitly incorporates context-specific reasons that either support or oppose behaviors. Claudy et al. (2013) applied BRT to green product adoption, demonstrating how reasons for and against adoption influence attitudes and intentions beyond traditional behavioral determinants.

In the context of sustainability studies, BRT has been applied to understand how individuals make decisions regarding pro-environmental behaviors (Chi et al., 2023; Ünal et al., 2024). Ryan and Casidy (2018) utilizes BRT to examine green purchasing decisions, while Sahu et al. (2020) investigated sustainable consumption practices through this lens. Key concepts within BRT include values, reasons for and against, attitude and actual behavior. We conceptualize them as sustainability values, perceived benefits and barriers, attitude and waste separation behavior in our case.

Sustainability values refer to the intrinsic beliefs and principles that motivate individuals to engage in environmentally responsible behaviors (Gimenez-Jimenez & Hanc, 2024). Perceived benefits encompass the positive outcomes individuals associate with waste separation, such as environmental protection and resource conservation (Qu et al., 2023; Stoeva & Alriksson, 2017; Zhang, 2023). Conversely, perceived barriers include the obstacles that hinder individuals from engaging in waste separation, such as lack of knowledge, convenience, and social norms (Kiefer et al., 2018; Simms et al., 2020; Sundar et al., 2023).

Sustainability values and pro-environmental behavior

Pro-environmental values play a significant role in shaping individuals' sustainability behaviors, including waste separation and recycling practices. Research has shown that individuals with strong pro-environmental values are more likely to engage in sustainable consumption behaviors, as they perceive these actions as aligned with their beliefs (Gimenez-Jimenez & Harc, 2024). Solidarity values, which emphasize the interconnectedness of individuals and their responsibility towards the environment, also contribute to pro-environmental behaviors (Fritsche et al., 2018).

Empirical research suggests that individuals who internalize sustainability values are more likely to engage in waste separation as a habitual behavior, yet contextual factors mediate this relationship. Miafodzyeva et al. (2013), in a meta-analysis of recycling behavior studies, reveals that pro-environmental values consistently predicted recycling participation across cultural and institutional settings. In higher education contexts, Kelly et al. (2006) demonstrate that students with strong environmental values exhibited higher engagement in campus recycling programs, reinforcing the role of HEIs in fostering sustainability-driven behaviors. However, Whitmarsh and O'Neill (2010) argue that values alone do not dictate waste separation behaviors, as convenience and infrastructure significantly influence decision-making. Barr et al. (2013) further highlight that the impact of values on waste separation varies between private and public settings, suggesting that institutional interventions—such as accessible waste sorting facilities—are necessary to translate sustainability attitudes into consistent action within university environments. Therefore, we hypothesize:

H1: Sustainability values significantly affect perceived benefits

H2: Sustainability values significantly affect perceived barriers

H3: Sustainability values significantly affect attitude toward waste separation behavior

Perceived Benefits and Barriers to Waste Separation

The perceived benefits of waste separation are multifaceted, encompassing environmental, economic, and socio-ethical dimensions. Environmental benefits include reduced landfill waste, lower greenhouse gas emissions, and conservation of natural resources (Sheau-Ting et al., 2016). Economic benefits may arise from cost savings associated with reduced waste disposal fees and potential revenue from recycling programs (Knickmeyer, 2020). Socio-ethical benefits pertain to the collective responsibility of individuals towards their communities and future generations (Zhang, 2023). Conversely, perceived barriers to waste separation can significantly hinder individuals' engagement in these behaviors. Psychological barriers, such as lack of awareness or knowledge about proper waste separation practices, can discourage participation (Simms et al., 2020; Sundar et al., 2023). Usage barriers, including the inconvenience of accessing recycling bins or the complexity of sorting waste, also play a critical role (Kiefer et al., 2018; Simms et al., 2020). Additionally, value-risk barriers, where individuals weigh the perceived risks of engaging in waste separation against the benefits, can further complicate decision-making processes (Sarigöllü et al., 2020).

Inconsistencies in findings regarding the perceived benefits and barriers to waste separation highlight the need for further investigation. While some studies emphasize the importance of perceived benefits in promoting waste separation, others suggest that barriers may have a more significant impact on behavior (Testa et al., 2023). Understanding these relationships is crucial for developing targeted interventions that address both perceived benefits and barriers to enhance waste separation behavior. Based on the previous literature, we posit:

H4: Perceived benefits significantly affect attitude toward waste separation behavior

H5: Perceived barriers significantly affect attitude toward waste separation behavior

Attitude-Behavior Relationship in Waste Separation

The attitude-behavior gap is a well-documented phenomenon in sustainability research, where individuals' positive attitudes towards sustainability do not always translate into actual pro-environmental behaviors (Claudy et al., 2013; Westaby, 2005), such as waste separation.

This gap can be attributed to various factors, including perceived barriers, social norms, and contextual influences. Identifying successful behavioral interventions that effectively bridge this gap is crucial for promoting sustainable practices within educational institutions. Future research should focus on developing and testing interventions that target both attitudes and perceived barriers to enhance waste separation behavior among students and faculty.

The present study applies Behavioral Reasoning Theory (BRT) to waste separation behavior in university settings, moving beyond traditional attitude-behavior models by examining both reasons for and against participation. It explicitly assesses the moderating role of green campus initiatives in shaping these behavioral pathways while integrating quantitative analyses with qualitative insights into lived experiences. In addition to pro-environmental values, the study explores the influence of solidarity values as a motivating factor for waste separation.

H6: Attitude significantly affects waste separation behavior

We also analyze mediating role of attitude, therefore we posit:

H7: Attitude significantly mediates the relationship between perceived benefits and waste separation behavior

H8: Attitude significantly mediates the relationship between perceived barriers and waste separation behavior

Moderating role of Green Campus Initiatives

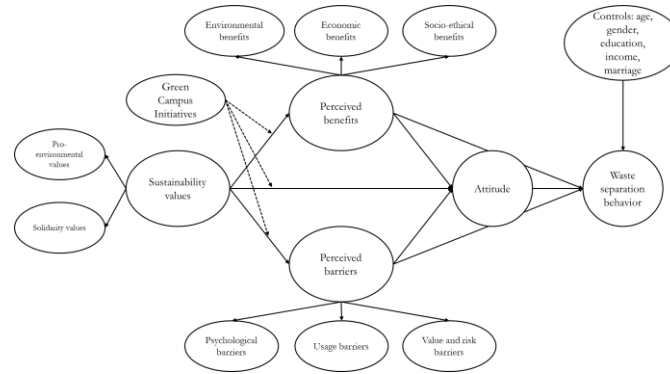
Green campus initiatives encompass a range of programs and policies aimed at promoting sustainability within educational institutions. These initiatives often include awareness campaigns, infrastructure improvements, and incentives for pro-environmental behaviors (Kaplowitz et al., 2009). Research has shown that institutional interventions can significantly impact student and faculty behavior regarding sustainable consumption (Fachrudin & Fachrudin, 2021; Frizon et al., 2024). Moreover, Dagiliūtė et al. (2018) observed that stronger institutional sustainability commitments amplified the impact of perceived benefits on waste separation behavior. The moderating role of green campus initiatives in shaping perceptions of benefits and barriers is critical. Institutional support can amplify the perceived benefits of waste separation by providing resources and infrastructure that facilitate these behaviors (Frizon et al., 2024). Conversely, effective initiatives can also mitigate perceived barriers by addressing issues such as convenience and accessibility (Lu et al., 2020). Based on previous literature we hypothesize:

H9_a: Green campus initiatives significantly moderate the relationship between sustainability values and perceived benefits

H9_b: Green campus initiatives significantly moderate the relationship between sustainability values and perceived barriers

H9_c: Green campus initiatives significantly moderate the relationship between sustainability values and attitude toward waste separation behavior

Figure 1: Proposed model based on PLS-SEM



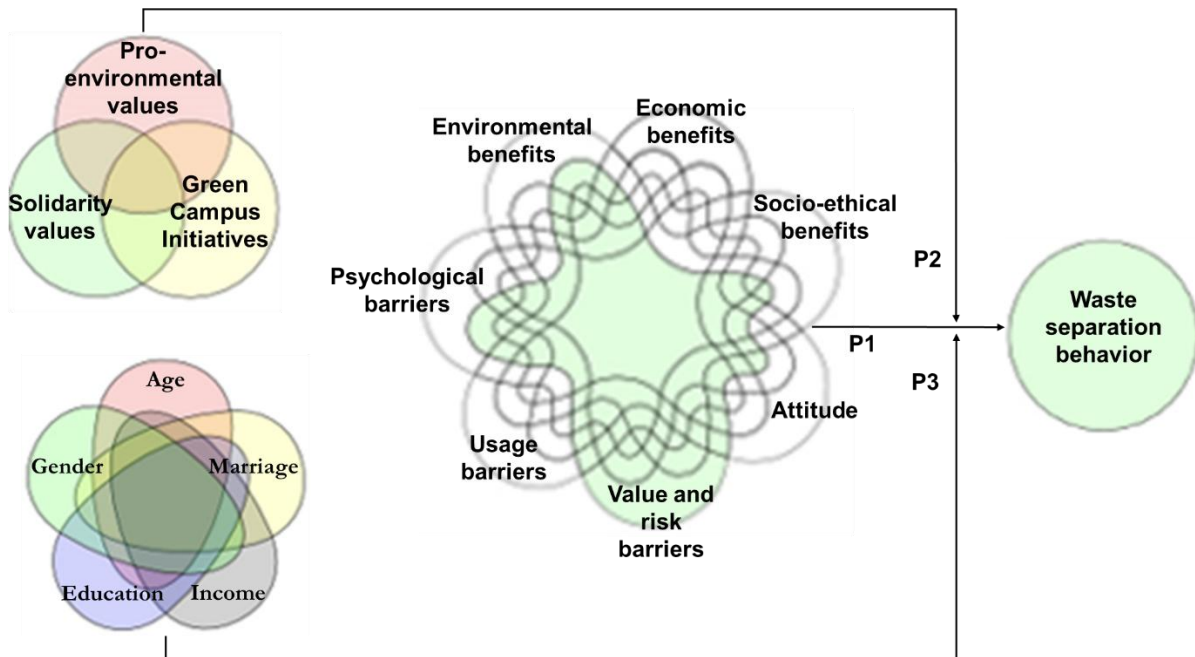
Causal configurations for waste separation behavior

Building on the principles of complexity theory, this study posits several propositions for fsQCA analysis regarding the factors influencing waste separation behaviors. First, we propose that combinations of perceived barriers, benefits, and attitudes can lead to higher waste separation behaviors, as indicated by the necessity of a positive attitude but the sufficiency of specific configurations, such as low barriers combined with high socio-ethical benefits and a positive attitude. Additionally, equifinality suggests that multiple configurations—such as high environmental benefits with low value/risk barriers or strong attitudes with high economic benefits—can yield the same outcome. However, the absence of waste separation behavior is not simply the reverse of these combinations, as causal asymmetry illustrates. Furthermore, a perceived barrier may inhibit behavior in one configuration but not in another, highlighting the contextual contribution. The second proposition extends this framework by incorporating sustainability values and green campus initiatives, showing that their effect depends on their interaction with perceived benefits, barriers, and attitudes. Finally, demographic factors such as age and education also play a critical role, with combinations such as young age, high education, and strong sustainability values predicting higher waste separation behaviors. These findings emphasize the need for a nuanced understanding of how different factors interact to influence environmental behaviors across various contexts.

P1: Different combinations of perceived barriers, benefits, and attitude lead to higher waste separation behaviors

P2: Different combinations of sustainability values and green campus initiatives, combined with P1 variables, lead to higher waste separation behaviors

P3: Different demographic configurations, combined with P2 variables, lead to higher waste separation behaviors

Figure 2: Proposed model based on FsQCA

Method

The study adopts a multi-method research design that integrates quantitative and qualitative techniques. The quantitative component uses structured surveys and advanced statistical methods to measure the relationships among sustainability values, perceived benefits, perceived barriers, attitudes, and waste separation behavior. The qualitative component supplements these findings by using semi-structured interviews to capture contextual insights and reasoning processes that may not be fully expressed through quantitative measures.

This design was chosen because previous research indicates that combining multiple methods offers a fuller picture of complex behavioral phenomena (Prentice, 2020). In this study, the integration of Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) and Fuzzy-Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) with thematic analysis of interview data enables us to capture both net effects and configurational patterns in the data. This structure not only tests the hypothesized relationships in the research model but also identifies unique combinations of conditions that drive waste separation behavior.

Data Collection

Data collection is divided into two distinct stages: quantitative and qualitative.

Quantitative Data Collection

Survey Instrument

A structured survey will be administered to collect data on key constructs. The survey instrument is developed based on validated scales from marketing, environmental psychology and sustainability research. Items measuring sustainability values, perceived benefits, perceived barriers, and attitudes are adapted from prior studies and refined through expert feedback. In addition, demographic questions and items to gauge participation in green campus initiatives are included. The present study employs well-established measurement scales to ensure validity and reliability in assessing factors influencing waste sorting behavior. Values will be adapted from Shepherd et al. (2009), while environmental and socio-ethical benefits will follow the framework established by Ünal et al. (2024). Economic benefits will be measured using the approach of Dabbous and Tarhini (2019), capturing financial considerations in waste sorting decisions. Psychological barriers will be assessed using Gifford (2011) framework, while value, usage, and risk barriers will be adapted from Laukkanen (2016) and Sadiq et al. (2021).

Attitudes toward waste sorting will be measured using the scale from Ünal et al. (2024), ensuring consistency in attitudinal assessment. Finally, waste sorting intention will be assessed using the scale developed by Ayob et al. (2017), as later adapted by Rüteliöné et al. (2025), providing a robust measure for predicting behavioral outcomes in the university setting.

Sampling Strategy and analytical approach

The target population consists of students, faculty, and staff at universities known for their active green campus programs. A stratified random sampling technique will be used to ensure representation from different groups. The desired sample size is calculated to achieve sufficient statistical power for PLS-SEM analysis, and pilot testing has indicated that a sample of at least 300 respondents is feasible. The survey will be deployed online using a secure platform, ensuring anonymity and confidentiality.

To analyze the survey data, a multi-method approach will be applied, combining variance-based structural equation modeling (PLS-SEM) and fuzzy set qualitative comparative analysis (fsQCA). PLS-SEM is selected to estimate the linear and additive effects among constructs in the conceptual model and to test the proposed hypotheses. However, because some relationships may be complex, non-linear, or dependent on specific configurations of conditions, fsQCA will be employed as a complementary method. This approach allows for the identification of multiple combinations of conditions that are sufficient for an outcome, as well as configurations that lead to its absence, thus accounting for causal asymmetry and equifinality. The combination of PLS-SEM and fsQCA enables a more comprehensive understanding of the relationships under investigation, capturing both the average effects and the diverse pathways through which the outcome can be achieved. This methodological choice responds to recent calls for greater analytical depth in behavioral research by integrating variable-oriented and case-oriented logic within a single study (Fiss, 2011; Woodside, 2013). Recent studies have employed Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) and fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) to model complex behavioral relationships in sustainability research. PLS-SEM allows researchers to analyze the relationships between multiple variables simultaneously (Hair et al., 2019), which can provide insights into the direct and indirect effects of various factors on waste separation behavior. On the other hand, fsQCA offers a qualitative approach to understanding the configurations of conditions that lead to specific outcomes, allowing for a more nuanced understanding of the interplay between different factors influencing waste separation (Pappas & Woodside, 2021). A combination of PLS-SEM + FsQCA is a useful approach in sustainable consumption setting (E.g., Fan et al., 2024).

Qualitative data collection and analysis

To complement the quantitative findings, semi-structured interviews will be conducted with a subset of survey participants (Patton, 1990). These interviews are designed to explore in detail the reasoning behind waste separation behavior, focusing on the interplay of personal values, perceived benefits, and perceived barriers. An interview protocol will be developed, including open-ended questions that probe into experiences with green campus initiatives, motivations for participation, and perceived challenges. Interview participants will be selected using purposive sampling to capture a diverse range of perspectives. Criteria for selection include active participation in campus sustainability programs, varied demographic backgrounds, and differing levels of waste separation behavior as indicated by survey responses.

Interviews will be conducted face-to-face or via video conferencing, recorded with consent, and later transcribed for analysis. A secure digital recording system and transcription software will be used to ensure data integrity. The interview guide will be pretested in a pilot study with five participants, and feedback has been used to refine the questions. In addition to primary survey data, we will gather secondary data from campus records on participation in sustainability programs, waste management statistics, and other relevant institutional metrics.

REFERENCES

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Aleixo, A. M., Leal, S., & Azeiteiro, U. M. (2021). Higher education students' perceptions of sustainable development in Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 327, 129429. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.129429>
- Álvarez-García, J., Río-Rama, M. de la C. del, Saraiva, M., & Pires, A. R. (2018). The Influence of Motivations and Barriers in the Benefits. An Empirical Study of EMAS Certified Business in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 185, 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.023>
- Ayob, S. F., Sheau-Ting, L., Abdul Jalil, R., & Chin, H. C. (2017). Key determinants of waste separation intention: empirical application of TPB. *Facilities*, 35(11–12), 696–708. <https://doi.org/10.1108/F-06-2016-0065/FULL/PDF>
- Barr, S., Guilbert, S., Metcalfe, A., Riley, M., Robinson, G. M., & Tudor, T. L. (2013). Beyond recycling: An integrated approach for understanding municipal waste management. *Applied Geography*, 39, 67–77. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2012.11.006>
- Chi, X., Meng, B., Lee, H., Chua, B., & Han, H. (2023). Pro-environmental Employees and Sustainable Hospitality and Tourism Businesses: Exploring Strategic Reasons and Global Motives for Green Behaviors. *Business Strategy and the Environment*, 32(7), 4167–4182. <https://doi.org/10.1002/bse.3359>
- Claudy, M. C., Garcia, R., & O'Driscoll, A. (2015). Consumer resistance to innovation—a behavioral reasoning perspective. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(4), 528–544. <https://doi.org/10.1007/S11747-014-0399-0>
- Claudy, M. C., Peterson, M., & O'Driscoll, A. (2013). Understanding the Attitude-Behavior Gap for Renewable Energy Systems Using Behavioral Reasoning Theory. *Journal of Macromarketing*, 33(4), 273–287. <https://doi.org/10.1177/0276146713481605>
- Dabbous, A., & Tarhini, A. (2019). Assessing the impact of knowledge and perceived economic benefits on sustainable consumption through the sharing economy: A sociotechnical approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 149, 119775. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2019.119775>
- Fachrudin, H. T., & Fachrudin, K. A. (2021). Factors influencing energy conservation application in green campus design based on green behavior. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(4), 511–520. <https://doi.org/10.32479/ijeep.11355>
- Fan, X., Zheng, S., Jiang, X., Deng, N., & Xu, P. (2024). Understanding the configurational causes of traveler's moral ambiguity in the sharing economy: Evidence from PLS-fsQCA. *International Journal of Tourism Research*, 26(3), e2654. <https://doi.org/10.1002/JTR.2654>
- Fritsche, I., Barth, M., Jugert, P., Masson, T., & Reese, G. (2018). A social identity model of pro-environmental action (SIMPEA). *Psychological Review*, 125(2), 245–269. <https://doi.org/10.1037/REV0000090>
- Frizon, J. A., Eugénio, T., & Frizon, N. N. (2024). Green campus and student proactivity initiatives: the importance of a participatory approach. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 25(6), 1279–1296. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2022-0362>
- Gifford, R. (2011). The Dragons of Inaction: Psychological Barriers That Limit Climate Change Mitigation and Adaptation. *American Psychologist*, 66(4), 290–302. <https://doi.org/10.1037/A0023566>
- Gimenez-Jimenez, D., & Harc, M. (2024). Students' Sustainable Entrepreneurship Intentions: The Role of Sustainable Values and Culture. *Journal of Entrepreneurship*, 33(1), 118–154. <https://doi.org/10.1177/09713557241232246>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203/FULL/PDF>

- Homer, S. T., & Khor, K. S. (2022). Exploring the perceptions of Malaysian Gen Z towards the impact of COVID-19 on sustainable development. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(57), 85700–85716. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-17763-1/FIGURES/2>
- Kaplowitz, M. D., Yeboah, F. K., Thorp, L., & Wilson, A. M. (2009). Garnering input for recycling communication strategies at a Big Ten University. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(11), 612–623. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2009.04.018>
- Kelly, T. C., Mason, I. G., Leiss, M. W., & Ganesh, S. (2006). University community responses to on-campus resource recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 47(1), 42–55. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2005.10.002>
- Kiefer, C. P., González, P. d. R., & Carrillo-Hermosilla, J. (2018). Drivers and Barriers of Eco-innovation Types for Sustainable Transitions: A Quantitative Perspective. *Business Strategy and the Environment*, 28(1), 155–172. <https://doi.org/10.1002/bse.2246>
- Knickmeyer, D. (2020). Social Factors Influencing Household Waste Separation: A Literature Review on Good Practices to Improve the Recycling Performance of Urban Areas. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118605. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118605>
- Laukkanen, T. (2016). Consumer adoption versus rejection decisions in seemingly similar service innovations: The case of the Internet and mobile banking. *Journal of Business Research*, 69(7), 2432–2439. <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2016.01.013>
- Menon, S., & Suresh, M. (2020). Synergizing education, research, campus operations, and community engagements towards sustainability in higher education: a literature review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(5), 1015–1051. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-03-2020-0089/FULL/PDF>
- Miafodzyeva, S., Brandt, N., & Andersson, M. (2013). Recycling behaviour of householders living in multicultural urban area: a case study of Järva, Stockholm, Sweden. *Waste Management & Research*, 31(5), 447–457. <https://doi.org/10.1177/0734242X13476746>
- Pappas, I. O., & Woodside, A. G. (2021). Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): Guidelines for research practice in Information Systems and marketing. *International Journal of Information Management*, 58, 102310. <https://doi.org/10.1016/J.IJINFOMGT.2021.102310>
- Patton, M. Q. (1990). Qualitative evaluation and research methods, 2nd ed. In *Qualitative evaluation and research methods*, 2nd ed. Sage Publications, Inc.
- Prentice, C. (2020). Testing complexity theory in service research. *Journal of Services Marketing*, 34(2), 149–162. <https://doi.org/10.1108/JSM-09-2019-0353/FULL/PDF>
- Qu, D., Shevchenko, T., Esfandabadi, Z. S., & Ranjbari, M. (2023). College Students' Attitude towards Waste Separation and Recovery on Campus. *Sustainability (Switzerland)*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/su15021620>
- Rūtelionė, A., Bhutto, M. Y., & Miceikienė, A. (2025). “Green university initiatives and environmental self-identity: waste sorting in Baltic higher education.” *International Journal of Sustainability in Higher Education*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2024-0133>
- Ryan, J., & Casidy, R. (2018). The role of brand reputation in organic food consumption: A behavioral reasoning perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 41, 239–247. <https://doi.org/10.1016/J.JRETCONSER.2018.01.002>
- Sadiq, M., Adil, M., & Paul, J. (2021). An innovation resistance theory perspective on purchase of eco-friendly cosmetics. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 59, 102369. <https://doi.org/10.1016/J.JRETCONSER.2020.102369>
- Sahu, A. K., Padhy, R. K., & Dhir, A. (2020). Envisioning the future of behavioral decision-making: A systematic literature review of behavioral reasoning theory. *Australasian Marketing Journal (AMJ)*, 28(4), 145–159. <https://doi.org/10.1016/J.AUSMJ.2020.05.001>

- Sarigöllü, E., Hou, C., & Ertz, M. (2020). Sustainable Product Disposal: Consumer Redistributing Behaviors Versus Hoarding and Throwing Away. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), 340–356. <https://doi.org/10.1002/bse.2624>
- Sheau-Ting, L., Sin-Yee, T., & Weng-Wai, C. (2016). Preferred Attributes of Waste Separation Behaviour: An Empirical Study. *Procedia Engineering*, 145, 738–745. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.094>
- Shepherd, D. A., Kuskova, V., & Patzelt, H. (2009). Measuring the values that underlie sustainable development: The development of a valid scale. *Journal of Economic Psychology*, 30(2), 246–256. <https://doi.org/10.1016/J.JOEP.2008.08.003>
- Simms, C., Trott, P., Hende, E. v. d., & Hultink, E. J. (2020). Barriers to the Adoption of Waste-Reducing Eco-Innovations in the Packaged Food Sector: A Study in the UK and the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118792. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118792>
- Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., & Kalof, L. (1999). A Value-Belief-Norm Theory of Support for Social Movements: The Case of Environmentalism. *Human Ecology Review*, 6(2), 81–97. <http://www.jstor.org/stable/24707060>
- Stoeva, K., & Alriksson, S. (2017). Influence of recycling programmes on waste separation behaviour. *Waste Management*, 68, 732–741. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.06.005>
- Sundar, D., Mathiyazhagan, K., Agarwal, V., Janardhanan, M. N., & Appolloni, A. (2023). From Linear to a Circular Economy in the E-waste Management Sector: Experience From the Transition Barriers in the United Kingdom. *Business Strategy and the Environment*, 32(7), 4282–4298. <https://doi.org/10.1002/bse.3365>
- Testa, S., Troise, C., Cincotti, S., & Camilleri, M. A. (2023). The Role of Electronic Waste Management Solutions and Message Framing in Influencing Consumer Behaviours: Exploring the Crowdfunding Context. *Business Strategy and the Environment*, 33(2), 917–929. <https://doi.org/10.1002/bse.3526>
- Ünal, U., Bağcı, R. B., & Taşcıoğlu, M. (2024). The perfect combination to win the competition: Bringing sustainability and customer experience together. *Business Strategy and the Environment*. <https://doi.org/10.1002/BSE.3728>
- Vergani, F. (2024). Higher education institutions as a microcosm of the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 435, 140592. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.140592>
- Westaby, J. D. (2005). Behavioral reasoning theory: Identifying new linkages underlying intentions and behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 98(2), 97–120. <https://doi.org/10.1016/J.OBHDP.2005.07.003>
- Whitmarsh, L., & O'Neill, S. (2010). Green identity, green living? The role of pro-environmental self-identity in determining consistency across diverse pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology*, 30(3), 305–314. <https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2010.01.003>
- Zhang, X. (2023). A systematic literature review on individuals' waste separation behavior. In *Resources, Environment and Sustainability* (Vol. 14). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2023.100137>

THE ROLE OF DIGITALIZATION IN THE FORMATION OF THE NEW GENERATION ECONOMY

Prof. Arzu Huseynova

Ministry of Economy, Economic Scientific Research Institute, Baku, Azerbaijan

<https://orcid.org/0000-0002-0981-9923>

Huseyn Salimli

Azerbaijan Technical University, doctoral student, Baku, Azerbaijan

<https://orcid.org/0009-0001-1132-8461>

Abstract

The purpose of this article is to demonstrate the impact of digitalization on the formation of the new generation economy through theoretical and practical foundations, and to reveal the development dynamics of this process using the case of Azerbaijan. The article provides an extensive analysis of the concept of the new generation economy, the reasons behind its emergence, its characteristics, and the role of digitalization in shaping this model. Compared to traditional economic models, the new generation economy is more reliant on digital technologies, artificial intelligence, big data analysis, innovation, and a highly skilled human capital. Digitalization serves as the core pillar of this economy, transforming both the structure and content of economic relations. The article reviews indices used to measure digitalization indicators—particularly the European Union's Digital Economy and Society Index (DESI) and other global rankings. Based on national and international sources, the study summarizes the findings of existing research on the impact of digital transformation on economic development. A comparative analysis of statistical indicators characterizing the level of digital economy in Azerbaijan is conducted, including the current state of digitalization in the country, regional disparities, digital literacy levels, and digital transformation opportunities for SMEs. The analysis reveals that in recent years, Azerbaijan has made significant progress in internet access, e-government services, and ICT infrastructure development. Comparative tables showing Azerbaijan's digitalization indicators alongside other countries are compiled, and diagrams illustrating the level of digital development are presented. Additionally, a structural diagram reflecting the components of the new generation economy and their interconnections is included. As a result of the research, it is determined that digitalization impacts economic resilience, inclusivity, and competitiveness. Practical recommendations are provided to enhance the level of digitalization, and policy suggestions for digital transformation are proposed. Based on the results, it is concluded that digitalization plays a crucial role as a driver in forming the new generation economy, and accelerating digital transformation is essential for the country's sustainable development. At the end of the article, proposals are made for strengthening the economy based on the obtained findings.

Keywords: new generation economy, digital transformation, digitalization, measurement, digital literacy

Introduction

The new generation economy, characterized as a new stage of economic development in the modern era, emerges from the demands of the fourth industrial revolution and digital transformation on a global scale. Rapid advancements in information and communication technologies (ICT), the emergence of digital platforms, and the expansion of knowledge-based economic activities have led to changes in the traditional economic model. Digitalization, artificial intelligence (AI), automation, and other technological innovations have caused shifts in the economic structure (Schwab, 2017). The concept of the new generation economy has been in use since the late 20th century and is sometimes referred to alongside terms such as "digital economy," "internet economy," or "knowledge economy." This new economic paradigm emphasizes the decisive role of innovation, high technologies, and human capital. Compared to traditional economic models, this model offers a more flexible, technology-driven, data-oriented approach that aims for sustainable development.

Azerbaijan has not remained outside global digital transformation trends and has taken steps toward modernizing its economy based on the vision of the country's leadership. The Azerbaijani economy has entered a qualitatively new stage of development.

Currently, the country is developing a "New Generation Economy" strategy aligned with the requirements of the post-oil era, and digital transformation is considered one of the main pillars of this strategy. The socio-economic development strategy for 2022–2026, approved by the President of Azerbaijan, prioritizes the development of the digital economy. This strategy highlights the importance of directions such as big data, artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), digital marketing, drone technologies, etc., for the formation of the new generation economy.

The aim of this article is to explore the essence of the new generation economy in the context of Azerbaijan and evaluate the impact of digitalization on its formation. To achieve this, the article first conceptually explains the notion of the new generation economy, then reviews international indices for measuring the level of digital development. The literature review summarizes findings from existing research, and the methodology section explains the approaches used in the study. The analysis section provides a comparative analysis of Azerbaijan's digitalization status based on statistical indicators, presented through tables and diagrams. Finally, a structural diagram illustrating the interrelationships among the components of the new generation economy is presented, and proposals are made based on the findings.

Literature Review

The concept of the new generation economy has been widely studied by economists and technologists in recent years. This notion first emerged in contexts related to digitalization, artificial intelligence, and automation (Tapscott, 2016). Brynjolfsson and McAfee (2014) emphasize that the foundation of the new economy lies in digital technologies and data-driven decisions. Schwab (2017) notes that the fourth industrial revolution has accelerated the transition to a new economic model.

Reports by the OECD and the World Bank highlight digital transformation and its connection to economic development as key topics of discussion. These documents emphasize the impact of digitalization on productivity, the labor market, and innovation potential (OECD, 2020). Local research on Azerbaijan is also growing. The digital development strategy, the E-Government Portal, and statistics on digital skills provide a preliminary database for this field (AzStat, 2023).

New Generation Economy: Concept and Characteristics

The new generation economy is an economic system based on digital technologies and innovations, considered the next stage after the traditional industrial economy. This concept first emerged in contexts related to digitalization, artificial intelligence, and automation (Tapscott, 2016). The scientific literature provides a broad explanation of the "new generation economy," detailing its characteristics, principles, and classifications, and noting the differences between the "new" generation economy and previous economic models. The main features of the new generation economy include the digitalization of economic activities, the leading role of knowledge and innovation, increased "etw"rking among economic entities, and greater flexibility in global competition (Schwab, 2017). For example, digital platforms and ecosystems reduce the role of intermediaries in the economy, lower operational costs, and enable more efficient use of resources. The sharing economy, a new phenomenon exemplified by platforms like Airbnb, Uber, and car-sharing services, has created a global market worth over \$150 billion. This is one of the most important aspects of the new generation economy—the shared use of resources and the conversion of surplus opportunities into economic value with the help of digital technologies.

The development level of Information and Communication Technology (ICT) infrastructure and human capital plays a decisive role in the formation of the new generation economy. Modern technologies increase the efficiency of production processes, enhance labor productivity, and accelerate economic growth. While the concept of the digital economy may not have a single definition, it is generally accepted as the implementation of economic processes based on digital computing technologies (Brynjolfsson & McAfee, 2014). In this economic model, innovations and scientific-technological advancements are the main driving forces. Business models in the new generation economy are flexible, and tools such as e-commerce and digital marketing are widely used. For instance, even traditional industrial sectors are transitioning to "smart manufacturing" systems and adopting Industry 4.0 technologies as a result of digital transformation (Schwab, 2017).

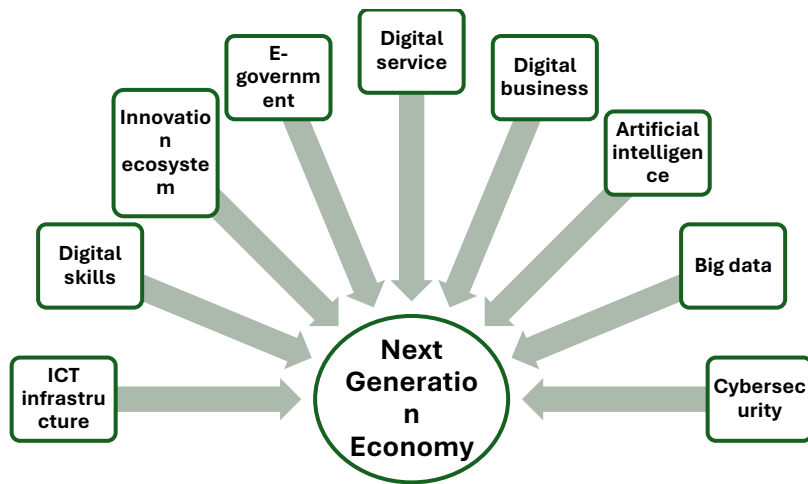
Figure 1. Key Components of the New Generation Economy



The new generation economy encompasses technology-based approaches, information-based production, and a model where knowledge plays a central role as a resource. In this model, artificial intelligence, automation, and big data analytics hold primary positions. Digital skills have become a quality indicator for the workforce in the new generation economy (World Bank, 2022).

Thus, the components of the new generation economy are presented in Figure 1.

Figure 2 Components of the New Generation Economy and Their Interrelationships.



The structural diagram above illustrates the main components of the new generation economy and their interrelationships. **New Generation Economy**, as the central concept, represents the integration of digital technologies into the economy. This central concept is shaped by several key pillars:

- **ICT Infrastructure:** Technological infrastructure such as high-speed internet, mobile networks, and data centers serves as the “foundation” of the new generation economy. Without robust digital infrastructure, neither digital services nor innovative business models can develop. Initiatives like the “Network Hub” project and the establishment of regional digital centers in Azerbaijan aim to strengthen this pillar.
- **Digital Skills:** The digital literacy and skills of human capital are another vital component of the new generation economy. The level of digital technology usage skills among the population and workforce, the training of IT specialists, and the integration of digital subjects into general and vocational education play crucial roles here. Societies with high digital skills adapt to innovations more quickly and increase labor productivity.
- **Innovation Ecosystem:** Since the new generation economy is built on creativity and innovation, the collaborative efforts of science, education, and business are essential. This ecosystem includes startup incubators, technology parks, research institutes, venture funds, etc. In Azerbaijan, institutions like the High Technologies Park and the INNOLAND Incubation Center are elements of the innovation ecosystem. This environment fosters the commercialization of new ideas and the creation of high-tech products and services.
- **E-Government and Digital Services:** The digitalization of the public sector, i.e., e-government, is a component of the new generation economy. This component is highlighted separately in the diagram

because effective e-government infrastructure simplifies business activities, enhances transparency, and stimulates innovation. In Azerbaijan, e-government solutions such as “ASAN Service,” “ASAN Login,” and “myGov” have modernized public services by minimizing citizen-official interactions. The development of e-government also supports other components of the digital economy, such as e-commerce and digital payments.

- **Digital Business and Startups:** Within the framework of the new generation economy, traditional business models are being transformed, while entirely new startups based on digital platforms are emerging. E-commerce (e.g., Amazon-type platforms), digital banking (fintech), online tourism services, digital media, etc., fall into this category. In Azerbaijan’s market, digital banking applications, online education platforms, and logistics and delivery startups have emerged in recent years. Initiatives like “Electronic Commerce” and “Online Azerbaijan” aim to expand the digital business environment.
- **Artificial Intelligence and Big Data:** One of the distinguishing features of the new generation economy is the active use of artificial intelligence technologies and big data. These technologies enable businesses to optimize decision-making, analyze customer behavior, and automate production processes. In Azerbaijan, there is potential for applying artificial intelligence in various fields—for example, smart management in transportation, predictive analytics in agriculture, and chatbots in public services. The availability of necessary databases (e.g., open government data) and personnel training are crucial for the development of this direction.
- **Cybersecurity:** The expansion of the digital environment brings cybersecurity issues to the forefront. Ensuring the security of information systems, data protection, and combating cybercrime are essential for the sustainability of the new generation economy. The Azerbaijani government has recently strengthened its cybersecurity strategy, implementing a centralized antivirus system and Extended Detection and Response (XDR) solutions in state institutions through the Special Communication and Information Security State Service. These steps not only enhance the defense of the cyber environment but also build trust among participants in the digital economy.

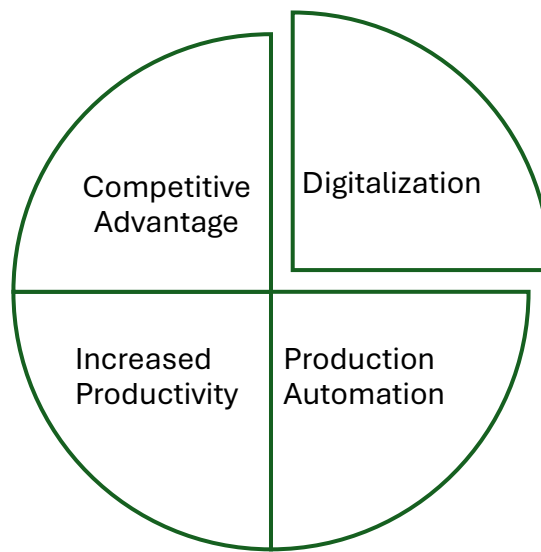
The structural diagram shows that each of these components plays a role in the formation of the new generation economy and operates in close interconnection. For example, without strong ICT infrastructure, e-government services cannot be effective; similarly, without a workforce with high digital skills, the innovation ecosystem cannot thrive. Thus, a systemic approach is required—parallel progress in all these areas must be ensured to develop the new generation economy.

Several key factors exist for Azerbaijan’s transition to the new generation economy. The country’s strong energy, transportation-logistics potential, and opportunities for integration into the global economic space serve as a foundation for the formation of the new generation economy. At the same time, strengthening the national innovation ecosystem and institutional base, as well as developing human capital, is necessary. The new generation economy aligns with the “**productive inclusive growth**” model, aiming for rapid, sustainable economic growth that encompasses all layers of society. Since this type of economy is knowledge-based, the role of education, scientific research, and R&D (research and development) expenditures comes to the forefront. Global experience shows that countries that have transitioned to the new generation economy (e.g., **Singapore, South Korea, Israel**) lead in innovation indicators and have high-income economies.

In summary, the new generation economy is a concept based on the synthesis of digital technologies, innovations, and human capital. Its key characteristics include flexibility, efficiency, knowledge intensity, and globality. For Azerbaijan, the transition to the new generation economy is of strategic importance for diversifying the economy away from oil dependence and ensuring sustainable development.

However, to fully leverage the potential of digital transformation, comprehensive measures in infrastructure, legal frameworks, and human resources are essential. The next section explains the research methodology and analyzes digitalization indicators for Azerbaijan.

Figure 3. Impact Model of Digital Transformation



Methodology

The methodology of this research combines qualitative and quantitative analysis. First, a review of existing scientific literature on the new economy and digital transformation was conducted, and international and local sources were analyzed to form a conceptual framework. Based on this framework, the main components of the new economy and the mechanisms of digitalization's impact were identified.

For quantitative analysis, existing statistical indicators were used. Specifically, key indicators characterizing Azerbaijan's level of digital development were collected and analyzed. These indicators include the share of internet users in the population, the number of mobile subscriptions per 100 people, fixed broadband internet penetration, and the country's position in international indices (EGDI, EPI, NRI, etc.). Data were obtained from reports by organizations such as the UN, the World Bank, the International Telecommunication Union (ITU), the European Commission, and official statistical sources.

Based on the collected statistical data, comparative analysis was conducted. Azerbaijan's indicators were compared with the global average or leading countries' indicators where possible, and time dynamics were analyzed.

Overall, the research approach is descriptive and analytical. The obtained data were analyzed to assess the current situation, and conclusions and recommendations were made based on this.

The State of Digitalization in Azerbaijan

Digitalization directly affects the structure and mechanisms of the economy. To measure and evaluate the digitalization process underlying the new economy, various international indices and indicators are used. These indices allow for a comparative analysis of countries' digital development levels and identify areas hindering progress. One of the most widely used indicators is the Digital Economy and Society Index (DESI), developed by the European Union. DESI evaluates countries' digital development in five key areas: connectivity, human capital (digital skills), internet usage, integration of digital technologies into business, and digital public services (European Commission, 2024). These indicators measure important aspects such as broadband internet coverage and speed, citizens' and businesses' digital skills and online activities, and the level of e-government services. The DESI index is currently calculated primarily for EU member states, but steps are being taken to apply this methodology for national assessments in Eastern Partnership countries, including Azerbaijan.

Another important index for measuring digital development at the international level is the UN E-Government Development Index (EGDI) and its component, the E-Participation Index (EPI). The EGDI is based on countries' online government services, telecommunications infrastructure, and human capital indicators.

Another index for evaluating digital development is the Network Readiness Index (NRI). The NRI is a global index that assesses countries' application and impact of information and communication technologies.

Additionally, indicators such as the Global Cybersecurity Index (GCI) and the ICT Development Index (IDI) measure specific aspects of digitalization levels.

Thus, indices covering various dimensions of digitalization play a significant role in monitoring Azerbaijan's transition to the new economy. Indices like DESI, EGDI, and NRI reveal the country's strengths and weaknesses, providing a scientific basis for shaping digital development policies.

The table below presents some key indicators characterizing the country's digital development and their comparative context:

Table 1. Selected digitalization indicators for Azerbaijan and comparative data.

Indicator (Year)	Azerbaijan	Comparative Context
Internet Users (% of population, 2022)	88%	World average: ~72%
Mobile Subscriptions (per 100 people, 2022)	107	World average: ~106 (2019) (note: >100% indicates multiple subscriptions per person)
Fixed Broadband (per 100 people, 2023)	20.9	EU average: ~35 (2023) (estimated)
E-Government Development Index (EGDI, 2022)	0.7112(74th place)	"High" category (global average: 0.6102)
E-Participation 0.6111 Index (EPI, 2022)	0.6111 (88th place)	World average: 0.5680 (estimated)
Network Readiness Index (NRI, 2023)	75th place (out of 134 countries)	Future technologies: 35th; Regulation: 103rd
Global Cybersecurity Index (2024)	93.76 points (out of 100)	2023: 89.31 points (medium-high)
ICT Sector's Share in GDP (2023)	1.8% (Azerbaijan's ICT Sector: Digital economy as new driver of sustainable development)	Report.az

The above indicators show that Azerbaijan has achieved significant growth in the coverage and usage levels of digital infrastructure in recent years. The share of internet users in the population reached 88% in 2022, which is well above the global average. The expansion of internet access is the result of the accessibility of information and communication technologies in both urban and rural areas of the country. State programs in this field—such as projects to expand broadband internet to regions—are yielding results.

Azerbaijan's population also enjoys high coverage in mobile communications. The number of mobile subscriptions per 100 people is 107, indicating that on average, each person has at least one mobile connection, with some individuals using multiple numbers. The widespread mobile communication infrastructure has led to a steady increase in mobile internet users in the country. The extensive application of 4G technology and the completion of pilot projects for transitioning to 5G (planned for 2025) aim to further enhance the speed and quality of mobile internet.

Fixed broadband internet shows that there are approximately 21 fixed broadband subscriptions per 100 people. Although this number has continued to grow in recent years, it remains below the European Union average (e.g., 35–40 subscriptions per 100 people in European countries). However, in Azerbaijan, this indicator increased by 2.5% in one year, rising from 20.9 in 2023 to 20.88. Expanding fiber-optic internet in regions and increasing investments in telecommunications infrastructure are necessary for further growth.

Azerbaijan has also made significant progress in indices evaluating the quality of digital development. The country's inclusion in the "high" category of the E-Government Development Index (EGDI) in 2022 (with an index score of 0.71) and its rise to 74th place reflect the development of digital government services. In

particular, the implementation of the "myGov" portal and the E-Government Information System has simplified access to public services, resulting in Azerbaijan being included in the highest category of the UN report for the first time. Simultaneously, the E-Participation Index (EPI) has also improved—Azerbaijan rose from 98th place in 2020 to 88th in 2022. This indicates an increase in opportunities for citizens to participate in government decision-making online (e.g., e-consultations, petitions).

Azerbaijan's position in terms of network readiness (NRI) can be considered moderate (75th place). The analysis shows that while there is progress in expanding online government services and the application of digital technologies in the business sector, improving the governance and regulatory environment is essential for the full development of the digital ecosystem. For example, steps such as refining the legal framework for startups, regulating digital trade, and aligning data protection legislation with EU standards should be prioritized in the next phase.

The analysis also examined the impact of the digital economy on macroeconomic indicators in Azerbaijan. It is noteworthy that the ICT sector's share in GDP remains relatively small—only 1.8% in 2023. However, a slow growth trend is observed (it was 1.7% in 2022). For comparison, in some countries (e.g., Ireland, Estonia, South Korea), the digital sector accounts for 5–10% of GDP. This indicates that Azerbaijan still has significant potential to leverage the digital economy. In recent years, steps have been taken to form a startup ecosystem in the country, with grants provided to startups through innovation agencies and venture financing opportunities expanded. These steps could stimulate the growth of digital businesses in the non-oil sector.

Overall, the analysis shows that Azerbaijan has positive dynamics in digitalization. Thanks to infrastructure development and the expansion of e-services, the country has improved its position in several international rankings. However, to advance further, enhancing digital skills, stimulating innovation, and aligning the education system with the demands of the new economy are of great importance. To fully realize the economic benefits of digital transformation, merely importing technologies is insufficient—it is necessary to develop a workforce capable of effectively using these technologies and an adaptive business environment.

The expansion of e-government, e-commerce, and digital services increases economic transparency, reduces transaction costs, and enables more efficient use of resources (OECD, 2020).

Important state programs related to digital transformation are being implemented in the Republic of Azerbaijan. Within the framework of the "Digital Azerbaijan" concept, steps have been taken to digitize public services, develop e-government platforms, and improve digital literacy.

Table 2. Digital Development Index for Azerbaijan (2024, DESI)

Indicator	Azerbaijan	EU average
Digital skills	59	70
ICT infrastructure	72	81
Digital government services	65	77
E-business use	54	68
Overall DESI indicator	62	74

Table 3. Regional levels of internet access and digital literacy (2024)

Region	Internet Access (%)	Digital Literacy (%)	Access to E-Services (%)
Baku	98%	85%	92%
Ganja-Gazakh	82%	63%	74%
Sheki-Zagatala	75%	59%	66%
Lankaran	68%	54%	58%
Karabakh and East Zangezur	55%	42%	47%

Source: (AzStat., 2025)

Table 4. Level of digitalization in industry and service sectors (2024)

Sector Level	Digitalization (%)
Banking	92%
Education	76%
Health	68%
Agriculture	37%
Manufacturing Industry	49%

Source: (AzStat., 2025)

As can be seen from the tables above, there are significant differences between Baku city and some regions in the field of digitalization. In particular, in the Karabakh and East Zangezur regions, the weakness of digital infrastructure is slowing economic development. Although the pace of digitalization in the education and healthcare sectors is satisfactory, this process is slow in the agricultural and industrial sectors. This difference stems from the levels of digital literacy, infrastructure and technological investment.

Although Azerbaijan has taken significant steps in e-government and infrastructure, certain gaps remain in business and technological innovation. The table below shows the spread of digitalization across sectors in the country:

Table 5. Use of Digital Technologies in Enterprises (%)

Technology	Usage (%)
ERP systems	43
CRM platforms	38
Cloud technologies	52
Big data analysis	29
Artificial intelligence	14

Source: (AzStat., 2025)

Results and Recommendations

The research concludes that the digitalization process plays a decisive role in Azerbaijan's transition to the new generation economy. The country's achievements in recent years (increased internet usage, rising e-government indices, expansion of digital services, etc.) demonstrate that with the right strategy and investments, digital transformation can significantly enhance the competitiveness of the national economy. Notably, Azerbaijan's elevation to the "very high" category in the UN EGDI index in 2022 marks a historic milestone in e-government. These successes are the result of sustained efforts in key areas of the new generation economy—access to digital infrastructure, digital skills, and e-services.

However, the research also highlights some gaps in Azerbaijan's digital economy. The ICT sector's share in GDP remains low (only 1.8%), meaning digital economic activities constitute a small portion of the overall economy. This indicates insufficient integration of digital technologies into traditional sectors. At the same time, issues such as the full formation of a startup environment and increased venture financing must be addressed to expand digital innovations. Disparities in digital skills across regions and age groups may also exist, requiring systematic and targeted policies to resolve.

In conclusion, Azerbaijan has taken significant steps toward transitioning to the new generation economy, with digitalization at the heart of this process. For continued success, a comprehensive and coordinated policy in digital transformation is essential. The development of the digital economy requires reforms not only in technology but also in institutional frameworks and human capital. If the proposed steps are implemented, Azerbaijan's economy can transform into a more resilient and dynamic "new generation" economic model in global competition.

References

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Artificial Intelligence, Automation and Work. *Journal of Economic Perspectives*, 34(4), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.34.4.3>
- Aliyev, I., & Shahverdiyeva, R. (2024). *Some Problems of the Formation of the New Generation Digital Economy*. *Informatica Economică*, 28(3), 54-62.
- Aslanova, T. T., Fatahova, N. R., & Fatahov, I. V. (2024). *Digitalization Perspectives of the Azerbaijan Economy*. *Journal of Propulsion Technology*, 45(1), 343-349.
- AzStat. (2025). *Azərbaycan Respublikasının rəqəmsal göstəriciləri*. <https://www.stat.gov.az>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- European Commission. (2024). *Digital Economy and Society Index (DESI)*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu>
- Hüseynova, A. D. (2022). *Rəqəmsal iqtisadiyyat. İzahlı lüğət*. Bakı: (608 termin, üç dildə izahlı lüğət)
- Hüseynova, A. D. (2024). *Yeni nəsil iqtisadiyyat: rəqəmsallaşma və inkişaf*. Bakı: (monoqrafiya, 349 s.) academia.edu/unec-az.academia.edu】
- IMF. (2023). *Digitalization and Economic Performance: Evidence from Global Data*. <https://www.imf.org>
- OECD. (2020). *Digital Economy Outlook*. <https://www.oecd.org/digital>
- OECD. (2020). *Digital Transformation in the Age of COVID-19*. <https://www.oecd.org>
- Portulans Institute. (2023). *Network Readiness Index 2023 – Azerbaijan Country Profile*. <https://download.networkreadinessindex.org/reports/countries/2023/azerbaijan.pdf>
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org>
- Tapscott, D. (2016). *The Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World*. Penguin.
- UN (2022). *The UN E-Government Survey 2022*.
- UNCTAD. (2021). *Digital Economy Report 2021*. United Nations. <https://unctad.org/webflyer/digital-economy-report-2021>
- WMF (2020). *From oil to algorithms: Azerbaijan's journey to digital excellence*.
- World Bank (2022). *Individuals using the Internet (% of population) – Azerbaijan*.
- World Bank. (2022). *Digital Transformation in Emerging Markets*. <https://www.worldbank.org>

INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III

Dedicated to the Year of Constitution and Sovereignty of Azerbaijan



MINISTRY OF ECONOMY
OF THE REPUBLIC
OF AZERBAIJAN



ECONOMIC
SCIENTIFIC
RESEARCH
INSTITUTE



İlgili makama;

3. Uluslararası Geri Dönüşüm Ekonomisi ve Sürdürülebilirlik Politikası Kongresi 2-3 Ekim 2025 tarihleri arasında Azerbaycan'da 13 farklı ülkenin akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre kapsamında sunumu yapılan 97 bildirinin 40 adeti Türkiye'den katılımcılar tarafından; 57 bildiri ise 12 ülkeden katılımcılar tarafından sunulmuştur. Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen *“Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarısından fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır.”* değişikliğine uygun düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla,

Prof. Dr. Şahin SADIQOV
Chairman of Economic Scientific Research Institute
CONGRESS HONORARY HEAD (Azerbaijan)

Prof. Dr. Durmuş Çağrı YILDIRIM
Tekirdağ Namık Kemal University
ORGANIZING COMMITTEE HEAD (Türkiye)



T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dekanlığı



Sayı : E-51937938-010.10-620408
Konu : INTERNATIONAL CONGRESS OF
RECYCLING ECONOMY &
SUSTAINABILITY POLICY-III
Kongresi Düzenleme Kurulu

23.07.2025

İLGİLİ MAKAMA

2-3 Ekim 2025 tarihlerinde Bakü, Azerbaycan'da düzenlenecek olan " INTERNATIONAL CONGRESS OF RECYCLING ECONOMY & SUSTAINABILITY POLICY-III" Kongresi düzenleme kuruluna aşağıda unvan ve isimleri yazılı olan öğretim elemanları görevlendirilmiştir.

Gereğini bilgilerinize arz/rica ederim.

Düzenleme Kurulu:

Prof. Dr. Durmuş Çağrı Yıldırım - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. Salih Öztürk - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof.Dr. Rasim Yılmaz - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. Seda Yıldırım - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. Ömer Esen - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye
Prof. Dr. Seda H. Bostancı - Tekirdağ Namık Kemal University, Türkiye.

Prof. Dr. Rasim YILMAZ
Dekan V.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu :BSR8L1ALRJ Pin Kodu :51282

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5767&eD=BSR8L1ALRJ&eS=620408>

Adres:Namık Kemal Mahallesi Kampüs Caddesi No:1 Süleymanpaşa / TEKİRDAĞ

Telefon:0282 250 00 00 Faks:(282) 250 9927

e-Posta:iibf@nku.edu.tr Elektronik Ağ:http://iibf.nku.edu.tr/

Bilgi için: Gökhan Akday
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni

Tel No: 0282 250 2831





**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**

MİNGƏÇEVİR DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

AZ4500, Mingəçevir şəhəri,
Dilare Əliyeva küçəsi, 21

Tel: +994 24 275 32 72, Faks: +994 24 275 32 72
e-mail: info@mdu.edu.az

№ 01-12/253

"07" İyul 2025 il.

İKSAD İnstitutuna

Hörmətli Dr. Mustafa Latif ƏMƏK,

07.07.2025-ci il aze-352 sayılı məktubunuza cavab olaraq qeyd edirik ki, 2-3 oktyabr 2025-ci il tarixlərində Bakı şəhərində Azərbaycan Respublikası İqtisadiyyat Nazirliyi, İqtisadiyyat Nazirliyinin İqtisadi Elmi Tədqiqatlar İnstitutu, Türkiyənin Təkirdağ Namiq Kamal Universiteti və İqtisadi İnkişaf və Sosial Tədqiqatlar İnstitutunun birgə təşkil etdiyi **"ULUSLARARASI GERİ DÖNÜŞÜM EKONOMİSİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK POLİTİKASI KONGRESİ-III Azərbaycan'ın Anayasa ve Egemenlik Yılına adanmış"** Beynəlxalq konfransında Mingəçevir Dövlət Universitetinin də tərəfdaş olmasından məmnun olardıq.

Konfransın üz-üzə hissəsinin ikinci gününün 3 oktyabr 2025-ci il tarixində Mingəçevir Dövlət Universitetində keçirilməsini arzu edirik.

Konfrans zamanı Mingəçevir Dövlət Universiteti lazımi işləri təşkil edəcəkdir.

Eyni zamanda konfransın təşkilat və elm komitələrində aşağıdakı şəxslərin də yer almasına qərar verilmişdir:

Dos. Anar Eminov Mingəçevir Dövlət Universitetinin rektoru – Konfransın həmsədri;

Konfransın təşkilat komitəsinin üzvləri:

Dos. Vüqar Mustafayev

Dos. Asim Məmmədov

Konfransın elm komitəsinin üzvləri:

Prof. Veysəl Əyyubov

Dos. Ceyhun Mahmudov

Dos. Nüşabə Qədimli

Dos. Emiliya Hüseynova

Dr. Vüqar Məmmədli

Hörmətlə,

Rektor

Anar Eminov

İcraçı Vüqar Mustafayev
Tel: (055) 289 12 66

000318