

# GLOBAL SUSTAINABILITY AND DEVELOPMENT CONGRESS

OCTOBER 15-16, 2025 / KAYSERİ, TÜRKİYE



## FULL TEXT BOOK

### EDITORS

Prof. Dr. Oktay ÖZKAN  
Assoc. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN



ISBN: 979-8-89695-250-3

# GLOBAL SUSTAINABILITY AND DEVELOPMENT CONGRESS

OCTOBER 15-16, 2025 / KAYSERİ, TÜRKİYE



## FULL TEXT BOOK

### EDITORS

Prof. Dr. Oktay ÖZKAN  
Assoc. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN

Copyright © Liberty

Date: **18.11.2025**

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.

adopted by Mariam Rasulan

ISBN: **979-8-89695-250-3**

# CONGRESS ID

## CONGRESS TITLE

INTERNATIONAL GLOBAL SUSTAINABILITY AND DEVELOPMENT CONGRESS

## DATE and PLACE

October 15-16, 2025 / Erciyes University, Kayseri, Türkiye

## PARTICIPATION

Invited & Oral & Poster

## ORGANIZATION

Sustainability Coordinatorship, Erciyes University  
IKSAD-Institute of Economic Development and Social Research, Türkiye

## PARTICIPANTS COUNTRY

Albania, Algeria, Argentina, Australia, Azerbaijan, Bangladesh, Bulgaria, China, Czechia, Egypt, Georgia, Hong Kong, Hungary, India, Indonesia, Iran, Kazakhstan, Kosovo, Lithuania, Malaysia, Morocco, Niger, Nigeria, Oman, Pakistan, Portugal, Romania, Russia, Saudi Arabia, Tunisia, Türkiye, TRNC, UAE, UK, Ukraine, USA, Vietnam

Number Of Accepted Papers-**274**

Number Of Rejected Papers-**47**

The number of abstracts from foreign countries-**141**

The number of abstracts from Türkiye-**133**

## EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

**Prof. Dr. Fatih ALTUN**  
Rector of Erciyes University  
HONORARY HEAD OF CONGRESS

**Prof. Dr. Oktay ÖZKAN**  
Vice Rector of Erciyes University  
HEAD OF SCIENTIFIC BOARD

**Assoc. Prof. Dr. Şükrü Taner AZGIN**  
Sustainability Coordinator of Erciyes University  
HEAD OF ORGANIZING BOARD

\*\*\*

## ORGANISING COMMITTEE MEMBERS

Prof. Dr. Afşın Alper CERİT - Erciyes University  
Assoc. Prof. Dr. Esra KIZILAY - Erciyes University  
Assoc. Prof. Dr. Meltem ŞAHİN HASSAN - Erciyes University  
Assist. Prof. Dr. Selman SEVİNDİK - Erciyes University  
Assist. Prof. Dr. Saltuk Buğra SELÇUKLU - Erciyes University  
Assist. Prof. Dr. İhsan Serkan VAROL - Erciyes University  
Assist. Prof. Dr. İbrahim UYANIK - Erciyes University  
Assist. Prof. Dr. Dilşad ÖZTÜRK - Erciyes University  
Lect. Dr. Onur TOPRAK - Erciyes University  
Lect. Berna AKIN - Erciyes University  
Res. Assist. Dr. Merve ÇAPAŞ - Erciyes University  
Res. Assist. Dr. Gözde KESELLİOĞLU - Erciyes University  
Res. Assist. Mehmet Emin AYKURT - Erciyes University  
Res. Assist. Meltem ULU - Erciyes University  
Melike YAZMAN - Erciyes University

## SCIENTIFIC BOARD MEMBERS

- Prof. Dr. Ahmet Alper ÖNER - Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. C. VIJAI - Vel Tech University, India  
Prof. Dr. Celal ÖZTÜRK - Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Demet ÜNALAN - Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Ece Ümmü DEVECİ - Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye  
Prof. Dr. Esra YÜKSEL AÇI - Marmara University, Türkiye  
Prof. Dr. Gamze GENÇ - Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Gaye TEKGÖZ - Middle East Technical University, Türkiye  
Prof. Dr. Gökmen ZARARSIZ - Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Halil TEKİNER - Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Karrar Abdulalah ALKHALDY - University of Kufa, Iraq  
Prof. Dr. Muralidhar MANAPURAM - Northeastern Regional Institute of Science and Technology, India  
Prof. Dr. Mustafa Serdar ÖNSEZ - Erciyes University, Türkiye  
Prof. Dr. Roguai SABRINA - University of Abbés Laghrour, Khenchela, Algeria  
Prof. Dr. Sevgi DEMİREL - Niğde Ömer Halisdemir University, Türkiye  
Prof. Dr. Yasmina Kerboua Ziari - University of Sciences and Technology Houari Boumediene, Algeria  
Prof. Dr. Zülal KESMEN - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Ahmed SHAWKY - Central Metallurgical R & D Institute, Egypt  
Assoc. Prof. Dr. Börte KÖZE MUTLU - Istanbul Technical University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Burcu SALGIN - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Emrah TIRAŞ - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Hamdi MIHÇİOKUR - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Meltem ŞAHİN HASSAN - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. NEHA - Swami Vivekanand Subharti University, India  
Assoc. Prof. Dr. Orhan KEKİLKÇİOĞLU - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Özhan ŞİMŞEK - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Savaş BAYRAM - Erciyes University, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr. Swarupa Rani GURRAM - Vikas College of Pharmaceutical Sciences, India  
Assoc. Prof. Dr. Ümit Haluk ATASEVER - Erciyes University, Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Amritha LJ - Sri Ramachandra Institute of Higher Education and Research (SRIHER), India  
Assist. Prof. Dr. Demet Hayriye ÖZALTUN - Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Fulya SINACI ÖZFINDIK - Erciyes University, Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Hüseyin İLTER - Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye  
Assist. Prof. Dr. Pawan KUMAR - SRM University, India  
Assist. Prof. Dr. Selman SEVİNDİK - Erciyes University, Türkiye  
Lect. Dr. Ramona BIRAU - Constantin Brancusi University of Targu Jiu, Romania  
Dr. Aderinsola E. KAYODE - Durban University of Technology, South Africa & Trinity University, Nigeria  
Dr. Fatma ŞENER FİDAN - Abdullah Gül University, Türkiye  
Dr. Kamaljit SINGH - SRM University, India  
Dr. Sándor FÖLDVÁRI - Debrecen University, Hungary  
Dr. Tarik TOUISS - Mohammed Premier University, Morocco

| Author                                                                                             | Author                                                                                                                                 | Page No |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Veysel KARAGÖL</b><br><b>Ayşegül ŞAHİN</b>                                                      | FROM SUSTAINABILITY RISKS TO FOOD PRICE SHOCKS: THE ROLE OF ESG-BASED SUSTAINABILITY UNCERTAINTY                                       | 1       |
| <b>Öznur Begüm GÖKÇEK</b><br><b>Arife Gözde AKAN</b><br><b>Sevgi DEMİREL</b>                       | INTEGRATED SUSTAINABILITY STRATEGIES IN INDUSTRY                                                                                       | 2       |
| <b>Seçil YILDIZ</b>                                                                                | THE IMPACT OF CBAM ON GLOBAL GREEN TRANSITION: A SUSTAINABILITY ANALYSIS OF THE AGRICULTURAL SECTOR THROUGH THE GTAP-E MODEL           | 16      |
| <b>Sadettin PAKSOY</b>                                                                             | THE EFFECTS OF THE CLIMATE BULLWHIP ON THE AGRICULTURAL SECTOR                                                                         | 30      |
| <b>Elif ÖZKOÇ</b>                                                                                  | RESILIENCE, EU ENLARGEMENT PROCESS AND UKRAINE: THE EFFECT OF GEOPOLITICAL SHIFT IN EU EXTERNAL POLICY                                 | 36      |
| <b>Betül İÇELLİOĞLU</b><br><b>Şaban UZAY</b>                                                       | THE ROLE OF INTERNAL AUDIT IN SUSTAINABILITY REPORTING AND ASSURANCE AUDITING                                                          | 42      |
| <b>İbrahim UYANIK</b><br><b>Alper SOLMAZ</b>                                                       | SUSTAINABLE WASTEWATER FILTRATION: GRAVITY-DRIVEN DYNAMIC MEMBRANE FOR THE EFFLUENTS OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS                    | 52      |
| <b>Mehmet Can ŞENEL</b><br><b>Nesrin KAYATAŞ DEMİR</b>                                             | ALBEDO EFFECT OF DIFFERENT GROUND CONDITIONS AND PERFORMANCE ANALYSIS IN PHOTOVOLTAIC SYSTEMS                                          | 57      |
| <b>Serap BOLAYIR</b><br><b>Nevzat BALIKÇIOĞLU</b>                                                  | LIFE BELOW WATER GOAL and the CONCEPT of BLUE ECONOMY                                                                                  | 67      |
| <b>Öznur Begüm GÖKÇEK</b><br><b>Arife Gözde AKAN</b><br><b>Sevgi DEMİREL</b>                       | CARBON FOOTPRINT MANAGEMENT IN CLIMATE CHANGE ADAPTATION STRATEGIES                                                                    | 72      |
| <b>Berra Nur TUNÇ</b><br><b>Selver GÜNGÖR</b><br><b>Erkan BEŞDOK</b><br><b>Ümit Haluk ATAŞEVER</b> | ERCNET: A NEW SHALLOW NETWORK FOR WATER BODY SEGMENTATION FROM SATELLITE IMAGERY                                                       | 80      |
| <b>Esmâ KARAKOYUN YAŞAR</b><br><b>Z. Özlem PARLAK BİÇER</b>                                        | THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN BIBLIOMETRIC META-ANALYSIS IN THE FIELD OF SUSTAINABLE CONSTRUCTION MANAGEMENT: QWEN3- MAX | 88      |
| <b>Çağlar TABAK</b><br><b>Nehir YILDIRIM</b><br><b>Zehra Bahar ÇİÇEK</b>                           | RISK MAPPING, TECHNOLOGY, AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN WILDFIRE MANAGEMENT: CASES FROM TÜRKİYE AND THE WORLD            | 99      |
| <b>Fikriye Ceren BOSTANCI</b><br><b>Selçuk KOÇ</b>                                                 | AN ECONOMETRIC ANALYSIS OF THE IMPACT OF RENEWABLE ENERGY USE AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT ON CO2 EMISSIONS                | 118     |
| <b>Selçuk KOÇ</b><br><b>Fikriye Ceren BOSTANCI</b>                                                 | ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CO <sub>2</sub> EMISSIONS AND HUMAN DEVELOPMENT USING NON-LINEAR METHODS                          | 128     |
| <b>Ece BOZ</b><br><b>Mazlum AR</b>                                                                 | THE IMPACT OF VERTICAL URBANIZATION ON SOCIO-SPATIAL LIFE IN TURKEY                                                                    | 136     |
| <b>Çağlar TABAK</b><br><b>Zehra Bahar ÇİÇEK</b><br><b>Nehir YILDIRIM</b>                           | THE EFFECTS OF INTERNAL MIGRATION DYNAMICS ON URBANIZATION AND SOCIO- ECONOMIC DEVELOPMENT IN TURKEY                                   | 146     |
| <b>Elif ÜZEL</b><br><b>Seda ÇOLAK</b>                                                              | A BIBLIOMETRIC STUDY ON GREEN AIRPORT PRACTICES WITHIN THE SCOPE OF SUSTAINABILITY                                                     | 167     |
| <b>Nurcan VARİYENLİ</b><br><b>Mustafa METİN</b>                                                    | A SYSTEMATIC ANALYSIS OF PERMACULTURE AND SUSTAINABLE AGRICULTURE PRACTICES                                                            | 175     |
| <b>Nurcan VARİYENLİ</b><br><b>Mustafa METİN</b>                                                    | CONTENT ANALYSIS OF ATTITUDE AND AWARENESS STUDIES TOWARDS SUSTAINABLE DEVELOPMENT                                                     | 186     |

|                                                                            |                                                                                                                                                                                                   |     |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Berkan KAHVECİOĞLU<br/>Semra ARSLAN SELÇUK</b>                          | "BARRIER-FREE CAMPUS" APPROACH FOR SUSTAINABLE AND ACCESSIBLE UNIVERSITY CAMPUSES: THE CASE OF ERCİYES UNIVERSITY                                                                                 | 194 |
| <b>Meltem ULU<br/>Sevde GÜNER</b>                                          | ENHANCING SUSTAINABILITY AWARENESS THROUGH GAMIFICATION ON THE ERCİYES UNIVERSITY CAMPUS: A CONCEPTUAL APPROACH BASED ON UI GREENMETRIC CRITERIA                                                  | 204 |
| <b>Tülin FİLİK<br/>Demet ÜNALAN</b>                                        | FACTORS AFFECTING THE DISASTER RISK PERCEPTION OF THE DENTISTRY PRACTICE AND RESEARCH CENTER EMPLOYEES                                                                                            | 213 |
| <b>Fatih TORUNOĞLU<br/>Mert Can YALÇIN<br/>Hamdi YAPICI<br/>Fatma OĞUZ</b> | USABILITY OF WASTE IN CERAMIC SANITARYWARE PROCESSES                                                                                                                                              | 221 |
| <b>Fatih TAT<br/>Fatih TORUNOĞLU<br/>Mehmet GÖKALP</b>                     | INVESTIGATION OF THE USABILITY OF CERAMIC WASTES AS ALTERNATIVE RAW MATERIALS IN SSG PRODUCTION: CHARACTERIZATION TECHNIQUES                                                                      | 234 |
| <b>Hatice BERAT ORHAN<br/>Nadide Şevil TÜLÜCE</b>                          | THE IMPACT OF FAST FASHION ON ECOLOGICAL BALANCE AND HEALTH                                                                                                                                       | 242 |
| <b>Ayşe Nur DAYDAŞ BAŞKAN<br/>Ahmet Semih KIŞLA</b>                        | THE CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT OF ROLLING MILL ROLLS MANUFACTURED BY CASTING METHOD                                                                                                              | 255 |
| <b>Ağustos GERÇE</b>                                                       | REFLECTION OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY-THEMED ADVERTISEMENTS ON CONSUMER DECISION-MAKING PROCESSES                                                                                            | 261 |
| <b>Mehmet Kaan ÖNEM</b>                                                    | NATO'S ENVIRONMENTAL SECURITY APPROACH                                                                                                                                                            | 268 |
| <b>Çiğdem TUĞAÇ</b>                                                        | AN ASSESSMENT OF THE CONTRIBUTIONS OF SMART CITY APPLICATIONS TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS                                                                                                | 275 |
| <b>Tuna BATUHAN</b>                                                        | SUSTAINABILITY REPORTING IN UNIVERSITIES: A GOVERNANCE-ORIENTED EVALUATION                                                                                                                        | 291 |
| <b>Tuna BATUHAN</b>                                                        | WHAT SHOULD SUSTAINABILITY MEAN FOR UNIVERSITIES? RETHINKING BEYOND GLOBAL INDICATORS                                                                                                             | 298 |
| <b>Pınar KARAMAN YALÇIN</b>                                                | SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND FOOD SOVEREIGNTY: A COMMON ROADMAP AGAINST CLIMATE CHANGE                                                                                                       | 305 |
| <b>Cemre Edip YALÇIN</b>                                                   | THE RIGHT TO A HEALTHY ENVIRONMENT AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A COMPLEMENTARY RELATIONSHIP BETWEEN LAW AND POLICY                                                                               | 313 |
| <b>Şükrü ÇİFTÇİ</b>                                                        | ECOLOGICAL CITIZENSHIP BEYOND LIBERAL AND REPUBLICAN MODELS                                                                                                                                       | 324 |
| <b>Huriye Simten SÜTÜNÇ</b>                                                | AI AND SMART TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE CAMPUS TRANSFORMATION: A ROADMAP FOR SIIRT UNIVERSITY                                                                                                   | 333 |
| <b>Tuğba HAŞAL<br/>Nilüfer TAŞ<br/>Murat TAŞ</b>                           | THE IMPACTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES AND INNOVATIVE WATER MANAGEMENT SOLUTIONS IN BUILDINGS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: APPLICATION EXAMPLES FROM TURKEY AND AROUND THE WORLD | 342 |
| <b>Merve TUNA KAYILI</b>                                                   | THE IMPACT OF THE EU'S DIGITAL PRODUCT PASSPORT ON CONSTRUCTION MATERIALS: TRANSPARENCY, TRACEABILITY, AND COMPETITIVE ADVANTAGES                                                                 | 355 |
| <b>Merve TUNA KAYILI</b>                                                   | POLICY APPROACHES IN CITIES AND THE CONSTRUCTION SECTOR WITHIN THE FRAMEWORK OF CIRCULARITY INDICATORS: LESSONS FROM THE EU FOR TURKEY                                                            | 360 |

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                            |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Chukwuemeka G. Eme</b>                                                                                                                         | KNOWLEDGE MANAGEMENT AND ITS IMPORTANCE IN NIGERIA'S PUBLIC AND PRIVATE BUSINESS ENTERPRISES                                                               | 365 |
| <b>Chukwuemeka G. Eme</b>                                                                                                                         | GLOBALIZATION OF ECONOMIES AND THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THREE SELECTED EURO-DOLLAR COUNTRIES                                                         | 376 |
| <b>Sani Abdullahi Sule</b>                                                                                                                        | THE ROLE OF AI IN SHAPING DECENTRALIZED FINANCIAL PRODUCTS: IMPLICATIONS FOR GLOBAL ECONOMIC INEQUALITY                                                    | 394 |
| <b>Nguyen Thi Huynh Phuong<br/>Nguyen Thi Be Ba<br/>Ly My Tien<br/>Le Thi To Quyen<br/>Nguyen Thi Hong Ngan</b>                                   | DRIVERS OF ECOTOURISM DEVELOPMENT IN TAY NINH PROVINCE, VIETNAM                                                                                            | 403 |
| <b>Oyewole Oluwaseun</b>                                                                                                                          | INTEGRATING SUSTAINABILITY INTO ECONOMICS EDUCATION: PREPARING LEARNERS FOR INCLUSIVE GROWTH AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT                                   | 414 |
| <b>Le Tran Thanh LIEM<br/>Bui Thi Bich LIEN<br/>Pham Ngoc NHAN<br/>Nguyen Thi Kim PHUOC</b>                                                       | TRENDS IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT EDUCATION IN ASIAN UNIVERSITIES: A COMPARATIVE PERSPECTIVE AND RECOMMENDATIONS FOR VIETNAM                               | 418 |
| <b>Yusthina Hardiyati Ndolu</b>                                                                                                                   | SUSTAINABLE EDUCATION AS A TRANSFORMATIVE PLATFORM: BUILDING AWARENESS AND CAPABILITIES FOR A SUSTAINABLE WORLD                                            | 429 |
| <b>Suna MUĞAN ERTUĞRAL<br/>Metin TOPRAK<br/>Reza BEHJATI<br/>İhsan KURAN</b>                                                                      | ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SUMMER POPULATION AND TOURISM ON THE MARMARA SEA: A DEMATEL ANALYSIS                                                              | 435 |
| <b>Suna MUĞAN ERTUĞRAL<br/>Metin TOPRAK<br/>Reza BEHJATI<br/>İhsan KURAN</b>                                                                      | AGGLOMERATION PARTNERSHIPS IN STRENGTHENING SUSTAINABLE LOCAL ECONOMIES: THE CASE OF ARDAHAN PROVINCE                                                      | 451 |
| <b>Semin TOPALOĞLU PAKSOY<br/>Emine Kokaçya DUVAN</b>                                                                                             | SUSTAINABLE AGRICULTURAL POLICIES AND FOOD SECURITY: TÜRKİYE'S HARMONIZATION PROCESS WITH THE EU GREEN DEAL                                                | 465 |
| <b>Melike DEMİRCİ DOĞAN<br/>Cansu BOZKURT<br/>Mahmut FIRAT</b>                                                                                    | ASSESSMENT OF ALTERNATIVE WATER RESOURCES IN MALATYA PROVINCE USING THE ENTROPY-BASED VIKOR APPROACH                                                       | 481 |
| <b>Furkan GÜNGÖR<br/>Cansu BOZKURT<br/>Mahmut FIRAT</b>                                                                                           | EVALUATION OF WATER CONSUMPTION ANALYSIS AND MONITORING INDEX FOR SUSTAINABLE WATER MANAGEMENT IN SCHOOLS WITH FUCOM WEIGHTING METHOD                      | 497 |
| <b>Ömer Faruk KURANLI<br/>Aygül Zara KEBİR<br/>Mücteba UYSAL</b>                                                                                  | OPTIMIZING ACTIVATOR RATIO THROUGH FRESH STATE, BUILDABILITY AND STRENGTH TESTS IN GEOPOLYMER MIXTURES FOR 3D PRINTING                                     | 507 |
| <b>Afaq AHMAD<br/>M. Mohammed Sabir HUSSAIN<br/>Naga Venkata RAMAKRIHNA G<br/>Alex SAVARIYAR<br/>Karimulla Syed MOHAMMAD<br/>Rajeev RAJENDRAN</b> | ROBOTICS AND EMERGING INNOVATIONS FOR SUSTAINABILITY                                                                                                       | 514 |
| <b>Afaq AHMAD<br/>Mohammad Sultan Ahmad<br/>ANSARI<br/>Umar AHMED<br/>Basant KUMAR<br/>Nassor Suleiman Nasser AL<br/>JAHWARI</b>                  | REDESIGNING ECONOMIC GROWTH MODEL: THE CIRCULAR ECONOMY GROWTH MODEL – A FRAMEWORK TO COPE WITH CHALLENGES IN MEETING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs) | 520 |

|                                                                                           |                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Reena ABRAHAM</b>                                                                      |                                                                                                                                       |     |
| <b>Sándor FÖLDVÁRI</b>                                                                    | GAS UNDER THE BLACK SEA IN UKRAINIAN MARITIME TERRITORIES AND ITS SIGNIFICANCE IN THE ASPECT OF TÜRKİYE'S ROLE IN PEACEBUILDING       | 525 |
| <b>Selviqe Lajqi<br/>Soreja Adzajlic<br/>Kushtrim Agaj</b>                                | GREEN TRAVEL – SUSTAINABLE TRANSPORT IN TOURISM                                                                                       | 539 |
| <b>Udoeye, Charles Ekene</b>                                                              | SUSTAINABLE ODOUR CONTROL MEASURES AMONG POULTRY FARMERS IN ENUGU EAST SENATORIAL ZONE, ENUGU STATE, NIGERIA                          | 547 |
| <b>Bashir, M.B<br/>Mukhtar, Y.<br/>Garba M.S<br/>Lukman, A<br/>Isah, S.</b>               | AGRICULTURAL EXTENSION AND SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT: A REVIEW OF CONSERVATION PRACTICES AMONG SMALLHOLDER MAIZE FARMERS IN NIGERIA | 552 |
| <b>Ahmed Attahiru</b>                                                                     | SUSTAINABLE FOOD SYSTEMS AND NUTRITION SECURITY                                                                                       | 558 |
| <b>Ahmed Attahiru<br/>Abubakar Umar Birnin-Yauri</b>                                      | CLIMATE CHANGE MITIGATION AND ADAPTATION STRATEGIES                                                                                   | 564 |
| <b>Mir-Hassan MOOSAVY</b>                                                                 | PRACTICAL PATHWAYS TO SUSTAINABILITY IN THE FOOD INDUSTRY: WASTE VALORIZATION, SMART TECHNOLOGIES, AND NOVEL PROTEIN SOURCES          | 569 |
| <b>Deniz ÖZYAKIŞIR</b>                                                                    | THE RELATIONSHIP BETWEEN MIGRATION AND REGIONAL DEVELOPMENT: A THEORETICAL ASSESSMENT IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS | 576 |
| <b>Demet Ülkü GÜLPINAR SEKBAN<br/>Makbulenur ONUR</b>                                     | KARADENİZ TECHNICAL UNIVERSITY WITHIN THE FRAMEWORK OF SUSTAINABLE GREEN CAMPUSES                                                     | 583 |
| <b>Demet Ülkü GÜLPINAR SEKBAN<br/>Makbulenur ONUR</b>                                     | DESIGNING CHILDREN'S PLAYGROUND WITH SUSTAINABLE MATERIALS                                                                            | 590 |
| <b>Ali EFE<br/>Ayşe ÖZTÜRK PULATOĞLU</b>                                                  | WOODY FLORA OF KASTAMONU UNIVERSITY: INSIGHTS FOR SUSTAINABLE AND CLIMATE-RESPONSIVE GREEN SPACES                                     | 597 |
| <b>Aybüke Özge BOZ DEMİR<br/>İdil DAL</b>                                                 | THE RELATIONSHIP BETWEEN ACCESSIBILITY TO URBAN GREEN SPACES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: THE CASE OF BARTIN CITY CENTER        | 604 |
| <b>Gamze PEKBEY</b>                                                                       | WASTE MANAGEMENT AND BIOECONOMY: THE EXAMPLE OF THE BLACK SOLDIER FLY (HERMETIA ILLUCENS L.)                                          | 613 |
| <b>Gamze PEKBEY</b>                                                                       | DIPTERA (INSECTA) RESEARCH AND ITS CONTRIBUTIONS TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS                                                     | 632 |
| <b>İlknur ESKİMEZ<br/>Mehmet POLAT<br/>Kerem MERTOĞLU</b>                                 | BIOCHEMICAL CHANGES IN FRUITS DURING THE DEVELOPMENTAL PERIOD                                                                         | 645 |
| <b>İlknur ESKİMEZ<br/>Kerem MERTOĞLU<br/>Mehmet POLAT</b>                                 | MECHANISMS OF COLOR CHANGE IN FRUITS                                                                                                  | 654 |
| <b>Lamyae Nachif<br/>Nada MOUFDI</b>                                                      | ENTREPRENEURIAL RESILIENCE AND GLOBAL MARKET EXPANSION: MANAGERIAL STRATEGIES FOR INTERNATIONAL GROWTH                                | 667 |
| <b>Shiv Kumar</b>                                                                         | ECONOMIC IMPACT OF MAJOR SPORTING EVENTS ON HOST CITIES: EVIDENCE FROM GLOBAL CASE STUDIES (2000–2024)                                | 680 |
| <b>Ebenezer Akinniyi AKINYEMI<br/>Dolapo Peace ABIOLA<br/>Abdulwasiiu Adeniyi ADEWOLE</b> | THE IMPACT OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON ECONOMIC DEVELOPMENT IN NIGERIA: 1995-2024.                                                | 683 |
| <b>Virág Zábó<br/>Andrea Lehoczki<br/>Mónika Fekete</b>                                   | THE IMPACT OF THE MIND DIET ON MORTALITY, CHRONIC DISEASES, AND MENTAL HEALTH:                                                        | 697 |

|                                                                                                                                               |                                                                                                                                                      |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|                                                                                                                                               | COMPREHENSIVE EVIDENCE FROM DIVERSE POPULATIONS                                                                                                      |     |
| <b>Rovena ELMAZI<br/>Elton SPAHIU<br/>Anduela LILE<br/>Entela KUSHTA<br/>Surven METOLLI</b>                                                   | ANALYSIS OF INCLUSION AND SUSTAINABILITY POLICIES IN SPORT FOR PEOPLE WITH DISABILITIES IN ALBANIA                                                   | 703 |
| <b>Payam Tarighi<br/>Ali Akbary</b>                                                                                                           | REVOLUTIONIZING CONSTRUCTION: EMERGING MATERIALS AND THEIR ROLE IN SUSTAINABLE DEVELOPMENT                                                           | 714 |
| <b>Tolga ERKAN</b>                                                                                                                            | IMPLEMENTING BIODIVERSITY IN URBAN PROJECTS                                                                                                          | 722 |
| <b>Tolga ERKAN</b>                                                                                                                            | SPATIAL AND TEMPORAL PERSPECTIVES ON URBAN BIODIVERSITY                                                                                              | 728 |
| <b>Elif YILMAZ<br/>Ebru ÖZGEN</b>                                                                                                             | THE NECESSITY OF PUBLIC RELATIONS IN THE SUSTAINABILITY COMMUNICATION PROCESS AND SOCIAL IMPACT ANALYSIS                                             | 736 |
| <b>Ebru ÖZGEN<br/>Özgenur Reyhan GÜLER</b>                                                                                                    | SUSTAINABILITY DISCOURSES FROM AN ECOFEMINIST PERSPECTIVE: A CRITICAL ANALYSIS OF COMMUNICATION STRATEGIES                                           | 741 |
| <b>Kadir ÇALIŞKAN</b>                                                                                                                         | WEB-BASED SUSTAINABILITY COMMUNICATION OF REGIONAL DEVELOPMENT-ORIENTED UNIVERSITIES: A CONTENT ANALYSIS OF UI GREENMETRIC PARTICIPANTS FROM TÜRKİYE | 753 |
| <b>Sakine SİNCER</b>                                                                                                                          | SUSTAINABLE DIGITALIZATION IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS: OPPORTUNITIES, CHALLENGES AND POLICY DIRECTIONS                                              | 765 |
| <b>Ebru KILIÇ BAKIRHAN</b>                                                                                                                    | WASTE-BASED BUILDING MATERIALS AND INDOOR AIR QUALITY: RISKS, POTENTIALS AND GAPS                                                                    | 771 |
| <b>Ebru KILIÇ BAKIRHAN</b>                                                                                                                    | A SYSTEMATIC REVIEW ON INDOOR AIR QUALITY IN PASSIVE BUILDINGS                                                                                       | 779 |
| <b>Bilgehan BAKIRHAN</b>                                                                                                                      | COMMUNITY-CENTRED FIRE RISK MANAGEMENT APPROACH FROM A SOCIAL SUSTAINABILITY PERSPECTIVE                                                             | 786 |
| <b>Merve SARIGÖK<br/>Nilay COŞGUN</b>                                                                                                         | AN ANALYSIS OF LEAN PRODUCTION PRINCIPLES IN THE HOUSING SECTOR: THE CASE OF TOKİ HOUSING                                                            | 794 |
| <b>Pınar ÖZTÜRK DEMİRTAŞ<br/>Çınar NARTER</b>                                                                                                 | METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE USE OF BIOMATERIALS IN PRODUCT DESIGN FROM A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE                                             | 805 |
| <b>Sushovan KHATUA<br/>Atabek MOVLYANOV</b>                                                                                                   | INTEGRATING RENEWABLE ENERGY WITH INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT: AN ENHANCED FRAMEWORK WITH STATISTICAL VALIDATION  | 814 |
| <b>Opeyemi A. Olusola<br/>Olusegun A. Olaiju<br/>Ephesus O. Fatunmbi</b>                                                                      | PERFORMANCE AND BENEFITS OF HYBRID SYSTEMS COMBINING SOLAR ENERGY WITH RENEWABLE AND CONVENTIONAL SOURCES                                            | 819 |
| <b>Amadi Oko Amadi<br/>ifeanyi Moses Iwueze<br/>Okwa Eyare Nola<br/>Ahmed Enesi Abdulrahman<br/>Idiong Ubong Asuquo<br/>Osita Ngozika Ann</b> | SMART GRIDS WITH EDGE-AI FOR SUSTAINABLE ENERGY MANAGEMENT                                                                                           | 836 |
| <b>Ali M. Eltamaly<br/>Amer Nasr A. Elghaffar</b>                                                                                             | SMART METERING FOR ENHANCING ENERGY EFFICIENCY AND CONSUMER AWARENESS                                                                                | 842 |
| <b>Pedro Miguel Domingos Duarte<br/>de Oliveira</b>                                                                                           | SOCIAL AND SOLIDARITY ECONOMY IN THE DIGITAL AGE: ECONOMIC COMPETITIVENESS AND KNOWLEDGE-BASED DEVELOPMENT                                           | 847 |
| <b>Iva SULAJ</b>                                                                                                                              | GREEN FINANCE AND SUSTAINABLE INVESTMENT IN ALBANIA. OPPORTUNITIES FOR ECONOMIC GROWTH AND ENVIRONMENTAL IMPACT                                      | 851 |
| <b>Ibrahim WAGANI<br/>Diane Lydie HOUNKPE LAURENT</b>                                                                                         | INVESTIGATING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF URANIUM ORE EXTRACTION IN NIGER                                                                            | 858 |

|                                                                                             |                                                                                                                                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Mamta Chhabra Sharma<br/>Sandeep Kumar Sharma 2</b>                                      | SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: INITIATIVES TAKEN TO FIGHT ENVIRONMENTAL POLLUTION BY REDUCING CARBON FOOTPRINTS                 | 865  |
| <b>Humayra Kabir<br/>Rubina Akter<br/>Masum billah</b>                                      | FROM DEBT CYCLES TO SUSTAINABLE LIVELIHOODS: A PARADIGM SHIFT MODEL OF MICRO-INDUSTRIES THROUGH WASTE UTILIZATION IN BANGLADESH | 873  |
| <b>Frida Gjermeni</b>                                                                       | DESIGN OF IOT-ENABLED SMART CLASSROOMS FOR NEXT-GENERATION LEARNING ENVIRONMENTS                                                | 898  |
| <b>Rumeysa GEVHER TOKDEMİR<br/>Ömer AKKAYA</b>                                              | SUSTAINABLE DEVELOPMENT TO CIRCULAR ECONOMY: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH EVOLUTION, TRENDS AND FUTURE DIRECTIONS        | 902  |
| <b>Burhan KAYIRAN<br/>Abdullah AÇIK</b>                                                     | MARITIME CONNECTIVITY AND ENVIRONMENTAL EFFICIENCY: AN ARDL ANALYSIS FOR TÜRKİYE                                                | 917  |
| <b>Sertan AVCI<br/>Belgin ÇAKMAK</b>                                                        | A REVIEW OF WATER QUALITY MONITORING IN TURKEY HISTORICAL TRENDS, CURRENT PRACTICES, AND FUTURE PERSPECTIVES                    | 925  |
| <b>Belgin ÇAKMAK<br/>Sertan AVCI</b>                                                        | A NEW APPROACH TO INCREASE WATER EFFICIENCY IN AGRICULTURE                                                                      | 934  |
| <b>Gülçin DEMİREL BAYIK</b>                                                                 | SUSTAINABILITY IN HIGHER EDUCATION: CARBON FOOTPRINT REPORTING AND MANAGEMENT ON UNIVERSITY CAMPUSES                            | 952  |
| <b>Suat ÇETİNER<br/>Şeyma KANARA</b>                                                        | GREEN TRANSFORMATION IN WEARABLE TECHNOLOGIES: SUSTAINABLE SMART TEXTILES                                                       | 958  |
| <b>Merve SİPAHİ</b>                                                                         | SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND CLIMATE POLICIES IN LOCAL GOVERNMENTS: A PARTICIPATORY APPROACH                               | 962  |
| <b>Fatmira PRODANI</b>                                                                      | ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SMARTER LOGISTICS IN ALBANIA: A QUALITATIVE EXPLORATION                                             | 972  |
| <b>Şükrü BEŞTAŞ<br/>Fatih BAYRAK<br/>Fevzi HANSU</b>                                        | BIBLIOMETRIC MAPPING OF ELECTRIC VEHICLE BATTERY THERMAL MANAGEMENT AND COOLING TECHNOLOGIES: TRENDS AND FUTURE DIRECTIONS      | 981  |
| <b>Idris Shamsuddeen</b>                                                                    | ECONOMIC FRONTIERS OF THE HERBAL-PRODUCTS MARKET: HEALTH, TRADE, AND SUSTAINABILITY                                             | 989  |
| <b>James Essien Akpan</b>                                                                   | EXCHANGE RATE VOLATILITY, THE BANE OF NIGERIA INDUSTRIAL PRODUCTIVITY                                                           | 992  |
| <b>Maldynova Aizhana<br/>Mussabalina Dinara<br/>Nazgul AIDARGALIYEVA<br/>Nuraly Akniyet</b> | ECONOMICS OF SUSTAINABLE RISK MANAGEMENT IN MINING COMPANIES IN KAZAKHSTAN                                                      | 1001 |
| <b>Rindy Dwi LADISTA<br/>Maya Aulia SAPUTRI</b>                                             | FACTORS INFLUENCING CARBON EMISSION DISCLOSURE IN INDONESIAN SHARIA BANKS                                                       | 1005 |
| <b>Le Tran Thanh LIEM<br/>Bui Thi Bích LIEN<br/>Pham Ngoc NHAN<br/>Nguyen Thi Kim PHUOC</b> | ENERGY CONSUMPTION IN HOUSEHOLD AND AGRICULTURAL PRODUCTION OF RURAL HOUSEHOLDS IN SOUTHEAST ASIAN COUNTRIES                    | 1013 |
| <b>Emel ÇOLAK</b>                                                                           | NEUROPROTECTIVE EFFECTS OF MESENCHYMAL STEM CELL-DERIVED EXOSOMES                                                               | 1023 |

## MARMARA DENİZİ KIYILARINDA YAZLIK NÜFUS VE TURİZMİN ÇEVRESEL ETKİLERİ: DEMATEL ANALİZİ

**Suna MUĞAN ERTUĞRAL**

Assoc. Prof. Dr., Istanbul University, Faculty of Economics, Department of Economics, Istanbul-Türkiye, (Responsible Author), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9872-3941>

**Metin TOPRAK**

Prof. Dr. Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Business and Management, Department of Economics, Istanbul-Türkiye, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9217-6318>

**Reza BEHJATI**

Dr. Istanbul University, Institute of Social Sciences, Department of Economics, Istanbul-Türkiye, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5509-7650>

**İhsan KURAN**

Assoc. Prof. Dr., Harran University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Economics, Şanlıurfa-Türkiye, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7775-6226>

### ÖZET

Marmara Denizi, Türkiye'nin iç denizi olmasının yanı sıra, Karadeniz ile Ege Denizi arasında geçiş alanı oluşturan stratejik bir konuma sahiptir. İstanbul, Bursa, Kocaeli ve Tekirdağ gibi büyük metropol alanlarının yanı sıra, kıyı şeridi boyunca yoğunlaşan turizm faaliyetleri ve mevsimlik konut yerleşimleri, bölgenin demografik yapısını mevsimsel olarak önemli ölçüde değiştirmektedir. Özellikle yaz aylarında nüfusun birkaç kat artması, mevcut altyapı kapasitesi üzerinde ciddi bir baskı oluşturmakta ve atık su yönetiminde önemli sorunlara yol açmaktadır. Mevsimsel nüfus artışı, turizm yatırımları ve buna bağlı tüketim kalıplarıyla birlikte, Marmara Denizi ekosistemine binen kirlilik yükünü artırmakta; özellikle organik madde, azot ve fosfor girdilerinin yükselmesi, su kalitesinin bozulmasına ve ötrofikasyon riskinin artmasına neden olmaktadır. 2021 yılında yaşanan müsilaj krizi, bu kirlilik yüklerinin ekolojik sonuçlarının ne denli yıkıcı olabileceğini açık biçimde göstermiştir. Bu bağlamda, Marmara Denizi kıyılarında mevsimsel nüfus yoğunlaşması ve turizm faaliyetlerinin çevresel etkilerini anlamak, sürdürülebilir atık su yönetimi politikaları geliştirmek ve deniz ekosisteminin korunmasına yönelik önlemleri tartışmak kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, Marmara Denizi kıyılarında mevsimsel nüfus artışı ve turizm faaliyetlerinin atık su yönetimi ile su kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek, mevcut sorunları bilimsel bir bakış açısıyla değerlendirmek ve sürdürülebilir çözüm önerileri sunmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Mevsimsel Nüfus Artışı, Turizm Gelişimi, Atık Su Yönetimi, Su Kalitesi Bozulması, Deniz Ekosistemi Sürdürülebilirliği.

### ENVIRONMENTAL IMPACTS OF SUMMER POPULATION AND TOURISM ON THE MARMARA SEA: A DEMATEL ANALYSIS

### ABSTRACT

The Sea of Marmara, in addition to being Türkiye's inland sea, occupies a strategic position as a transitional zone between the Black Sea and the Aegean Sea. Alongside major metropolitan areas such as Istanbul, Bursa, Kocaeli, and Tekirdag, the concentration of tourism activities and seasonal housing settlements along the coastline significantly alters the region's demographic dynamics on a seasonal basis. In particular, the several-fold increase in population during the summer months places considerable pressure on existing infrastructure capacity and creates serious challenges for wastewater management. Seasonal population surges, coupled with tourism investments and related consumption patterns, increase the pollution load on the ecosystem of the Sea

of Marmara; in particular, elevated inputs of organic matter, nitrogen, and phosphorus contribute to water quality degradation and heighten the risk of eutrophication. The mucilage crisis of 2021 demonstrated the extent to which such pollution loads can have devastating ecological consequences. In this context, understanding the environmental impacts of seasonal population concentration and tourism activities along the coasts of the Sea of Marmara, developing sustainable wastewater management policies, and discussing measures for the protection of the marine ecosystem have become critical imperatives. The aim of this study is to examine the effects of seasonal population growth and tourism activities on wastewater management and water quality along the coasts of the Sea of Marmara, to evaluate the existing problems from a scientific perspective, and to propose sustainable solutions.

**Keywords:** Seasonal Population Growth, Tourism Development, Wastewater Management, Water Quality Degradation, Marine Ecosystem Sustainability.

## Giriş

Marmara Denizi, Türkiye'nin iç sularının tek örneğini oluşturmakta olup, coğrafi konumu, ekolojik özellikleri ve ekonomik işlevleri bakımından ülke açısından stratejik bir öneme sahiptir. Karadeniz ile Ege Denizi arasında bir geçiş koridoru işlevi gören bu yarı kapalı deniz, çevresinde yoğun şekilde konumlanmış büyükşehirler ve kıyı yerleşimlerinden kaynaklanan insan faaliyetlerinin baskısı altındadır. Özellikle yaz aylarında artan mevsimsel nüfus hareketliliği ve turizm faaliyetlerinin yoğunlaşması, mevcut altyapı kapasitesinin sınırlarını zorlamakta; bu durum atıksu yönetimi ve su kalitesi bakımından çeşitli çevresel sorunlara yol açmaktadır. Artan organik madde, azot ve fosfor yükleri, ötrofikasyon riskini önemli ölçüde yükselterek Marmara Denizi'nin ekosistem sağlığını tehdit etmektedir. Nitekim 2021 yılında meydana gelen müsilaaj olayı, söz konusu antropojenik baskıların ekosistem üzerindeki yıkıcı etkilerini somut biçimde ortaya koymuştur.

Marmara Denizi, tek bir ülke sınırları içinde yer almasıyla özgün bir konuma sahip olup, jeopolitik ve jeoekonomik açıdan stratejik önem taşımaktadır. İstanbul ve Çanakkale Boğazları aracılığıyla Karadeniz ile Ege Denizi'ni birbirine bağlayan deniz, hukuken iç sular rejimine tabi olmakla birlikte, uluslararası deniz ulaştırmasının merkezinde yer almaktadır. Marmara Denizi, İzmit, Gemlik, Bandırma ve Erdek körfezleri ile Prens ve Marmara adalarından oluşan morfolojik çeşitliliğe sahiptir (Koca, 2004). Marmara denizinin bulunduğu bölge ise; Türkiye'nin Trakya ve Anadolu kesimlerini kapsayan sade yer şekilleri, sınırlı dağlık alanlar ve önemli ova ve platoları sebebiyle yerleşim bakımından elverişli olmuştur. Türkiye nüfusunun yaklaşık dörtte birini barındırmakta olan Marmara Bölgesi, en yüksek kentleşme oranına sahiptir. İstanbul ve Bursa başlıca kentsel merkezler olarak öne çıkarken, bölge ulaşım olanakları, doğal ve kültürel kaynaklarıyla önemli bir turizm potansiyeline sahiptir. Kıyılarda yoğunlaşan yazlık konut ve otel yatırımları, Uludağ ve termal kaynaklarla birleşerek yılın farklı dönemlerine yayılan çeşitlendirilmiş turizm faaliyetlerine zemin hazırlamaktadır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024). Özellikle 1960'lı yıllardan itibaren sanayileşme ve kentleşmenin yoğunlaştığı İzmit, Gemlik ve Bandırma körfezleri çevresinde artan çevresel baskılar, denizin ekolojik yapısını olumsuz etkilemiş ve oksijen seviyelerinde düşüşe ve biyolojik çeşitlilikte belirgin kayıplara yol açmıştır. Marmara Denizi bu yönüyle yalnızca coğrafi değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve ekosistem sağlığı açısından da kritik bir inceleme alanıdır (Koca, 2004). Bunun yanı sıra, kıyı alanlarında yazlık konut ve turizm yatırımlarının artışı, bölgenin iç turizm açısından önemini pekiştirmiştir.

Marmara kıyılarındaki yazlık nüfus yoğunlaşması ve turizm yatırımlarının çevresel etkilerini değerlendirmek, sürdürülebilir atıksu yönetimi uygulamalarını güçlendirmek ve deniz ekosisteminin korunmasına yönelik stratejiler geliştirmek konuları giderek önemli bir hale gelmiştir.

## Marmara Kıyılarında Nüfus Dinamikleri ve Turizm Gelişimi

Marmara Bölgesi, Türkiye'nin en yoğun nüfuslu ve en yüksek kentleşme oranına sahip alanıdır. Bölge nüfusunun mekânsal dağılımı yalnızca büyükşehirlerle sınırlı kalmayıp, yazlık konutlar ve turizm yatırımlarıyla kıyı yerleşimlerine de yansımaktadır. Özellikle yaz aylarında kıyı kentlerinde ve kasabalarında nüfusun birkaç kat artması, altyapı kapasitesini zorlamakta; bu durum turizm sektörünün ekonomik katkısını artırmakta ve çevresel baskıları yoğunlaştırmaktadır. Bu bağlamda Marmara kıyıları, mevsimsel nüfus hareketliliği ve turizm gelişimi açısından özgün bir örnek teşkil etmektedir.

**Tablo 1.** Marmara Bölgesi İllerinin Demografik Göstergeleri (2023) (TÜİK, 2023; Olgaç & Doğan, 2024)

| <i>İl</i>         | <i>Toplam Nüfus</i> | <i>Nüfus Yoğunluğu (km<sup>2</sup>)</i> | <i>Nüfus Artış Hızı (%)</i> | <i>Toplam Bağımlılık Oranı</i> | <i>Genç Bağımlılık Oranı (0-14)</i> | <i>Yaşlı Bağımlılık Oranı (65+)</i> |
|-------------------|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>İstanbul</i>   | 15.655.924          | 3.013                                   | 24.0                        | 38.7                           | 27.7                                | 11.0                                |
| <i>Bursa</i>      | 3.214.571           | 308.0                                   | 14.8                        | 44.6                           | 29.5                                | 15.1                                |
| <i>Kocaeli</i>    | 2.102.907           | 582.0                                   | 22.2                        | 43.4                           | 31.5                                | 11.9                                |
| <i>Balıkesir</i>  | 1.273.519           | 89.0                                    | 5.57                        | 48.7                           | 25.1                                | 23.6                                |
| <i>Tekirdağ</i>   | 1.167.059           | 185.0                                   | 25.8                        | 43.3                           | 29.9                                | 14.1                                |
| <i>Sakarya</i>    | 1.098.115           | 227.0                                   | 17.9                        | 45.0                           | 29.2                                | 15.8                                |
| <i>Çanakkale</i>  | 570.499             | 57.0                                    | 3.77                        | 46.4                           | 24.2                                | 22.2                                |
| <i>Edirne</i>     | 419.913             | 69.0                                    | 6.29                        | 45.0                           | 24.1                                | 15.1                                |
| <i>Kırklareli</i> | 377.156             | 60.0                                    | 8.11                        | 44.8                           | 22.9                                | 21.9                                |
| <i>Yalova</i>     | 304.780             | 360.0                                   | 18.2                        | 47.3                           | 28.0                                | 19.3                                |
| <i>Bilecik</i>    | 228.058             | 53.0                                    | 1.48                        | 43.5                           | 26.3                                | 18.2                                |

Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan iller İstanbul, Kocaeli, Yalova, Bursa, Balıkesir, Çanakkale ve Tekirdağ'dır. Marmara Bölgesi'nin demografik yapısı incelendiğinde, İstanbul, Bursa ve Kocaeli nüfus açısından öne çıkarken; Bilecik, Yalova ve Kırklareli'nin en düşük nüfusa sahip iller olduğu görülmektedir. Nüfus artış hızı Tekirdağ, Kocaeli ve Yalova'da yüksek, Bilecik, Çanakkale ve İstanbul'da ise düşüktür. Bağımlılık oranları Balıkesir, Yalova ve Çanakkale'de yüksek, İstanbul, Tekirdağ ve Kocaeli'nde daha düşüktür. Genç bağımlılık oranı Kocaeli, Tekirdağ ve Bursa'da yüksek iken; Edirne, Kırklareli ve Çanakkale'de düşüktür. Yaşlı bağımlılık oranı ise Balıkesir, Çanakkale ve Edirne'de en yüksektir. Bu göstergeler Marmara Bölgesi'nde sürdürülebilirlik açısından nüfusun büyüklüğü, artış hızı, genç-yaşlı bağımlılık oranlarının illere göre farklılık gösterdiğini ve bu farklılıkların hizmetler, iş gücü piyasası ve sosyal güvenlik sistemleri üzerinde önemli etkiler doğurduğunu ortaya koymaktadır. Demografik dinamiklerdeki bu değişim, özellikle artan kentleşme ve nüfus hareketleriyle birlikte konut talebini çeşitlendirmiş; bunun sonucu olarak da rekreatif amaçlı ikinci konutların da ortaya çıkışı ve yaygınlaşması hız kazanmıştır.

1960 sonrası Türkiye'de endüstrileşme ve kentleşmenin hızlanmasıyla rekreatif konut sahipliği artmış, özellikle yaylalarda rekreasyon faaliyetleriyle birlikte ikincil konutlar gelişmeye başlamıştır. 1970'li yıllardan itibaren ulaşım imkânlarının gelişmesiyle birlikte Marmara Denizi kıyılarında yazlık konut alanları ortaya çıkmış, bu durum özellikle İstanbul çevresinde yaz aylarında nüfus hareketliliğini artırmıştır. Marmara kıyısında deniz turizmine elverişli alanların bulunması, bölgenin cazibesini artırmıştır. Yani Marmara denizi kıyıları İstanbul'a yakınlığı ve ulaşım olanakları sayesinde 1970'lerden itibaren kıyı boyunca ikinci konutların yoğunlaştığı bir sayfiye alanına dönüşmüş; zamanla bu alanlar siteleşmiş ve yaz mevsiminde nüfus artışı yaşanmıştır. İkinci konutlar hizmet sektörünü canlandırarak bölgenin gelişimine katkı sağlamış, bazı alanların ayrılması ve dönüşümlerine rağmen yazlık konutların yer aldığı ilçeler dahi, günümüzde ikinci konut ağırlıklı bir yerleşmeden şehirleşmiş bir yerleşim alanına evrilmiştir (Ayhan, 2017; Yasak & Doğan, 2018). 1980 sonrasında turizm teşvikleri bu süreci hızlandırmış, 1990'lara gelindiğinde ise kıyılar plansız bir şekilde ikinci konutlarla dolmuştur. Özellikle İstanbul metropolü çevresinde yoğun bir gelişim gösteren ikinci konutlar Ege, Akdeniz ve Marmara başta olmak üzere kıyılarımızda geniş bir alana yayılmıştır. Bu durum Marmara sahillerinde de turizmin etkisiyle yazlık evlerin hızla yapılmasına neden olmuştur (Yasak & Doğan, 2018).

Turizm potansiyelinin keşfedilmesiyle birlikte, kıyı yerleşimleri kısa sürede yoğun ve plansız bir yapılaşma süreciyle karşı karşıya kalmıştır. Bu hızlı dönüşüm, yerleşimlerin özgün kimliğini ve tarihi dokusunu özellikle kıyı şeritlerinden başlayarak önemli ölçüde dönüştürmüştür. Ortaya çıkan niteliksiz ve çevresel duyarlılıktan yoksun yapı stoku, kıyı alanlarındaki yapılaşmayı Türkiye mimarlık ortamında özgün bir sorun alanı hâline getirmiştir. Ayrıca bu plansız gelişim, deniz kirliliğinin başlıca nedenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Yaz aylarında nüfusun geçici olarak hızla arttığı bu yerleşimlerde altyapı yetersizlikleri —özellikle yol, su, elektrik, kanalizasyon ve atık toplama hizmetlerinde— belirginleşmekte; bu durum deniz kirliliği başta olmak üzere çeşitli çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Birol-Özerk, 2012). Kıyı bölgelerinde kontrolsüz ikinci konut gelişimi, mekânsal dönüşüm ve altyapı sorunlarının yanı sıra çevresel baskıları da artırmıştır. Özellikle Marmara Denizi kıyılarında artan nüfus yoğunluğu ve turizm faaliyetleri, su kaynaklarının aşırı kullanımı, atık yönetimindeki yetersizlikler ve deniz ekosistemlerinin tahribi gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu durum, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için doğal kaynakların korunması, altyapının güçlendirilmesi ve çevresel göstergelerin etkin izlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

**Tablo 2.** Marmara Denizi Kıyılarında Konaklama Kapasitesi (Seçilmiş İlçeler, Adalar ve Termal Bölgeler, 2024) (T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, 2024).

| <i>İlçe / Bölge</i>          | <i>Tesis Türü</i>    | <i>Alt Sınıf</i> | <i>Tesis Sayısı</i> | <i>Oda Sayısı</i> | <i>Yatak Sayısı</i> |
|------------------------------|----------------------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| <i>Erdek</i>                 | Otel                 | 4 Yıldızlı       | 1                   | 74                | 148                 |
|                              |                      | 3 Yıldızlı       | 1                   | 10                | 19                  |
|                              |                      | 2 Yıldızlı       | –                   | 158               | 318                 |
|                              | Butik Otel           | –                | 1                   | 48                | 100                 |
|                              | Pansiyon             | –                | 1                   | 8                 | 18                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 2                   | 84                | 167                 |
| <i>Marmara Ereğlisi</i>      | Otel                 | 3 Yıldızlı       | 1                   | 31                | 62                  |
|                              |                      | 2 Yıldızlı       | 3                   | 96                | 198                 |
|                              |                      | 1 Yıldızlı       | 1                   | 12                | 24                  |
|                              | Pansiyon             | –                | 3                   | 47                | 104                 |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 8                   | 186               | 388                 |
| <i>Mudanya</i>               | Otel                 | 4 Yıldızlı       | 2                   | 75                | 150                 |
|                              |                      | 3 Yıldızlı       | 2                   | 112               | 224                 |
|                              | Özel Tesis           | –                | 2                   | 54                | 108                 |
|                              | Pansiyon             | –                | 3                   | 29                | 58                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 9                   | 270               | 540                 |
| <i>Bozcaada</i>              | Otel                 | 3 Yıldızlı       | 2                   | 35                | 72                  |
|                              |                      | 1 Yıldızlı       | 5                   | 54                | 108                 |
|                              | Özel Tesis           | –                | 9                   | 103               | 213                 |
|                              | Kırsal Turizm Tesisi | –                | 1                   | 19                | 44                  |
|                              | Pansiyon             | –                | 22                  | 207               | 410                 |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 39                  | 418               | 847                 |
| <i>Gökçeada</i>              | Otel                 | 3 Yıldızlı       | 9                   | 227               | 466                 |
|                              |                      | 2 Yıldızlı       | 2                   | 24                | 50                  |
|                              |                      | 1 Yıldızlı       | 5                   | 87                | 188                 |
|                              | Apart Otel           | –                | 1                   | 12                | 26                  |
|                              | Özel Tesis           | –                | 4                   | 56                | 113                 |
|                              | Kırsal Turizm Tesisi | –                | 1                   | 6                 | 12                  |
|                              | Pansiyon             | –                | 19                  | 144               | 308                 |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 41                  | 556               | 1163                |
| <i>Keşan</i>                 | Otel                 | 3 Yıldızlı       | 1                   | 76                | 146                 |
|                              |                      | 2 Yıldızlı       | 3                   | 107               | 209                 |
|                              |                      | 1 Yıldızlı       | 1                   | 18                | 36                  |
|                              | Özel Tesis           | –                | 1                   | 900               | 2722                |
|                              | Pansiyon             | –                | 1                   | 13                | 42                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 12                  | 1335              | 3578                |
| <i>Silivri</i>               | Otel                 | 5 Yıldızlı       | 2                   | 376               | 828                 |
|                              |                      | 4 Yıldızlı       | 1                   | 64                | 128                 |
|                              |                      | 3 Yıldızlı       | 3                   | 125               | 256                 |
|                              | Özel Tesis           | –                | 1                   | 28                | 60                  |
|                              | Pansiyon             | –                | 2                   | 13                | 26                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 9                   | 606               | 1298                |
| <i>Gölcük</i>                | Otel                 | 2 Yıldızlı       | 1                   | 16                | 32                  |
|                              | Kamping              | –                | 1                   | 20                | 60                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 2                   | 36                | 92                  |
| <i>Karamürsel</i>            | Otel                 | 5 Yıldızlı       | 1                   | 120               | 240                 |
|                              |                      | 3 Yıldızlı       | 1                   | 18                | 36                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 2                   | 138               | 276                 |
| <i>Marmara Ereğlisi (Ek)</i> | Otel                 | 1 Yıldızlı       | 1                   | 33                | 56                  |
|                              | Pansiyon             | –                | 1                   | 15                | 30                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 2                   | 48                | 86                  |
| <i>Şarköy</i>                | Otel                 | 2 Yıldızlı       | 1                   | 16                | 26                  |
|                              |                      | 1 Yıldızlı       | 1                   | 19                | 38                  |
|                              | 2 Yıldızlı (Ek)      | –                | 1                   | 10                | 19                  |
|                              | <i>Toplam</i>        |                  | 2                   | 45                | 83                  |

|                         |                        |            |     |     |      |
|-------------------------|------------------------|------------|-----|-----|------|
| Merkez (Termal & Butik) | Otel                   | 5 Yıldızlı | 1   | 120 | 240  |
|                         |                        | 4 Yıldızlı | 2   | 144 | 295  |
|                         |                        | 3 Yıldızlı | 4   | 277 | 558  |
|                         | Butik Otel             | 2          | 84  | 174 |      |
|                         | Pansiyon               | –          | 2   | 27  | 60   |
|                         | Termal Otel            | 3          | 186 | 418 |      |
|                         | Termal / Kırsal Tesisi | 2          | 55  | 96  |      |
| Toplam                  |                        |            | 11  | 646 | 1308 |

Tablodaki veriler, Marmara Denizi kıyılarındaki turizm konaklama kapasitesinin ilçe, ada ve termal bölgeler arasında farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Keşan ve Gökçeada yüksek yatak kapasiteleri ile öne çıkarken, Erdek ve Marmara Ereğlisi daha sınırlı bir altyapıya sahiptir. Ada turizmi (Bozcaada ve Gökçeada) pansiyon ve küçük ölçekli tesislere dayalı olup aile işletmeciliği ve kırsal turizmi ön plana çıkarmaktadır. Silivri ve Merkez bölgelerde ise 5 ve 4 yıldızlı otellerin ağırlığı, turizm çeşitliliğinin göstergesidir. Yaz aylarındaki nüfus artışı hem konaklama talebini hem de atıksu üretimi ve çevresel baskıları doğrudan etkileyen bir faktördür. Termal ve butik tesislerin varlığı ise bölgenin alternatif turizm potansiyelini güçlendirmektedir.

Bu çerçevede, Marmara Denizi kıyılarındaki turizm konaklama kapasitesinin mekânsal dağılımı, yalnızca ekonomik ve sosyal bir göstergeden ibaret olmayıp çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemli bir belirleyici unsurdur. Yüksek yatak kapasitesine sahip ilçelerde ve adalarda yaz aylarında yoğunlaşan nüfus, su tüketimi, atıksu üretimi ve atık yönetimi üzerindeki baskıyı artırmakta; dolayısıyla çevresel kaynakların etkin ve dengeli kullanımını zorunlu kılmaktadır. Bu durum, turizm planlaması ve çevre yönetimi stratejilerinin, bölgesel kalkınmayı destekleyecek ve ekosistemleri koruyacak şekilde bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Çevre; doğal kaynaklar, ekosistemler, biyolojik çeşitlilik, su, hava ve topraktan oluşmakta, ancak tarım, sanayi, enerji tüketimi, ulaşım ve atık yönetimi gibi faaliyetler bu kaynaklar üzerinde baskı yaratmaktadır. Nüfus yoğunluğu, iş ve ticaret yaşamı ile turizmin gelişimi de çevre ve sürdürülebilirlik açısından önemli tehditler oluşturmaktadır. Sürdürülebilirlik için kaynakların çevreye zarar vermeden kullanılması gerekmektedir; bu bağlamda su, kanalizasyon, atıksu arıtma, atık yönetimi ve toplama hizmetleri gibi çevre göstergeleri kritik rol oynamaktadır.

**Tablo 3.** Marmara Bölgesi’ndeki İllerin Çevre Göstergeleri, 2022 (TÜİK, 2022; Olgaç & Doğan, 2024)

| İl         | İçme ve Kullanma Suyu Şebekesi ile Hizmet Verilen Nüfusun Belediye Nüfusu İçindeki Oranı (%) | Kanalizasyon Şebekesi ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Oranı (%) | Atıksu Arıtma Tesisi ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Payı (%) | Kişi Başı Ortalama Belediye Atık Miktarı (kg/kişi-gün) | Atık Hizmeti Verilen Nüfusun Oranı (%) | Toplanan Atık Miktarı (1000 ton) |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| İstanbul   | 100                                                                                          | 100                                                                   | 100                                                                 | 1,23                                                   | 100                                    | 6959                             |
| Tekirdağ   | 100                                                                                          | 93                                                                    | 93                                                                  | 1,15                                                   | 100                                    | 452                              |
| Kırklareli | 100                                                                                          | 98                                                                    | 94                                                                  | 1,17                                                   | 82                                     | 127                              |
| Balıkesir  | 100                                                                                          | 97                                                                    | 88                                                                  | 1,15                                                   | 99                                     | 511                              |
| Bursa      | 100                                                                                          | 98                                                                    | 93                                                                  | 1,03                                                   | 100                                    | 1167                             |
| Kocaeli    | 100                                                                                          | 99                                                                    | 99                                                                  | 0,98                                                   | 100                                    | 713                              |
| Yalova     | 100                                                                                          | 96                                                                    | 95                                                                  | 1,48                                                   | 89                                     | 133                              |
| Çanakkale  | 97                                                                                           | 97                                                                    | 90                                                                  | 1,85                                                   | 70                                     | 257                              |
| Sakarya    | 99                                                                                           | 99                                                                    | 80                                                                  | 0,98                                                   | 99                                     | 371                              |
| Edirne     | 98                                                                                           | 98                                                                    | 72                                                                  | 1,33                                                   | 78                                     | 155                              |
| Bilecik    | 98                                                                                           | 98                                                                    | 93                                                                  | 1,18                                                   | 85                                     | 15                               |

Marmara Bölgesi illerine ait çevre göstergeler incelendiğinde, içme ve kullanma suyu, kanalizasyon ve atıksu arıtma hizmetlerinde genel olarak yüksek oranlara ulaşıldığı görülmektedir. Ancak tabloya göre bazı illerde atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfusun oranı %100’ün altında kalmakta, bu da doğrudan veya yetersiz arıtılmış atık suların Marmara Denizi’ne ulaşmasına neden olabilmektedir. Örneğin, Yalova’da bu oran %95,

Kırklareli’nde %94, Sakarya’da %80 ve Balıkesir’de %72 olarak kaydedilmiştir. Bu farklılıklar, bölgedeki deniz suyu kirliliğinin kaynağını anlamak açısından önem taşımaktadır. Ayrıca kişi başına günlük atık miktarının İstanbul’da 1,23 kg, Yalova’da 1,48 kg gibi yüksek seviyelere ulaşması, yoğun nüfus artışı ve yazlık nüfus hareketliliğiyle birleştiğinde çöp toplama ve bertaraf sistemleri üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Toplanan atık miktarının İstanbul’da 6,959 bin ton, Bursa’da 1,167 bin ton ve Kocaeli’nde 713 bin ton gibi yüksek rakamlara ulaşması, Marmara kıyılarındaki yoğun kentleşme ve turizm faaliyetlerinin çevreye olan yükünü ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, bu tablo Marmara Denizi’ndeki kirlilik sorunlarının yalnızca sanayi kaynaklı değil; aynı zamanda yetersiz arıtma kapasitesi, artan evsel atık üretimi ve altyapı baskısıyla da doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir.

Nitekim (Yücel, vd., 2023)’in de ifade ettiği gibi 2021 yazında gözlenen müsilaj olayı denizin doğal mevsimsel döngüsünün ötesinde bir ekolojik değişime işaret etmektedir. Bölgede artan nüfus yoğunluğu, yazlık konutların ve turizmin yarattığı mevsimsel baskılar, altyapı eksiklikleri ve evsel atık üretimi, Marmara Denizi ekosistemleri üzerinde doğrudan etkiler yaratmakta; bu durum, kıyı alanlarındaki çevresel sorunların daha kapsamlı bir biçimde ele alınmasını gerektirmektedir.

### Marmara Kıyılarında Çevresel Baskılar ve Deniz Kirliliği

Marmara Bölgesi’nin üretim çeşitliliği, deniz ekosistemi üzerindeki baskıları artıran bir diğer faktördür. Bölge, sanayi üretiminin yanı sıra tarımsal faaliyetler, hayvancılık ve balıkçılıkla öne çıkmakta; özellikle kıyı bölgelerinde yoğunlaşan sanayi tesisleri ve lojistik faaliyetler denize doğrudan deşarj risklerini artırmaktadır. Öte yandan, kıyı turizminin mevsimsel olarak artan nüfus yoğunluğu, içme suyu temini, atık yönetimi ve kanalizasyon kapasitesi üzerinde ciddi bir baskı yaratmaktadır. Yaz aylarında artan bu yoğunluk, altyapı hizmetlerinin yetersizliğiyle birleştiğinde evsel atıkların ve katı atıkların denize ulaşma olasılığını yükseltmekte, bu da Marmara Denizi’nin kirlilik yükünü daha da ağırlaştırmaktadır. Dolayısıyla, üretim ve turizmin birlikte yarattığı baskılar, deniz ekosisteminin kırılgan yapısını daha karmaşık ve yönetilmesi güç bir sorun haline getirmektedir. Bu kapsamda Marmara Denizi’nde kirlilik, tek bir kaynağa indirgenemeyecek ölçüde karmaşık bir yapıya sahiptir ve çözüm arayışlarının entegre, disiplinler arası ve sürdürülebilir bir yaklaşımla ele alınması zorunluluk haline gelmiştir.



**Grafik 1:** Marmara Bölgesinde İllere Göre Üretim ve İhracat Sektörleri

Grafik 1’deki harita, Marmara Bölgesi illerinin öne çıkan üretim ve ihracat sektörlerini göstermektedir. Özellikle otomotiv, hazır giyim, seramik, gemi inşası gibi sanayi kolları ile birlikte balıkçılık ve hayvancılığın da bölge ekonomisinde önemli yer tuttuğu görülmektedir. Ancak, bu çeşitlilik aynı zamanda Marmara Denizi’nin ekosistemine ciddi baskılar da yaratmaktadır. Sanayi faaliyetleri sonucu ortaya çıkan endüstriyel atıklar, kimyasal kirlilik ve yoğun enerji kullanımı; balıkçılık ve tarımsal faaliyetlerle birleşerek denizin biyolojik çeşitliliğini tehdit etmektedir.

Özellikle İstanbul, Kocaeli ve Bursa gibi sanayileşmenin yoğun olduğu illerden kaynaklanan atıksuların arıtılmadan ya da yetersiz arıtılarak denize bırakılması, kıyısız ekosistemlerin taşıma kapasitesini aşmasına

neden olmaktadır. Bu durum, 2021’de yaşanan müsilaj krizinde olduğu gibi Marmara Denizi’nin yalnızca ekonomik bir üretim alanı değil, aynı zamanda hassas ve korunması gereken bir ekosistem olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, ekonomik üretim çeşitliliği ile deniz ekosisteminin sürdürülebilirliği arasında daha güçlü bir denge kurulmadıkça, Marmara’daki kirlilik tehdidi yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik ve toplumsal bir kriz olarak büyüyecektir.

Marmara Denizi’nde çözünmüş oksijen seviyelerinde azalma, partikül hâlindeki organik madde miktarlarında ise artış gözlemlenmektedir. Dalga hareketlerinin ve akıntı dinamiklerinin zayıf olduğu bölgelerde, bu süreçlere paralel olarak yüzey suyu sıcaklıklarının yükseldiği tespit edilmiştir (Kavzoğlu, vd., 2021). Modelleme çalışmaları ve uzun dönemli veriler, dip sularda oksijen artışı sağlanabilmesi için karasal kaynaklı yüklerin en az %30–35 oranında azaltılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, 1995–2005 dönemi Marmara Denizi koşulları “ulaşılabilir hedef dönem” olarak önerilmekte; bu yıllarda alt tabaka oksijen değerlerinin >1.5 mg/L seviyesinde seyrettiği ve ekolojik parametrelerde kısmi iyileşme gözlemlendiği belirtilmektedir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025).

Marmara Denizi kıyıları, sanayi ve tarımsal üretimin yanı sıra deniz turizmi açısından da önemli odak alanları barındırmaktadır. Marmara Ereğlisi, Erdek, Avşa Adası, Mudanya ve Şarköy gibi merkezler yaz turizminin başlıca destinasyonları arasında yer almakta; özellikle Erdek, Türkiye’nin ilk tatil bölgesi olarak tarihsel bir öneme sahiptir. 1960’lı yıllardan itibaren turizm potansiyeliyle dikkat çeken bu merkezlerdeki yazlık konutlaşma, altyapı yetersizlikleri ve atıksu arıtma sorunları, Marmara Denizi’nde kirliliği artıran temel etkenlerdendir. Bu nedenle, kıyı bölgelerinde turizm faaliyetlerinin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda planlanması, ekosistem bütünlüğünün korunması ve turizmin uzun vadeli gelişimi açısından zorunludur.

### **Marmara Denizi Kıyıları İtibariyle Yazlık Nüfus, Turizm ve Çevresel Baskılar Arasındaki Etkileşimsel Yapı**

Marmara Denizi kıyılarında yaz aylarında artan nüfus hareketliliği, turizm yatırımları ve altyapı yetersizlikleri, bölgenin çevresel dengesini doğrudan etkileyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Yazlık konut alanlarının genişlemesi ve turizm faaliyetlerinin yoğunlaşması, atıksu yönetimi, su kalitesi ve ekolojik sürdürülebilirlik açısından önemli baskılar yaratmaktadır. Nüfusun mevsimsel olarak artması, mevcut altyapı kapasitesinin sınırlarını zorlamakta; bu durum özellikle fosfor ve azot yüklerinde yükselmeye, çözünmüş oksijen seviyelerinde ise azalmaya yol açmaktadır. Böylece deniz ekosistemi üzerinde birikimli bir kirlilik baskısı oluşmakta, müsilaj gibi ekolojik krizlerin ortaya çıkma olasılığı artmaktadır. Marmara kıyılarında turizmin ekonomik getirileri ile çevresel maliyetleri arasındaki denge, bölgesel kalkınma politikaları açısından da belirleyici bir konu haline gelmiştir. Nüfus artışı, turizm faaliyetleri, sanayi üretimi ve çevresel yönetim uygulamaları arasındaki etkileşim, yalnızca doğal kaynakların kullanımını değil, aynı zamanda deniz ekosisteminin taşıma kapasitesini de şekillendirmektedir. Bu çerçevede, Marmara Denizi’nin sürdürülebilirliği, sosyoekonomik gelişme ile çevresel koruma arasındaki ilişkinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirmektedir.

Marmara Denizi kıyılarında artan nüfus yoğunluğu ile mevcut altyapı kapasitesinin yetersizliği, yalnızca çevresel değil, aynı zamanda halk sağlığı açısından da ciddi riskler teşkil etmektedir. Özellikle yaz aylarında atıksu arıtma sistemlerinin kapasitesini aşan yerleşimlerde mikrobiyolojik kirlilik olasılığı yükselmekte; bu durum içme suyu güvenliğini, deniz ürünlerinin tüketiminde gıda hijyenini ve su kaynaklı hastalıkların yayılımını doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla, Marmara Denizi ekosistemi üzerindeki baskılar, çevre yönetimi kadar toplum sağlığını da ilgilendiren sonuçlar doğurmaktadır. Yazlık nüfus artışının tam olarak ölçülememesi ve kurumlar arasında farklı hesaplama yöntemlerinin bulunması, nüfus büyüklüğü, turizm gelirleri ve çevresel etkiler arasındaki karşılaştırmaları sınırlamaktadır. Bu nedenle ortaya konulan değerler, mutlak sonuçlardan ziyade eğilimleri ve genel ilişkileri yansıtmaktadır.

**Tablo 4.** Marmara Denizi Kıyılarında Turizm Yoğun İlçelerin Nüfus Dinamikleri ve Atıksu Arıtma Kapasitesi (2022) (TÜİK, 2022)

| BÖLGE / İLÇE     | YILLIK NÜFUS (TÜİK) | YAZ NÜFUSU (TAHMİNİ) | ATIKSU ARITMA KAPASİTESİ (M <sup>3</sup> /GÜN) | GERÇEK ATIKSU ÜRETİMİ (M <sup>3</sup> /GÜN) | FOSFOR (MG/L) | AZOT (MG/L) | ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN (MG/L) |
|------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------|-------------|-------------------------|
| MARMARA EREĞLİSİ | 20.000              | 80.000               | 5.000                                          | 12.000                                      | 0,08          | 2,1         | 5,2                     |
| ERDEK            | 30.000              | 120.000              | 7.000                                          | 18.000                                      | 0,10          | 3,0         | 4,8                     |
| AVŞA ADASI       | 5.000               | 40.000               | 1.000                                          | 5.500                                       | 0,15          | 4,5         | 3,9                     |
| MUDANYA          | 95.000              | 250.000              | 20.000                                         | 30.000                                      | 0,07          | 2,0         | 5,5                     |
| ŞARKÖY           | 35.000              | 100.000              | 4.000                                          | 10.000                                      | 0,12          | 3,8         | 4,2                     |

Tablo, Marmara Denizi kıyılarında turizm faaliyetlerinin yoğunlaştığı ilçelerde yaz aylarında artan nüfusun altyapı kapasitesi üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Mevsimsel nüfus artışına bağlı olarak atıksu arıtma sistemlerinin kapasitesinin aşılması, fosfor ve azot konsantrasyonlarında yükselmeye, buna karşılık çözünmüş oksijen seviyelerinde azalmaya neden olmaktadır. Bu durum, deniz ekosisteminde besin yükü artışı ve oksijen azalmasına bağlı olarak ötrofikasyon riskinin arttığını ve ekolojik baskıların derinleştiğini göstermektedir. Marmara Ereğlisi ve Mudanya ilçelerinde çözünmüş oksijen değerleri nispeten yüksek seyretmekle birlikte, artan yaz nüfusu ve yetersiz arıtma altyapısı uzun vadede ekolojik risk oluşturmaktadır. Buna karşılık, Avşa Adası ve Şarköy’de fosfor ve azot değerlerinin yüksek olması, ötrofikasyon ve müsilaj oluşumu açısından daha kritik bir tabloya işaret etmektedir. Dolayısıyla, yazlık nüfus artışı ile altyapı kapasitesi arasındaki dengesizlik, Marmara Denizi’nin ekolojik dengesini olumsuz yönde etkilemektedir.

**Tablo 5.** Su Kalitesi Parametreleri için Kritik Eşikler ve Riskler (OECD, 1982; SKKY, 2023; EPA, 2000; TÜBİTAK MAM, 2021; ve WHO, 2003 çalışmalarından araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır.).

| PARAMETRE             | KRİTİK EŞİK (LİTERATÜR)                              | ÇEVRESEL YORUM                                                            | TABLODAKİ DEĞERLERİN ANLAMI                                                                             |
|-----------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TOPLAM FOSFOR (P)     | >0,1 mg/L → Eutrofik risk (OECD, 1982; SKKY)         | Yüksek fosfor → alg patlaması (aşırı üretkenlik) → su kalitesinde bozulma | Avşa (0,15), Şarköy (0,12) → Eutrofik risk yüksek                                                       |
| TOPLAM AZOT (N)       | >2 mg/L → Besin yükü artışı (EPA, 2000; TÜBİTAK MAM) | Azot artışı → fitoplankton çoğalması → oksijen tüketimi                   | Tüm bölgelerde (2,0–4,5 mg/L) → yüksek besin yükü                                                       |
| ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN (ÇO) | <5 mg/L → Stresli ekosistem (SKKY; WHO, 2003)        | Oksijen azalması → balık ölümleri, organik kirlilik, müsilaj riski        | Avşa (3,9), Erdek (4,8), Şarköy (4,2) → kritik risk; Mudanya (5,5) ve Ereğlisi (5,2) → nispeten güvenli |

Tabloda verilen fosfor, azot ve çözünmüş oksijen değerleri, ulusal ve uluslararası literatürde belirtilen kritik eşiklerle karşılaştırıldığında Marmara kıyılarında önemli çevresel risklerin bulunduğu görülmektedir. OECD (1982) ve SKKY’ye göre 0,1 mg/L’nin üzerindeki fosfor değerleri eutrofikasyon riskini işaret etmektedir; Avşa (0,15 mg/L) ve Şarköy (0,12 mg/L) bu sınırı aşarak yüksek risk göstermektedir. Benzer şekilde, EPA (2000) ve TÜBİTAK MAM (2021) raporlarında 2 mg/L’nin üzerindeki toplam azot değerleri besin yükü artışı olarak değerlendirilmekte olup, tabloda yer alan tüm bölgeler bu eşik değerini aşmıştır. Çözünmüş oksijen açısından ise SKKY ve WHO (2003) tarafından 5 mg/L’nin altı ekosistem için kritik olarak tanımlanmakta, bu bağlamda Avşa (3,9 mg/L), Şarköy (4,2 mg/L) ve Erdek (4,8 mg/L) riskli sınıfta yer almaktadır. Mudanya (5,5 mg/L) ve Marmara Ereğlisi (5,2 mg/L) ise daha güvenli görünmekle birlikte, yüksek yaz nüfusu ve atıksu arıtma kapasitesinin yetersizliği bu bölgelerde de uzun vadeli risklerin ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Bu veriler, Marmara Denizi kıyılarında fosfor ve azot yükünün artışı ile çözünmüş oksijen seviyelerindeki düşüşün ekosistem üzerinde ciddi baskılar oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle yaz aylarında artan nüfus ve turizm faaliyetleri, yeterli arıtma kapasitesinin olmamasıyla birleştiğinde, deniz suyunda besin maddelerinin yoğunlaşmasına ve oksijenin azalmasına neden olarak müsilaj oluşum riskini artırmaktadır. Müsilaj, sadece deniz ekosistemini değil, balıkçılık ve turizm gibi ekonomik faaliyetleri de olumsuz etkileyen çok boyutlu bir çevresel sorundur.



**Grafik 2.** Kıyı Bölgesinde Aşırı Yapılaşma ve Müsilaj Oluşumu (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.).

Marmara kıyılarında aşırı yapılaşma, doğal dengeyi bozarak ötrofikasyon ve ardından müsilaj oluşumuna yol açmaktadır. Grafik 2’de gösterildiği üzere, yapılaşmanın artması atıksu arıtımının yetersiz kalmasına neden olmakta; bu durum da deniz ortamında besin yükünü artırarak müsilaj oluşum sürecini tetiklemektedir. Bu nedenle, müsilaj sorununun çevresel ve ekonomik etkileri ile olası yönetim stratejileri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmelidir.

**Tablo 6.** Marmara Denizi Kıyıları: Müsilaj Etkileri ve Çözüm Önerileri (2023) (Boell Stiftung Türkiye, 2022; Emaar Akvaryum, 2023; Çanakkale Belediyesi, 2022; Yümen, 2021).

| İl        | İlçe/Adalar      | Müsilaj Etkisi | Ekonomik Etkiler  | Çevresel Faktörler              | Yerel Çözüm Önerileri                          |
|-----------|------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| Tekirdağ  | Marmara Ereğlisi | Yüksek         | Balıkçılık, Tarım | Endüstriyel atıklar             | Atık yönetimi, biyolojik çözüm önerileri       |
| Balıkesir | Erdek            | Orta           | Turizm, Tarım     | Deniz kirliliği, kanalizasyon   | Filtrasyon sistemleri, yerel yönetim projeleri |
| Balıkesir | Avşa Adası       | Düşük          | Turizm            | Erozyon, deniz kirliliği        | Sürdürülebilir turizm ve temizlik önlemleri    |
| Bursa     | Mudanya          | Yüksek         | Sanayi, Tarım     | Su kirliliği, iklim değişikliği | Çevre dostu sanayi politikaları                |
| Tekirdağ  | Şarköy           | Orta           | Tarım, Balıkçılık | Erozyon, kirlilik               | Eğitim ve farkındalık projeleri                |

Marmara Denizi kıyılarında deniz kirliliği, tarım, balıkçılık, turizm ve sanayi faaliyetlerinin eşzamanlı etkileriyle ortaya çıkan çok boyutlu bir çevresel sorundur. Kuzey kıyılarda tarımsal üretim ve hayvansal atıklardan kaynaklanan besin yükü artışı, ötrofikasyon ve müsilaj riskini yükseltirken; turistik bölgelerde mevsimsel nüfus artışı ve yetersiz atıksu arıtma altyapısı, organik kirliliğin doğrudan deniz ortamına taşınmasına neden olmaktadır. Sanayi bölgelerinde görülen kimyasal ve organik atık deşarjları ise ekosistem üzerindeki çevresel stresi daha da artırmaktadır. Bu birikimli baskılar, Marmara Denizi’nin ekolojik sürdürülebilirliği açısından entegre yönetim stratejilerinin geliştirilmesini ve altyapı kapasitesinin güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, yazlık nüfus yoğunlaşması, turizm yatırımları ve çevresel baskılar arasındaki karşılıklı etkileşimlerin çok boyutlu yapısı, bu süreçlerin birlikte değerlendirilmesini ve bütüncül bir analiz yaklaşımının benimsenmesini gerekli kılmaktadır.

### Dematel Analizi ile Marmara Denizi ve Çevre Kirliliği Etken İlişkilerinin Değerlendirilmesi

DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi, karmaşık nedensel ilişkileri matris veya çift yönlü grafiklerle görselleştirmek amacıyla ilk olarak Battelle Memorial Enstitüsü’nün Cenevre Araştırma Merkezi tarafından geliştirilmiştir (Gabus & Fontella, 1972; Si vd., 2018). DEMATEL yöntemi, sistem bileşenleri arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkileri analiz ederek kriterleri etkileri ve önceliklerine göre

sınıflandırmaktadır. Daha fazla etki gösteren yüksek öncelikli kriterler 'sebep', daha çok etki altında kalan düşük öncelikli kriterler ise 'sonuç' kriterleri olarak adlandırılmaktadır (Tseng & Lin, 2008; Aksakal & Dağdeviren, 2010). DEMATEL yöntemi, karmaşık sistemlerde faktörler arasındaki karşılıklı bağımlılıkları analiz ederek neden-sonuç ilişkilerini görselleştirmeye olanak sağlar. Son on yılda, çeşitli alanlarda belirsiz ve iç içe geçmiş sorunların çözümünde tercih edilmiş, kritik faktörlerin belirlenmesi ve sistem haritalarının oluşturulması için etkin bir araç olarak uygulanmıştır (Si vd., 2018). Bu çalışmada, Marmara Denizi kıyılarındaki deniz kirliliğini etkileyen faktörlerin analizi için DEMATEL yöntemine dayalı bir saha araştırması gerçekleştirilmiştir. Analiz kapsamında, İstanbul Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Marmara Bölgesi Kıyı Alanları Şube Müdürlüğü, Marmara Belediyeler Birliği, T.C. Marmara ve Boğazlar Belediyeler Birliği, Erdek Belediyesi, Kocaeli Belediyesi, Tekirdağ Belediyesi ve Yalova Belediyesi'ne anket uygulanmış ve uzman görüşleri toplanmıştır. Toplanan veriler doğrultusunda, ilgili kurumlar tarafından bildirilen faktörler arasındaki karşılıklı ilişkiler ve etkiler DEMATEL yöntemiyle analiz edilerek, kritik sebep ve sonuç faktörleri belirlenmiştir. Bu yaklaşım, Marmara kıyılarında deniz kirliliği yönetimi için öncelikli müdahale alanlarının tespitine ve entegre yönetim stratejilerinin geliştirilmesine imkan sağlamaktadır. DEMATEL yöntemi, karmaşık sistemlerdeki neden-sonuç ilişkilerini analiz etmek için kullanılan çok kriterli karar verme (MCDM) tekniklerinden ve belli aşamalara göre sonuca ulaşılmaktadır.

### ***Yöntemin Temel Mantığı***

Uzmanlar, her bir faktörün diğerlerini ne ölçüde etkilediğini 0–4 aralığındaki bir ölçekle değerlendirir (0 = Etkilemez, 1 = Zayıf, 2 = Orta, 3 = Güçlü, 4 = Çok güçlü). Bu değerlendirmeler sonucunda bir doğrudan ilişki matrisi (Direct Relation Matrix) oluşturulur.

### ***DEMATEL Adımları***

DEMATEL yöntemi, faktörler arasındaki doğrudan ilişkilerin belirlenmesiyle başlar. Uzmanlardan elde edilen verilerle oluşturulan bu matris, her faktörün diğerleri üzerindeki etki düzeyini gösterir. Ardından, matris elemanlarının 0–1 aralığına indirgenmesi için normalizasyon işlemi uygulanır. Elde edilen normalize matris, doğrudan ve dolaylı etkileri içeren toplam ilişki matrisine dönüştürülür. Her uzman için  $n \times n$  boyutunda (örneğin 11 faktör  $\rightarrow 11 \times 11$ ) bir matris oluşturulur. Her hücre  $x_{ij}$ , “i faktörünün j faktörünü etkileme derecesini” gösterir. Köşegen hücreler ( $i = j$ ) sıfırdır. Bu işlem aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$T = N(I - N)^{-1} \quad (1)$$

Burada I, birim matrisi; T ise doğrudan ve dolaylı etkileri içeren toplam etki matrisini ifade eder.

Klasik DEMATEL yöntemine göre, toplam ilişki matrisi oluşturulduktan sonra her bir faktör için satır toplamı (D) ve sütun toplamı (R) değerleri hesaplanır. Toplam ilişki matrisi oluşturulduktan sonra, her bir faktör için satır toplamı (D) ve sütun toplamı (R) değerleri hesaplanır. D değeri, bir faktörün diğer faktörler üzerindeki toplam etkisini; R değeri ise, diğer faktörlerden aldığı toplam etkiyi gösterir. Bu değerler kullanılarak her faktör için (D+R) ve (D–R) hesaplanır.

(D+R) değeri faktörün sistemdeki toplam önem derecesini, (D–R) değeri ise faktörün neden mi (etkileyen) yoksa sonuç mu (etkilenen) olduğunu belirler. (D–R) pozitif olan faktörler “neden (driving)”, negatif olanlar “sonuç (dependent)” faktörler olarak sınıflandırılır. Bu değerler, neden-sonuç diyagramı üzerinde görselleştirilerek sistemdeki temel etki ilişkilerinin analizine imkân sağlar.

**Tablo 7.** Faktör Tanımları ve Faktörler

| Faktör Kodu | Faktör Tanımı                            |
|-------------|------------------------------------------|
| F1          | Evsel atıksu deşarjı                     |
| F2          | Endüstriyel atıklar                      |
| F3          | Tarımsal besin tuzları (gübre, pestisit) |
| F4          | Atıksu arıtma altyapısının yetersizliği  |
| F5          | Kıyı yerleşimlerinin yoğunluğu (nüfus)   |
| F6          | Deniz taşımacılığı ve gemi atıkları      |
| F7          | Müsilaj oluşumu                          |
| F8          | Deniz ekosistemindeki biyolojik bozulma  |
| F9          | Yönetimsel koordinasyon eksikliği        |
| F10         | Kamu farkındalığı / davranış             |
| F11         | İklim değişikliği etkileri               |

Marmara Denizi kıyılarındaki çevresel sorunların analizi için faktörler arasındaki etkileşimlerin belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Ancak, her bir faktörün diğerleri üzerindeki etkisini kesin sayısal değerlerle belirlemek mümkün olmadığından, çalışmada ikili karşılaştırmaların dilsel ifadeler ve klasik DEMATEL ölçek kullanılarak yapılması uygun görülmüştür. Buna göre; uzman görüşleri ve literatür taraması sonucunda faktörlerin önem düzeylerini ortaya koymak üzere dağılımları dikkate alınmıştır.

**Tablo 8.** Faktör Dağılımları

| Faktör | Tekrar Sayısı |
|--------|---------------|
| F1     | 7             |
| F4     | 6             |
| F9     | 3             |
| F7     | 3             |
| F5     | 3             |
| F6     | 3             |
| F10    | 3             |
| F3     | 2             |
| F8     | 1             |
| F2     | 1             |

Tablo 8, Marmara Denizi kıyılarında belirlenen faktörlerin çalışmada kaç kez tekrar edildiğini göstermektedir. En yüksek tekrar sayısına sahip F1 faktörü, evsel atıksu deşarjını temsil etmekte olup, araştırmada en fazla vurgulanan unsur olarak öne çıkmaktadır. F4 ve F9 gibi diğer faktörler de önemli derecede etkiye sahip olarak belirlenmiştir.

**Tablo 9.** Kurum Bazlı Öncelik Dağılımı

| Kurum                                   | 1. Öncelik | 2. Öncelik | 3. Öncelik | 4. Öncelik |
|-----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| İstanbul ÇŞİD İl Müdürlüğü              | F4         | F1         | F9         | F7         |
| Marmara Kıyı Alanları Şube Md.          | F5         | F6         | F4         | F8         |
| Marmara Belediyeler Birliği             | F9         | F1         | F4         | F10        |
| Marmara ve Boğazlar Belediyeler Birliği | F6         | F1         | F5         | F9         |
| Erdek Belediyesi                        | F3         | F7         | F1         | F10        |
| Kocaeli Belediyesi                      | F2         | F4         | F6         | F1         |
| Tekirdağ Belediyesi                     | F3         | F1         | F4         | F5         |
| Yalova Belediyesi                       | F1         | F4         | F7         | F10        |

Tablo 9’da DEMATEL yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen anket sonucunda sekiz kuruma ilişkin değerlendirme bulguları sunulmuştur. Bu tabloda, her bir kurumun belirlenen faktörlere yönelik öncelik dereceleri ve etki düzeyleri sistematik biçimde ortaya konulmaktadır. Uygulama sonucunda elde edilen veriler, farklı kurumların hangi faktörleri daha kritik gördüklerini ve hangi değişkenlerin karar alma süreçlerinde daha etkili olduğunu göstermektedir.

**Tablo 10.** Marmara Denizi Kirliliği DEMATEL Anketi — Kurum Bazlı Öncelik Sıralaması Sonuç Tablosu

| Kurum / Kuruluş                                                              | En Önemli Etken (4)                          | İkinci Etken (3)                            | Üçüncü Etken (2)                            | Dördüncü Etken (1)                          | Yorum / Öncelikli Alan                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>İstanbul Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü</i> | F4: Atıksu arıtma altyapısının yetersizliği  | F1: Evsel atıksu deşarjı                    | F9: Yönetimsel koordinasyon eksikliği       | F7: Müsilaj oluşumu                         | İl genelinde arıtma tesisleri ve yönetim koordinasyonu en kritik sorun olarak görülmektedir.      |
| <i>Marmara Bölgesi Kıyı Alanları Şube Müdürlüğü</i>                          | F5: Kıyı yerleşimlerinin yoğunluğu           | F6: Deniz taşımacılığı ve gemi atıkları     | F4: Atıksu arıtma altyapısının yetersizliği | F8: Deniz ekosistemindeki biyolojik bozulma | Kıyı baskısı ve taşımacılık faaliyetleri kaynaklı kirlilik öncelikli risk alanıdır.               |
| <i>Marmara Belediyeler Birliği</i>                                           | F9: Yönetimsel koordinasyon eksikliği        | F1: Evsel atıksu deşarjı                    | F4: Atıksu arıtma altyapısının yetersizliği | F10: Kamu farkındalığı / davranış           | Kurumsal koordinasyon ve farkındalık eksikliği bölgesel düzeyde temel sorun olarak öne çıkmıştır. |
| <i>T.C. Marmara ve Boğazlar Belediyeler Birliği</i>                          | F6: Deniz taşımacılığı ve gemi atıkları      | F1: Evsel atıksu deşarjı                    | F5: Kıyı yerleşimlerinin yoğunluğu          | F9: Yönetimsel koordinasyon eksikliği       | Deniz trafiği kaynaklı atık yükü ve kentsel yoğunluk temel etkenlerdir.                           |
| <i>Erdek Belediyesi</i>                                                      | F3: Tarımsal besin tuzları (gübre, pestisit) | F7: Müsilaj oluşumu                         | F1: Evsel atıksu deşarjı                    | F10: Kamu farkındalığı / davranış           | Tarımsal kirlilik ve yazlık nüfus artışı Erdek için belirleyici etkindir.                         |
| <i>Kocaeli Belediyesi</i>                                                    | F2: Endüstriyel atıklar                      | F4: Atıksu arıtma altyapısının yetersizliği | F6: Deniz taşımacılığı ve gemi atıkları     | F1: Evsel atıksu deşarjı                    | Endüstriyel kirlilik baskısı ve altyapı eksiklikleri en yüksek önceliklidir.                      |
| <i>Tekirdağ Belediyesi</i>                                                   | F3: Tarımsal besin tuzları                   | F1: Evsel atıksu deşarjı                    | F4: Atıksu arıtma altyapısının yetersizliği | F5: Kıyı yerleşimlerinin yoğunluğu          | Tarım kaynaklı kirlilik, kentleşme ve altyapı sorunlarıyla birleşmektedir.                        |
| <i>Yalova Belediyesi</i>                                                     | F1: Evsel atıksu deşarjı                     | F4: Atıksu arıtma altyapısının yetersizliği | F7: Müsilaj oluşumu                         | F10: Kamu farkındalığı / davranış           | Nüfus artışı ve yetersiz arıtma tesisleri temel kirlilik kaynaklarıdır.                           |

Tablo 10’da görüldüğü gibi; DEMATEL analizine göre Marmara Denizi kirliliğinde en etkili iki temel faktör atıksu arıtma altyapısının yetersizliği ve evsel atıksu deşarjıdır. Yönetimsel koordinasyon eksikliği ve düşük kamu farkındalığı sürdüğü sürece, çevresel yüklerin sistematik olarak azalması zor görünmektedir. Diğer faktörler (deniz taşımacılığı ve gemi atıkları, tarımsal besin tuzları, müsilaj oluşumu) ise bölgesel veya dolaylı etkilerle katkıda bulunmaktadır.

**Tablo 11. DEMATEL Sonuç Yorumları**

| <i>Faktör</i>                  | <i>D</i> | <i>R</i> | <i>D+R</i> | <i>D-R</i> | <i>Yorum</i>       |
|--------------------------------|----------|----------|------------|------------|--------------------|
| <b>F4: Arıtma altyapısı</b>    | 3.82     | 2.15     | 5.97       | +1.67      | Ana neden faktör   |
| <b>F1: Evsel atıksu</b>        | 3.45     | 3.12     | 6.57       | +0.33      | Güçlü neden faktör |
| <b>F7: Müsilaj oluşumu</b>     | 1.88     | 4.02     | 5.90       | -2.14      | Sonuç faktör       |
| <b>F8: Ekosistem bozulması</b> | 2.11     | 3.78     | 5.89       | -1.67      | Sonuç faktör       |

DEMATEL analizinde, her bir faktörün diğer faktörlere gönderdiği toplam etki D ve diğer faktörlerden aldığı toplam etki R hesaplanmıştır. Bu değerler kullanılarak her faktör için  $(D + R)$  ve  $(D - R)$  değerleri belirlenmiştir.  $(D + R)$  yüksek olan faktörler, sistemde diğer faktörlerle daha güçlü ilişkiler taşımaktadır.  $(D - R)$  pozitif olan faktörler, diğer faktörler üzerinde daha fazla etkiye sahiptir ve etkileyen (gönderici) faktörler olarak değerlendirilir.  $(D - R)$  negatif olan faktörler ise diğer faktörlerden daha fazla etkilenir ve etkilenen (alıcı) faktörler olarak kabul edilir. Bu klasik DEMATEL uygulaması sonucunda her faktörün öncelik ve etki durumu belirlenmiş ve Tablo 11’de gösterilmiştir.

DEMATEL analizi sonuçlarına göre, Marmara Denizi kirliliğinde **ana neden faktörler** olarak arıtma altyapısının yetersizliği (F4) ve evsel atıksu deşarjı (F1) öne çıkmaktadır. Bu faktörler, sistemde diğer faktörler üzerinde baskın bir etkiye sahip olup,  $D-R$  değerlerinin pozitif olması, etkileyen (gönderici) faktörler olarak öncelikli olduklarını göstermektedir. Diğer yandan, müsilaj oluşumu (F7) ve ekosistem bozulması (F8)  $D-R$  değerleri negatif olan ve dolayısıyla diğer faktörlerden daha fazla etkilenecek sistemin çıktı değişkenleri konumunda bulunan sonuç faktörleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca  $D+R$  değerleri yüksek olan faktörler, sistemdeki toplam etkileşim yoğunluğunu göstermekte ve bu faktörlerin diğer faktörlerle güçlü ilişkiler içerisinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, arıtma altyapısı ve evsel atıksu deşarjı gibi neden faktörler, Marmara Denizi kirliliğinin başlıca tetikleyicilerini temsil ederken, müsilaj ve ekosistem bozulması gibi sonuç faktörler, söz konusu nedenlerin çevresel çıktıları olarak sistemde gözlemlenen etkilerdir. Dolayısıyla DEMATEL analizinin ortaya koyduğu bu neden-sonuç ilişkileri, çevresel yönetim stratejilerinin önceliklendirilmesinde ve müdahale alanlarının belirlenmesinde önemli bir rehber sunmaktadır.

## SONUÇ

Marmara Denizi kıyılarında yazlık nüfus artışı ve turizm yatırımlarının yarattığı çevresel baskılar, yalnızca bölgesel ölçekte değil, ulusal düzeyde de ekolojik, ekonomik ve toplumsal sonuçlar doğuran çok boyutlu bir sorun alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışmada elde edilen bulgular, yaz aylarında nüfusun birkaç kat artmasıyla mevcut atıksu arıtma kapasitesinin yetersiz kaldığını ve bunun özellikle fosfor ve azot yüklerinin yükselmesine, çözünmüş oksijen seviyelerinin kritik eşiklerin altına düşmesine yol açtığını göstermektedir. Bu süreç, ekosistemde ötrofikasyon riskini artırmakta ve 2021 yılında yaşanan müsilaj krizinde olduğu gibi ani ve yıkıcı çevresel felaketlere zemin hazırlamaktadır.

Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, su kalitesindeki bozulmalar turizm ve balıkçılık sektörlerinde kayıplara yol açmakta, bu kayıplar yerel gelir dağılımını ve istihdamı olumsuz etkilemektedir. Özellikle kıyı turizmi açısından önemli merkezlerde yaşanan çevresel riskler, uzun vadede bölgenin turizm potansiyelini zayıflatma tehlikesi taşımaktadır. Benzer şekilde, balıkçılıkta stok kayıpları ve biyolojik çeşitliliğin azalması, hem ekonomik sürdürülebilirliği hem de gıda güvenliğini riske atmaktadır.

Çevresel baskılar yalnızca ekosistem üzerinde değil, halk sağlığı üzerinde de doğrudan etkiler göstermektedir. Atıksu arıtma kapasitesinin yetersizliği, yaz aylarında mikrobiyolojik kirlilik riskini artırmakta, içme suyu güvenliğini ve deniz ürünleri tüketimini tehdit etmektedir. Bu durum, Marmara Denizi’nin korunmasını yalnızca çevresel bir mesele değil, aynı zamanda halk sağlığı ve toplumsal refah meselesi hâline getirmektedir.

Elde edilen bulgular, Marmara Denizi’nde yaşanan çevresel sorunların tek bir kaynaktan değil, sanayi, turizm, tarım, kentleşme ve altyapı yetersizliklerinin birleşiminden kaynaklanan çok boyutlu bir baskı sonucu ortaya çıktığını göstermektedir. Bu nedenle çözüm yaklaşımlarının sektörel değil, bütüncül ve entegre bir anlayışla geliştirilmesi gerekmektedir. Öncelikli olarak atıksu arıtma altyapısının güçlendirilmesi, fosfor ve azot yüklerinin azaltılması, sürdürülebilir turizm ve balıkçılık politikalarının uygulanması ve çevresel farkındalığın artırılması kritik öncelikler arasında yer almaktadır.

DEMATEL analizi sonuçları, Marmara Denizi kirliliğinde ana neden faktörler olarak arıtma altyapısının yetersizliği (F4) ve evsel atıksu deşarjı (F1) olduğunu göstermektedir. Bu faktörler sistemde diğer faktörler

üzerinde baskın bir etkiye sahiptir ve D–R değerlerinin pozitif olması, bu faktörlerin etkileyen (gönderici) rolünde olduklarını ortaya koymaktadır. Öte yandan, müsilaj oluşumu (F7) ve ekosistem bozulması (F8) D–R değerleri negatif olan ve dolayısıyla diğer faktörlerden daha fazla etkilenecek sistemin çıktı değişkenleri konumunda bulunan sonuç faktörleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca D+R değerlerinin yüksekliği, bu faktörlerin sistemdeki toplam etkileşim yoğunluğunu ve diğer faktörlerle güçlü ilişkilerini göstermektedir.

Dolayısıyla arıtma altyapısı ve evsel atıksu deşarjı gibi neden faktörler, Marmara Denizi kirliliğinin başlıca tetikleyicilerini temsil ederken, müsilaj ve ekosistem bozulması gibi sonuç faktörler, söz konusu nedenlerin çevresel çıktıları olarak sistemde gözlemlenen etkileri yansıtmaktadır. Bu neden-sonuç ilişkileri, çevresel yönetim stratejilerinin önceliklendirilmesi ve müdahale alanlarının belirlenmesinde önemli bir rehber sunmakta; entegre kıyı yönetimi, kapasite artırımı, fosfor ve azot yüklerinin azaltılması, sürdürülebilir turizm ve balıkçılık politikaları ile halk sağlığı odaklı önlemlerin uygulanması gibi bütüncül stratejilerin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışma, Marmara Denizi'ndeki kirlilik dinamiklerini neden-sonuç ilişkileri çerçevesinde ortaya koyarak çevresel yönetim ve politika geliştirme süreçlerine bilimsel bir temel sağlamaktadır; bu doğrultuda, atıksu altyapısının güçlendirilmesi ve bütüncül kıyı yönetimi stratejilerinin uygulanması öncelikli müdahale alanları olarak önerilmektedir.

## Kaynakça

- Ayhan, F. (2017). İstanbul'un Güneybatı İlçelerinde (Beylikdüzü, Silivri Ve Büyükçekmece) Ulaşımın Nüfus ve Yerleşmeye Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (35), 155-165.
- Birol-Özerk, G. (2012). Türkiye'de yazlık ikinci konutların yarattığı sorunlar bağlamında Balıkesir ili ege kıyılarındaki yazlık ikini konutlara genel bir bakış. *Megaron Balıkesir, Mimarlar Odası Balıkesir Şubesi Dergisi*, 28-35.
- Boell Stiftung Türkiye. (2022). Müsilaj sorunu: Nedenler, sonuçlar ve çözüm önerileri, [https://tr.boell.org/sites/default/files/2025-01/musilajrapor\\_tr\\_07.09.22.bsk\\_.pdf](https://tr.boell.org/sites/default/files/2025-01/musilajrapor_tr_07.09.22.bsk_.pdf)
- Çanakkale Belediyesi. (2022). Müsilajın etkileri ve çözüm önerileri konuşuldu. <https://canakkale.bel.tr/tr/sayfa/1140-haberler/4286-musilajin-etkileri-ve-cozum-onerileri-konusuldu>
- Emaar Akvaryum. (2023). Marmara Denizi'nde müsilaj sorunu ve deniz canlılarına etkileri. <https://emaarakvaryum.com/yasam/marmara-denizinde-musilaj-sorunu-ve-deniz-canlilarina-etkileri/>
- Gabus A. & Fontela E. (1972). *World Problems, An Invitation to Further Thought within The Framework of DEMATEL*. Battelle Geneva Research Centre, Geneva, Switzerland.
- Kavzoğlu, T., Çölkesen, İ., Sefercik, U.G. ve Öztürk, M.Y. (2021). Marmara Denizi'ndeki Müsilaj Oluşumlarının Çok Zamanlı Optik ve Termal Uydu Görüntülerinden Makine Öğrenme Algoritması ile Tespiti ve Analizi. *Harita Dergisi*, 166, 1-9.
- Koca, Y. N. (2004). Marmara Denizi tarihi haritaları ve portolanları. VIII. Türk Deniz Ticareti Tarihi Sempozyumu, 155-172.
- Marmara Belediyeler Birliği. (2021). Marmara Denizi atıksu altyapı durumu ve deniz deşarjları raporu. İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği Yayınları.
- TESKİ (Tekirdağ Su ve Kanalizasyon İdaresi), BASKİ (Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi) & BUSKİ (Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi). (2022–2024). Faaliyet raporu: Marmara Ereğlisi, Erdek & Avşa Adası, Mudanya, Şarköy.
- OECD. (1982). *Eutrophication of waters: Monitoring, assessment and control*. OECD.
- Olgaç, İ., & Doğan, M. (2024). Marmara Bölgesi'ndeki illerin sürdürülebilirlik düzeylerinin coğrafi göstergelerle belirlenmesi. *Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 365-380.
- Si, S. L., You, X. Y., Liu, H. C., & Zhang, P. (2018). DEMATEL technique: a systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018(1), 3696457.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). Atıksu arıtma tesisleri envanteri ve çevre durum raporları. Ankara: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY).
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). Marmara bölgesi özellikleri. <https://mthmm.csb.gov.tr/bolgemiz-i-85694>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). Marmara Denizi. MARMOD. <https://marmod.ims.metu.edu.tr/marmara-denizi/>
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü. (2024). Yıllara göre turizm belgeli konaklama tesislerinin yatak sayısı (2005–2024). <https://yigm.ktb.gov.tr/Eklenti/131456,bakanlik-belgeli-tesis-yillik-bulten-2024xlsx.xlsx>
- T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü. (2024). *Yıllara göre turizm belgeli konaklama tesislerinin yatak sayısı (2005–2024)*. <https://yigm.ktb.gov.tr/Eklenti/131456,bakanlik-belgeli-tesis-yillik-bulten-2024xlsx.xlsx>
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). Marmara Havzası koruma eylem planı. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Tseng, M. L., & Lin, Y. H. (2008). Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste. Environmental Monitoring and Assessment, DOI 10.1007/s10661-008-0601-2.
- TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi. (2021). Marmara Denizi bilimsel izleme raporu.
- TÜİK. (2020). Nüfus tahminleri (2000-2006) ve Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçları (2007-2020). <https://www.tuik.gov.tr>
- TÜİK. (2024). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi (ADNKS), il/ilçe nüfus verileri. TÜİK Yayınları. <https://data.tuik.gov.tr>
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2000). Nutrient criteria technical guidance manuals.
- World Health Organization (WHO). (2003). Guidelines for safe recreational water environments.
- Yasak, Ü., & Doğan, S. (2018). Silivri’de ikinci konutların gelişimi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22(Özel Sayı 3), 2701-2718.
- Yücel, M., Kalkan Tezcan, E., Örek, H., Fach, B., & Tezcan, D. (2023). The study of deoxygenation and mucilage formation in the Marmara Sea using novel oceanographic approaches in the frame of MARMOD Project. Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, 2, 82-96.
- Yücel, M., Özkan, K., Fach, B., Örek, H., Mantıkcı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkın, S., & Tuğrul, S. (2021). Marmara Denizi’nin Geçirdiği Biyojeokimyasal Değişimler Bağlamında 2021 Müsilaj Patlaması, Güncel Baskılar ve Çözüm Önerileri. Marmara Denizi’nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri. Ankara: Turkish Academy of Sciences.
- Yümen, Z. (2021). Marmara Denizi’nde müsilaj sorunu ve çözüm yöntemleri. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/353138674\\_Marmara\\_Denizi%27nde\\_Musilaj\\_Sorunu\\_ve\\_Cozum\\_Yontemleri](https://www.researchgate.net/publication/353138674_Marmara_Denizi%27nde_Musilaj_Sorunu_ve_Cozum_Yontemleri)

**Ek-1**