

CİLT/VOLUME: 8 SAYI/ISSUE: 1

2025

# Efil Journal

Efil Ekonomi Araştırmaları Dergisi

Efil Journal of Economic Research

Contemporary Optimalist Market Economy and Turkiye..... 10

**Erdal Türkkan**

Yenilenebilir Enerji ve İklim Değişikliğinin Büyüme Üzerindeki  
Etkileri: E7 Ülkeleri..... 32

**Medine Acar, Rümeysa Buket Öner, Ayşe Nur Çırak**

Finansal Krizler ve Ekonomi..... 51

**Ali Emrah Şahin, Arzu Berber**

Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadele Politikaları Çerçevesinde  
Nükleer Yakıt Bağımlılığı..... 68

**Mihriban Bildir**

**Sahibi/Owner:** Eflatun Basım Dağıtım Yayıncılık Danışmanlık Yatırım ve Tic. Ltd. Şti. Adına; Fethiye Çolak

On Behalf of Eflatun Printing Distributing Publication  
Consulting Investment and Trade Ltd. Co.; Fethiye Çolak

**Publishing Director/Yayın Yönetmeni:** Serenay Dıraz

**İdare Yeri/Place of Management:** Bağcılar Mahallesi, Şemsettin Günaltay Caddesi  
283. Sokak Ata Apt. No: 9/7 06660  
Çankaya/ANKARA - TÜRKİYE  
Telefon : (+90 312) 442 52 10 - 11  
GSM : (+90 541) 232 00 95  
E-posta : info@efiljournal.com

**Baskı Tarihi/Date of Issue:** March / Mart 2025

**Tasarım/Design:** Ferhat Önder

**Basım Yeri/Printed By:** Meteksan Matbaacılık ve Teknik Sanayi Ticaret Anonim Şirketi  
Beytepe Köy Yolu No.3 Bilkent, Çankaya/Ankara  
Telefon: 0312 266 44 10  
Sertifika Nu.: 46519

**ISSN:** 2619-9580

**EISSN:** 2667-8012

**Yayın Türü/Publication Type:** Yaygın Süreli Yayın/Quarterly Publication

**Etki Faktörü/Impact Factor:**

**Dizinler/Index:** EBSCO  
CiteFactor Academic Scientific Journal  
DRJI Directory of Research Journals Indexing  
Academic Resource Index ResearchBib

---

### Yayın İlkeleri

Efil Journal, yılda dört kez Eflatun Basım Dağıtım Yayıncılık Danışmanlık Yatırım ve Tic. Ltd. Şti. tarafından yayımlanan hakemli bir dergidir. Dergide yayımlanan makalelerin bilim ve dil bakımından sorumluluğu yazarlara aittir. Dergide yayımlanan makaleler, kaynak gösterilmeden kullanılamaz. Dergide yayımlanan makalelerin yayın hakkı Eflatun Basım Dağıtım Yayıncılık Danışmanlık Yatırım ve Tic. Ltd. Şti.ne aittir ve izin alınmadan hiçbir şekilde yeniden çoğaltılamaz.

### Publication Principles

Efil Journal is a quarterly printed and refereed journal which is being published by Eflatun Printing Distribution Publishing Consulting Investment and Trade Ltd. Co. The responsibility of the published articles is belonged to the author. Articles published in the journal can not be used without giving reference to the source. Publication rights of the published articles are belonged to Eflatun Printing Distribution Publishing Consulting Investment and Trade Ltd. Co. Published articles can not be reproduced without permission.

# EfilJournal

Efil Ekonomi Araştırmaları Dergisi

Efil Journal of Economic Research

**CİLT/VOLUME: 8 SAYI/ISSUE: 1**

[www.efiljournal.com](http://www.efiljournal.com)

---

## EDİTÖRLER/CO-EDITORS

Altuğ Yalçıntaş	Ankara University, Ankara, Turkey
Cem Oyvay	Greenwich University, London, England
Ceyhun Elgin	Boğaziçi University Istanbul, Turkey
Gülçin Özkan	King's College London, London, England
Nazire Nergiz Dinçer	TED University, Ankara, Turkey
Ömer Faruk Çolak	Gazi University (Emeritus), Ankara, Turkey – Editor in Chief

## YAYIN KURULU/EDITORIAL BOARD

Ahmet Faruk Aysan	Hamad Bin Khalifa University, Ar-Rayyan, Qatar
Ali Coşkun Tunçer	University College London, London, England
A. Hakan Kara	Bilkent University, Ankara, Turkey
Alper Duman	Izmir University of Economics, Izmir, Turkey
Asena Caner	TOBB University of Economics & Technology, Ankara, Turkey
Ayça Tekin-Koru	TED University, Ankara, Turkey
Ayşe İmrohoroğlu	University of Southern California, Los Angeles, California, USA
Burçin Kısacıkıoğlu	Bilkent University, Ankara, Turkey
Cevat Giray Aksoy	King's College London, London, England
Devrim Dumludağ	Marmara University, Istanbul, Turkey
Ege Yazgan	İstanbul Bilgi University, Istanbul, Turkey
Elif Akbostancı Özkazanç	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Eren Gürer	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Erkan Erdil	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Erol Taymaz	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Fatih Güvenen	University of Minnesota, Minneapolis, United States of America
Gül İpek Tunç	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Güney Işıkara	New York University, New York, USA
Hakan Kışlal	Saint Leo University, Florida, United States of America
H. Nur Beyaz Erkızan	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
İbrahim Erdem Seçilmiş	Hacettepe University, Ankara, Turkey
İbrahim Semih Akçomak	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
İpek İlkaracan	İstanbul Technical University, Istanbul, Türkiye
Kağan Parmaksız	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Levent Koçkesen	Koç University, Istanbul, Turkey
Murat Yıldızoğlu	Bordeaux University Bordeaux, France
Münis Seven Ağır	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Nil İpek Şirikçi	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Onur Yıldırım	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Özgür Orhangazi	Kadir Has University, Istanbul, Turkey
Özgür Yılmaz	Koç University, Istanbul, Turkey
Pınar Derin Güre	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Refet Gürkaynak	Bilkent University, Ankara, Turkey
Seda Ertaç	Koç University, Istanbul, Turkey
Serdar Sayan	TOBB University of Economics & Technology, Ankara, Turkey
Süleyman Değirmen	Konya Food and Agriculture University, Konya, Turkey
Şirin Saraçoğlu	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Timur Han Gür	Hacettepe University, Ankara, Turkey
Turan Subaşat	Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey
Ufuk Akçığıt	The University of Chicago, Chicago, United States of America
Yusuf Soner Başkaya	University of Glasgow, Istanbul, Turkey
Ziya Öniş	Koç University, Istanbul, Turkey

## DANIŖMA KURULU/ADVISORY BOARD

Abdullah Yalaman	EskiŖehir Osmangazi University, EskiŖehir, Turkey
Ahmet Ŗahinz	BaŖkent University, Ankara, Turkey
Alessandro Sapio Parthenope	University of Naples, Napoli, Italy
Alicia Puyana Mutis	Latin American School of Social Sciences (Emeritus), Guatemala, Guatemala Republic
Alparslan Abdurrahman BaŖaran	Hacettepe University, Ankara, Turkey
Alpay Filiztekin	Özyeğin University, Istanbul, Turkey
Arne Heise	Hamburg University, Hamburg, Germany
Arzu Akkoyunlu Wigley	Hacettepe University, Ankara, Turkey
Asaf SavaŖ Akat	İstanbul Bilgi University, Istanbul, Turkey
Ayça Altıntığ	University of Southern California, Los Angeles, California, USA
Ayça Ebru Giritligil	İstanbul Bilgi University, Istanbul, Turkey
Aykut Kibritçioğlu	Turkish-German University, Istanbul, Turkey
Aykut Lenger	Ege University, Izmir, Turkey
AyŖe Mumcu	Boğaziçi University, Istanbul, Turkey
Begüm zkaynak	Boğaziçi University, Istanbul, Turkey
Bilin Neyaptı	Bilkent University, Ankara, Turkey
Bora Süslü	Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey
Boris Kagarlitsky	Institute for Globalisation Studies and Social Movements, Moscow, Russia
Burak Gürbüz	NiŖantaŖı University, Istanbul, Turkey
Cem Mehmet Baydur	Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey
Cumhur CoŖkun Küçüközmen	Izmir University of Economics, Izmir, Turkey
Çınla Akdere	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
David F. Ruccio	University of Notre Dame, Notre Dame, France
Derya Glterkin	İstanbul Technical University, İstanbul, Turkey
Dinar Kale	The Open University, Milton Keynes, United Kingdom
Dirk Meissner	National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia
Ebru Voyvoda	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Ercan Eren	Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey
Erdal zmen	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Erinç Yeldan	Kadir Has University, Ankara, Turkey
Erol Taymaz	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Ersin Kalaycıoğlu	Sabancı University, Istanbul, Turkey
Fatma Doğruel	Marmara University, Istanbul, Turkey
Feride Doğaner Gnel	Yıldız Technical University, Istanbul, Turkey
Fikret Adaman	Boğaziçi University, Istanbul, Turkey
Francesco Boldizzoni	University of Helsinki, Trondheim, Norway
Funda Barbaros	Ege University, Izmir, Turkey
Gökhan zertan	Boğaziçi University, Istanbul, Turkey
Hakan Ercan	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
Hakan Mıhçı	Hacettepe University (Emeritus), Ankara, Turkey
Hasan Cömert	Trinity College Hartford, Hartford, United States of America
Hüseyin zel	Hacettepe University, Ankara, Turkey
İlhan Can zen	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
İlhan Tekeli	Middle East Technical University, Ankara, Turkey
İnsan Tunalı	Koç University, Istanbul, Turkey
Jennifer Olmsted	Drew University, Madison, United States of America

L. Randall Wray  
Levent Neyse  
M. Aykut Attar  
M. Özgür Kayalica  
Marc-Alexandre S n gas  
Meghnad Desai  
Mehmet Teoman Pamukcu  
Meltem Dayıoğlu  
Muammer Kaymak  
Murat  okgezen  
Murat Koyuncu  
Necat Coşkun  
Oğuz Esen  
 ner G n avdı  
Recep Y cedoğru  
Remzi Sanver  
Robert H. Wade  
Roberto Frenkel  
Ruut Veenhoven  
Sacit Hadi Akdede  
Sadi Uzunoğlu  
Salih Barışık  
Selva Demiralp  
Semih T men  
Serkan K c kşenel  
Sinan S nmez  
Stavros Mavroudeas  
Susan E. Cozzens  
S bidey Togan  
şevket Pamuk  
Taner Berksoy  
Tarkan  avuşoğlu  
Timur Kuran  
Ümmühan G kocalı  
Walter G. Park  
Wolfgang Streeck  
Yalçın Karatepe  
Yasin K tt k  
Yaşar Uysal  
Yılmaz Akyüz  
Zuhal Yeşilyurt Gündüz

Bard College, New York, United States of America  
WZB & DIW Berlin, Berlin, Almanya  
Hacettepe University, Ankara, Turkey  
Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey  
University of Bordeaux, Bordeaux, Fransa  
London School of Economics (Emeritus), London, England  
Middle East Technical University, Ankara, Turkiye  
Middle East Technical University, Ankara, Turkey  
Hacettepe University, Ankara, Turkey  
Marmara University, Istanbul, Turkey  
Boğaziçi University, Istanbul, Turkey  
Ankara Hacı Bayram Veli University, Ankara, Turkey  
Izmir University of Economics, Izmir, Türkiye  
Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey  
Bülent Ecevit University, Zonguldak, Turkey  
İstanbul Bilgi University, Istanbul, Turkey  
London School of Economics and Political Science, London, England  
Center for the Study of State and Society, Buonas Aries, Argentina  
Rotterdam Erasmus University, Rotterdam, Holland  
Izmir Bakırçay University, Izmir, Turkey  
Trakya University, Edirne, Turkey  
Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey  
Koç University, Istanbul, Turkey  
TED University, Ankara, Turkey  
Middle East Technical University, Ankara, Turkey  
Atılım University, Ankara, Turkey  
Panteion University, Athina, Greece  
Georgia Institute of Technology, Atlanta, United States of America  
Bilkent University, Ankara, Turkey  
Boğaziçi University, Istanbul, Turkey  
Piri Reis University, Istanbul, Turkey  
Hacettepe University, Ankara, Turkey  
Duke University, Durham, United States of America  
Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey  
American University, Washington, United States of America  
Max Planck Institute for the Study of Societies, Köln, Germany  
Ankara University, Ankara, Turkey  
Altınbaş University, İstanbul, Turkiye  
Dokuz Eylül University, Izmir, Turkey  
UNCTAD, Geneva, Switzerland  
TED University, Ankara, Turkey

## DİL EDİTÖRÜ/LANGUAGE EDITOR

Hakan Kışlal

Saint Leo University, Florida, United States of America

## Editör'den

Dergimizin bu sayısı, 19-20 Aralık 2024 tarihinde TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi'yle birlikte düzenlediğimiz ikinci kongrede sunulan ve daha sonra hakem sürecinden geçen makalelerden oluşmaktadır.

İlk makalemiz Hacettepe Üniversitesinden Erdal Türkkan tarafından yazılan “Çağdaş Optimalist Piyasa Ekonomisi ve Türkiye” başlığını taşımaktadır. Türkkan, özgün çalışmasında çağdaş piyasa ekonomisinin özelliklerinden ve optimumun gerektirdiği etkinlik ve etkililik koşullarından yola çıkarak bu piyasanın Pareto optimumundan farklı, bir oyuncu dağılımı optimizasyonu sağlama performansına sahip olup olmadığı irdelenmektedir. Makalede ayrıca Türkiye'nin durumu, optimalist piyasa ekonomisinin politika bulguları ve iktisat eğitimi açısından önemi ele alınmaktadır.

İkinci makalemiz “Yenilenebilir Enerji ve İklim Değişikliğinin Büyüme Üzerindeki Etkileri: E7 Ülkeleri” başlığını taşımaktadır. Makale Medine Acar, Rümeyza Buket Öner ve Ayşe Nur Çırak tarafından kaleme alınmıştır. Çalışmada yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkilerini, E-7 ülkeleri örneğinde 2008-2021 yılları arası dönem için test edilmektedir. Çalışma sonucunda E-7 ülkeleri için sürdürülebilir bir ekonomik büyüme politika önerisi de geliştirilmiştir.

Bu sayımızdaki üçüncü makale “Finansal Krizler ve Ekonomi” başlığını taşımaktadır. Çalışmanın sahibi Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nden Ali Emrah Şahin ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi'nden Arzu Berber'dir. Yazarlar, çalışmasında finansal krizlerin nedenleri, etkileri ve sonuçları üzerinde odaklanmıştır.

Dördüncü ve son makalemiz Mihriban Bildir tarafından kaleme alınan “Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadele Politikaları Çerçevesinde Nükleer Yakıt Bağımlılığı”dır. Yazar çalışmasında nükleer yakıt ticareti ve politikaları mevcut veriler ışığında incelenerek politika önerileri geliştirmektedir. Enerji kaynaklı ekonomik ve siyasi tartışmaların arttığı bir dönemde ülkemizin de nükleer enerji üretme konusunda çalışma yaptığı düşünüldüğünde makale güncel tartışmalara da ışık tutacak niteliktedir.

Gelecek sayıda görüşmek umuduyla...

Ömer Faruk Çolak  
Sorumlu Editör

## Executive Summary

This issue of the Efil Journal of Economic Research consists of articles presented at the Second Efil Conference on Economics and Society, organized in collaboration with TOBB University of Economics and Technology on December 19-20, 2024, and subsequently subjected to the peer review process.

The first article written by Erdal Türkkan from Hacettepe University is “Contemporary Optimalist Market Economy and Türkiye”. Türkkan, starting from the characteristics of the contemporary market economy and the efficiency and effectiveness conditions required by the optimum, questions whether this market has the performance of providing a new player allocation optimisation different from the Pareto optimum. The paper also briefly analyses Türkiye’s situation, the policy implications of an optimalistic market economy and the requirements for economics education.

The second article is “The Impact of Renewable Energy and Climate Change on Growth: E7 Countries” written by Medine Acar, Rümeyşa Buket Öner ve Ayşe Nur Çırak. The aim of this study is to test the effects of renewable energy consumption and climate change on growth in the case of E-7 countries for the period between 2008 and 2021. In this article, a sustainable economic growth policy proposal has been developed for the E-7 countries.

The third article in this issue is titled “Financial Crises and the Economy.” The study is authored by Ali Emrah Şahin from Bolu Abant İzzet Baysal University and Arzu Berber from Kırşehir Ahi Evran University. In their work, the authors focus on the causes, effects, and consequences of financial crises.

The last article of this issue is written by Mihribah Bildir, “Nuclear Fuel Dependency Within the Framework of Policies to Combat Global Climate Change”. In this study, nuclear fuel trade and policies are examined in the light of current data and policy recommendations are created. Considering that our country is also working on nuclear energy production at a time when energy-related economic and political debates are increasing, the article is highly relevant and sheds light on current discussions.

We look forward to seeing you in the next issue.

Ömer Faruk Çolak  
Editor in Chief

# İÇİNDEKİLER

*Araştırma Makalesi*

Çağdaş Optimalist Piyasa Ekonomisi ve Türkiye..... 10  
**Erdal Türkkan**

*Araştırma Makalesi*

Yenilenebilir Enerji ve İklim Değişikliğinin Büyüme Üzerindeki Etkileri: E7  
Ülkeleri ..... 32  
**Medine Acar, Rümeyya Buket Öner, Ayşe Nur Çırak**

*Araştırma Makalesi*

Finansal Krizler ve Ekonomi..... 51  
**Ali Emrah Şahin, Arzu Berber**

*Araştırma Makalesi*

Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadele Politikaları Çerçevesinde Nükleer Yakıt  
Bağımlılığı ..... 68  
**Mihriban Bildir**



# CONTENTS

	<i>Research Article</i>
Contemporary Optimalist Market Economy and Turkiye..... 10 <b>Erdal Türkkan</b>	
	<i>Research Article</i>
The Impact of Renewable Energy and Climate Change on Growth: E7 Countries ..... 32 <b>Medine Acar, Rümeyşa Buket Öner, Ayşe Nur Çırak</b>	
	<i>Research Article</i>
Financial Crises and the Economy? ..... 51 <b>Ali Emrah Şahin, Arzu Berber</b>	
	<i>Research Article</i>
Nuclear Fuel Dependency within the Framework of Policies to Combat Global Climate Change ..... 68 <b>Mihriban Bildir</b>	

# Contemporary Optimalist Market Economy and Türkiye

Erdal Türkkkan, Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, SBE, erdalturkkan@hotmail.com,  
ORC-ID: 0009-0007-8151-3316.

## Abstract

In this paper, starting from the characteristics of the contemporary market economy and the efficiency and effectiveness conditions required by the optimum, it is questioned whether this market has the performance of providing a new player allocation optimisation different from the Pareto optimum. This new optimisation is related to the welfare gains that would result from the distribution of the spheres of influence of the four main players - the market, the State, the firm and the outside world - according to the absolute and relative advantages of each player. In this framework, the superiorities and failures of each player in solving old and new economic problems, how they have evolved and under which factors they have been realised are questioned, the efficiency and effectiveness conditions required by the optimisation are defined and the dynamics that ensure the realisation of these conditions are discussed. The paper also briefly analyses Türkiye's situation, the policy implications of an optimalistic market economy and the requirements for economics education.

**Keywords:** *Contemporary Market Economy, Optimalist Market Economy, Efficiency, Effectiveness, Players Distribution Optimality, Economics Education*

**JEL Codes:** *D30, G14, H75, L1.*

## Çağdaş Optimalist Piyasa Ekonomisi ve Türkiye

### Öz

Bu makalede, çağdaş piyasa ekonomisinin özelliklerinden ve optimumun gerektirdiği etkinlik ve etkililik koşullarından hareket edilerek, bu piyasanın Pareto optimumundan farklı, bir **oyuncu dağılımı optimizasyonu** sağlama performansına sahip olup olmadığı sorgulanmaktadır. Bu yeni optimizasyon, piyasa, devlet, firma ve dış dünyadan oluşan dört temel oyuncunun etki alanlarının dağılımının her bir oyuncunun mutlak ve nispi üstünlüklerine göre gerçekleşmesinin yaratacağı refah artışlarıyla ilişkilidir. Bu çerçevede, her bir oyuncunun eski ve yeni ekonomik sorunları çözüme sahip olduğu **üstünlük** ve **yetersizliklerinin** neler olduğu, nasıl geliştiği ve bunların hangi faktörlerin etkisi altında gerçekleştiği sorgulanmış, optimizasyonun gerektirdiği etkinlik ve etkililik koşulları tanımlanarak bu koşulların gerçekleşmesini sağlayan dinamikler ele alınmıştır. Tebliğde kısaca Türkiye'nin durumu, optimalist piyasa ekonomisinin politika implikasyonları ve iktisat eğitimi açısından gerekleri de ortaya konulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Çağdaş Piyasa Ekonomisi, Optimalist Piyasa Ekonomisi, Etkinlik, Etkililik, Oyuncu Dağılımı Optimumu, Ekonomi Eğitimi.*

**JEL Kodları:** *D30, G14, H75, L1.*

## Introduction

The aim of this paper is to clarify and discuss the concept of contemporary optimalist market economy, which has become increasingly apparent with its visible and invisible features; to determine which problems Türkiye is facing in the process of transition to an optimalist market economy; to discuss the implications of the optimalist market phenomenon in terms of economic policies and education.

The market economy has undergone significant developments over time. Firstly, the single-player market economy, which plays a guiding and regulatory role, has been replaced by a four-player market economy. These are the market, the State, the firm and the outside world. Second, there have been significant improvements in the guiding and regulating and problem-solving performance of all four players over time. Thirdly, there have been significant changes in the areas of guiding and regulation of all players over time. Again, there have been welfare-enhancing improvements (optimisation) in the distribution of guiding-regulation areas (spheres of influence) among the players over time. Fifthly, the process of change in the distribution of guiding -regulating areas among the 4 players based on absolute and relative problem-solving performance (efficiency-effectiveness) is ongoing. The modern market economy has emerged and taken shape, especially in developed countries, as a result of a long maturation process, and this process is far from complete. Türkiye is a country that is moving towards a modern market economy, but is experiencing significant setbacks and problems.

This paper is based on the author's book titled Contemporary Optimalist Market Economy published at the end of 2024. Apart from being a summary of this book, the paper includes new explanations on the relationship between the concept of **players distribution optimality** and Pareto optima, as well as its implications for Turkish practices, economic policy and economics education.

In this paper, firstly, the developments regarding the problem solving methods and performance of the four players in the contemporary market economy will be discussed, then the superiorities and failures of the four main players will be analysed, in the third section, the definition of the optimum in determining the spheres of influence of the players will be defined, in the fourth section, how the optimum can be realised will be questioned, in the fifth section, the question of whether the conditions of the optimum can be realised in the distribution of players in Turkey will be discussed, and finally, in the sixth section,

the implications of the contemporary market economy in terms of economic policies and economics education will be briefly mentioned.

## **1. Improvements in Problem Solving Methods and Performance of Four Players in the Contemporary Market Economy**

In the modern market economy, there have been significant improvements both in the problem-solving methods of the four players and in the performance of these players.

### **1.1. Developments in Problem Solving Methods**

One of the developments observed in the contemporary market economy is the diversification and aggravation of economic problems. In this framework, some new problems have emerged in addition to the classical economic problems. In parallel with the development and diversification of problem-solving methods over time, there have been significant developments in the problem-solving areas of the four guiding-regulating players. In this framework, progress has been made both in solving classical economic problems and in tackling new economic problems (Türkkan, 2024: 25-36).

Classical economic problems can be addressed within the framework of efficient use of resources, full utilisation of resources and development of resources. New economic problems, on the other hand, are gaining greater importance every day. It is possible to summarise these problems under various headings: The problem of gaining the ability to cope with climate change and environmental problems which includes important sub-headings such as taking measures against global warming, coping with the problem of pollution caused by rapid urbanisation, increase in the number of goods and services, reducing carbon emissions with renewable energy and gaining energy independence, and the ability to get rid of harmful wastes. Among the new economic problems, the problem of keeping pace with globalisation remains important. In this context, issues such as gaining regulatory competitiveness to attract capital, gaining the ability to make maximum use of economies of scale, gaining the ability to supply advantageous inputs and goods, gaining voluminous production and marketing (export) ability (competitiveness) come to the fore. One of the new economic challenges is adaptation to the scientific and technological revolution. One of the important dimensions of this problem is adaptation to artificial intelligence, digitalisation and industry 6.0 processes. Another dimension is the utilisation of new technologies that enable the production of high value-added products. The creation of institutions enabling inclusive economic and social development is another dimension of the new economic challenges. To these challenges should be added the development of automatic stabilisers and protection against systemic and pandemic risks.

Table 1 summarises the methods of solving economic problems in the contemporary market economy and the methods by which the four players can solve problems. Undoubtedly, there are some methods that play a decisive role for each player (Türkkan, 2024: 47-56). For example, price determination is the dominant problem solving method of the market. However, this method is also used by the State, the firm and the outside world.

**Table 1.** Problem Solving Methods in the Contemporary Market Economy

Methods	Market	State	Firm	External World
Price determination	Main determinant	Determinant and influential determinant	Determinant and influential determinant	Determinant and influential determinant
Quantification	On digital platforms	Restrictions and prohibitions	Internal restrictions and prohibitions	Restrictions and prohibitions
Rule-making	Without sanctions at the micro level	Main determinant	Internal rules	Effective determinant in external rules
Digital techniques	Open to practice	Main practitioner	Main practitioner	Open to practice
Good governance	In organised markets	Government agencies	Main implementer	International organisations
Competition	In related markets	In Public Procurement	Within itself	In International markets
Tax - Subsidy	Tax shifting	Tax imposition-Subsidizing	Tax Shifting	Tax Imposition-shifting, Subsidizing
Use of force	None	Main determinant	None	Limited
Supervision	Micro-level	Main determinant	Internal audit	Limited
Prohibition	None	Main determinant	Internal prohibitions	Limited
Reconciliation	At the micro level	At macro and micro level	At micro level	At international level
Bargaining	Non-standard goods markets	Public procurement	Suppliers, customers, employees	Inter-country Company-Country
Co-operation	Horizontal and vertical co-operation in markets	Public-private Public-public Public-external world	Firm-Firme Firm-State	Inter-country, Inter-company-Global org.-country
Venture	Motivating	Actually can	Main actor	Motivating / doing
Organisation	Informal	Formal	Formal	Formal
Publicity	Informal	Can	Can	Can limited
Providing motivation	High	High	Internal motivation	Attraction, motivation
Informing	Through price	Through regulations	Internal regulations	Price and external regulations
Others	Other	Other	Other	Other

Source: Türkkan (2024 : 47-48).

In order for the above-mentioned problem solving methods to be implemented and effective, certain fundamental freedoms must be realised with minimum restrictions. These freedoms include freedom of property, freedom of contract, freedom of enterprise, freedom of thought and expression, freedom of association, freedom of movement and settlement. The fulfilment of the requirements of fair competition in the economy and politics (Türkkan, 2016b) also constitutes one of the basic conditions for the implementation and effectiveness of problem-solving methods. In the modern market economy, there have been significant developments in these areas.

## **1.2. Improvements in Player Performance**

Over time, there have been significant improvements in the problem-solving performance of the modern market economy (Türkkan, 2024: 25-36). Firstly, significant increases have been realised in the ability to use resources effectively by solving market failures. Secondly, significant improvements have been achieved in the ability to full employment of resources through institutional capacity increases and automatic stabilisers. There have also been significant improvements in the ability to develop resources through institutional capacity building, globalised markets and the scientific and technological revolution. The ability to improve absolute income distribution has been enhanced through institutional capacity building, trade unions, political organisations, etc. In gaining the ability to cope with environmental and climate change problems, factors such as institutional capacity increases and the development of renewable energy have been effective. Significant progress has also been achieved in terms of acquiring the ability to cope with global competition through institutional capacity building, opening up to foreign markets and the establishment of the WTO. In terms of developing the ability to adapt to the scientific and technological revolution, factors such as institutional capacity building, protection of industrial property and competition have been effective. Likewise, the ability to combat systemic and pandemic risks has been enhanced through new institutional capacity building. Finally, new institutional capacity building has been effective in increasing the ability to respond to different beliefs and ideologies.

Performance improvements were observed in all four guiding and regulating players (Türkkan, 2024: 194-212).

-There have been significant performance improvements in markets, driven by globalisation, effective competition, supervision, digitalisation, deepening, diversification, minimum necessary regulations, changes in predictability conditions, various organisations and deregulations.

-Increases in the performance of the State were mainly driven by the separation of powers, independent and effective judiciary, improvement in legitimate executive and legislative powers determined by fair political competition, strong oversight, accountability, transparency, democratisation, digitalisation, specialisation, decentralisation, deregulation, privatisation, predictable, flexible and inclusive approaches.

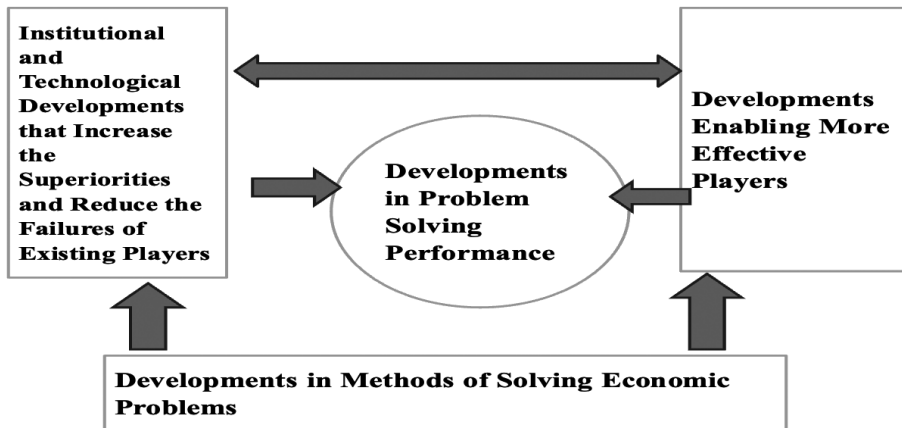
-At firm level, there has been a significant performance increase in the ability to solve

problems due to factors such as the global dimension of companies, improvements in the competitive environment, effective horizontal (participatory) organisations, digitalisation, professional management, going public and the development of social responsibility understanding.

-In the performance of the external world, significant increases and improvements have occurred due to factors such as the development of global organisations (IMF, World Bank, G20, G7, WTO), the formation of strong liberalisation and integration movements (such as EU, BRICS, NAFTA), increased system homogeneity, increased interdependence, digitalisation, strong communication and communication infrastructure.

A closer examination of the sources of the increases in the problem-solving performance of the contemporary market economy reveals the interactions summarised in Figure 1.

**Figure 1.** Sources of Improvements in Problem Solving Performance



## 2. Superiorities and Failures of the Four Key Players

Determining that each of the four main players, who have a significant influence on resource allocation, has certain superiorities and failures is important for the determination of the optimalist characteristic of the contemporary market economy. It is also important to identify the factors that determine the superiorities and failures of each player. Because as these factors change, the superiorities and failures are also subject to change. In a competitive environment, there is a tendency for the sphere of influence of each player to be formed where the superiority is greater than the failure in absolute and relative terms.

## 2.1. Superiorities and Failures of the Market

Markets have various superiorities and failures (Türkkan, 2024: 58-72.). It is possible to summarise them under the headings shown in Table 2.1.

**Table 2.1.** Market Superiorities and Market Failures

Market Superiorities	Market Failures
1) Good valuation machine	1) Inability to produce collective goods
2) Producing a price system that reflects shortages	2) Failures in semi-collective goods
3) Ensuring consumer sovereignty	3) Sensitive goods vulnerability
4) Creating competition	4) Failure to perceive positive externalities
5) Fair reward and punishment	5) Inability to perceive negative externalities
6) Encouraging innovations	6) Failure to consider social externalities
7) Freedom of choice	7) Destroying competition through cartelisation
8) Rapid resource mobilisation	8) Destroying competition through monopolisation
9) Number superiority	9) Creating asymmetric information
10) Working at low cost	10) Disruptions in times of crisis
11) Economic democracy and welfare maximisation	11) Probability of systemic risk
12) Other	12) Other

**Source:** Türkkan (2024: 58).

The question of which factors are decisive in the emergence of these superiorities and failures becomes important here. In this regard, it can be said that the nature of goods and services, the size and depth of the market, the presence and nature of non-market interventions, the competitive nature of the market, the level of digitalisation and economic freedoms are effective (Türkkan, 2024: 52-72.).

## 2.2. Superiority and Failures of the State

The advantages and shortcomings of the State can be summarised as shown in Table 2.2 (Türkkan, 2024: 79-93).

It can be said that the existence of independent and effective regulatory, supervisory and balancing institutions, the degree of compliance with the principles of separation of powers and the rule of law, the level of decentralisation, the quality of goods and services and the level of digitalisation are effective in determining the superiority and failure of the State (Türkkan, 2024: 93-95).

**Table 2.2** Superiorities and Failures of the State

<b>Superiorities of the State</b>	<b>Failures of the State</b>
1) Monopoly on taxation and power to provide free services	1) Priority of vote and power maximisation
2) Power to make rules and impose sanctions	2) High probability of negative selection
3) Macro intervention power	3) Danger of power maximisation and abuse of power
4) Power to do and make	4) Security approach
5) Ability to change, redirect and adapt itself to new conditions	5) Centralisation
6) Ability to gain legitimacy	6) Tendency to corruption
7) Predictability	7) Asymmetric information
8) Continuity	8) Cumbersomeness and bureaucracy
9) Visibility and accessibility	9) Danger of discrimination
10) Trust and money creation	10) Tendency to create a monopoly
11) Global interlocutor	11) Tendency to create barriers to entry
12) Other	12) Other

**Source:** *Türkkan (2024: 79).*

### 2.3. Superiorities and Failures of the Firm

The glaring advantages and shortcomings of the company can be summarised as shown in Table 2.3 (Türkkan, 2024: 97-106).

Among the factors that determine the superiority and failures of the firm, the nature of goods and services, the constraints created by public regulations and the ecosystem, firm size, the level of globalisation of the firm and the relevant market, the level of digitalisation, and the level of competition in the relevant market come to the fore (Türkkan, 2024: 106-110).

**Table 2.3** Superiorities and Failures of the Firm

<b>Superiorities of the Firm</b>	<b>Failures of the Firm</b>
1) Strong motivation and vision ownership	1) Working under public constraint
2) Taking and managing risks with new initiatives	2) Principal-agent problem and irrational behaviours
3) Sensitivity to competition and ability to compete	3) Non-competitive behaviours
4) Ability to co-operate	4) Negative economies of scale
5) Ability to join forces	5) Continuity problem

6) Information-based problem solving and rapid adaptability	6)Exploitation of asymmetric information and moral hazard
7) High sensitivity fast response	7) Tendency to abuse of asymmetric power
8)Innovation	8)Working under ecosystem constraint
9)Possibilities of positive economies of scale, economies of network and economies of scope	9)Openness to unfair competition
10) Chance to operate at the global level	10) Resilience to internal and external shocks
11)Chance to change bad management	11)Openness to internal and external unfair competition
12) Other	12) Other

**Source:** *Türkkan (2024 : 97).*

#### 2.4. Superiorities and Failures of the External World

The advantages and inadequacies of the external world can be summarised in Table 2.4 (Türkkan, 2024: 111-120.).

**Table 2.4** Superiorities and Failures of the External World

<b>Superiorities of the External World</b>	<b>Failures of the External World</b>
1)Unlimited market	1)Power asymmetry
2) Unlimited input options	2) Information asymmetry
3) Unlimited capital	3) Heterogeneous structure
4) Possibility of wide technology transfer	4) Systemic risks
5) Creating actual and potential competitive pressure	5) Pandemic risks
6) Creating regulatory competition pressure	6) Geopolitical risks
7) Advantageous global division of labour	7) Lack of regulatory authority
8) Possibility to improve global income distribution	8) High transport costs
9) Global solidarity in difficult situations	9) Discriminatory relations
10) Unlimited consumer goods option	10) Uncontrolled migration
11) Global positive externalities	11) Global negative externalities
12)Other	12) Other

**Source:** *Türkkan (2024: 111).*

Among the factors that determine the superiorities and failures of the external world, factors such as the quality of goods and services, geopolitical and systemic risks, the level of globalisation of markets, the level of power asymmetry and homogenisation between countries, digitalisation, communication and transport infrastructure, inter-country integration and the level of global institutionalisation gain importance (Türkkan, 2024: 120-125).

## **2.5. Factors Affecting the Superiorities and Failures of Guiding and Regulating Players in General**

In the development process of the modern market economy, many factors have been influential in shaping the superiorities and failures of the four players in general (Türkkan, 2024: 125-130). Firstly, the nature of the guiding and regulation area (goods and services) (Collective goods - private goods, semi-collective goods/ , Real sector - financial sector distinction / Tradable - non tradable distinction etc.) has been the most important determinant. Secondly, the level of development of the relevant countries (per capita income, Human Development Index) has an impact on the superiorities and failures of the guiders and regulators in various ways. Third, the level of development of freedoms and fair competition has the potential to influence superiority and failures in various ways. The level and form of external integration of each country, the level and form of technological development, the level of digitalisation, the level of competitive pressure, the geopolitical, pandemic and natural risks that each country faces, the presence of chronic structural problems (current account deficit, lack of infrastructure, etc.) and the political regime (separation of powers, level of centralisation, etc.) are also important factors that generally affect the superiority and inefficiency of players (Türkkan, 2024: 125-130).

## **3. Definition of the Optimum in Determining the Spheres of Influence of Players**

In the contemporary market economy, two optima can be mentioned. The first one is the Pareto optimum defined by the welfare theory. This optimum, which is achieved by the realisation of certain marginal conditions in production, exchange, and effort is related to the efficient allocation of resources (Türkkan, 1996: 276-305). This optimum is realised when it is not possible to increase the welfare level of even one person by making any change in resource allocation. This optimum, which is theoretically characterised as the first best, can be reached by the market mechanism or by the establishment of a price system by a central authority that also ensures the realisation of marginal conditions. If some of the marginal conditions cannot be fulfilled, a second best optimum can be reached (Türkkan, 1984; Türkkan, 1996: 305-308).

There is a second type of optimum in the contemporary market economy. The main indicator of the attainment of this optimum is that **it is not possible to increase the welfare level of the society to a noticeable extent by making any change in the sphere of**

**influence of the four basic guiders or regulators that are effective in resource allocation** (Türkkan, 2024: 173). This second optimum for a more efficient and effective allocation of players increases the chances of realising the Pareto optimum and facilitates the achievement of the second best optimum even if the first optimum cannot be achieved. Because in this way, the biggest deviations are eliminated (Türkkan, 1984: 163; Türkkan, 2001: 103; Türkkan, 1996: 305-308). The basic assumption on which this optimum is based is that there is an optimal sphere of influence for each player according to the absolute and relative superiorities and failures of the players in the contemporary market economy. For this optimum to be realised, three conditions must be fulfilled.

### 3.1. Three Conditions of Optimum

In every economy, tens of thousands of goods, services and fields of activity need to be guided and regulated by a certain player (market, state, firm and the outside world). In order to reach the optimum, these guidance and regulations must meet the conditions of efficiency and effectiveness (Türkkan, 2024: 174-177).

1) **Efficiency Condition:** The Superiority (Ss) / Failure (Fs) ratio of each selected player in each guiding and regulating area must be greater than one.  $Ss/Fs > 1$

2) **Effectiveness Condition:** In each guiding and regulating area, the selected player's Superiority (Ss) / Failure (Fs) ratio must be higher than the best alternative player's Superiority (Sa) / Failure (Fa) ratio.  $Ss/Fs > Sa/Fa$

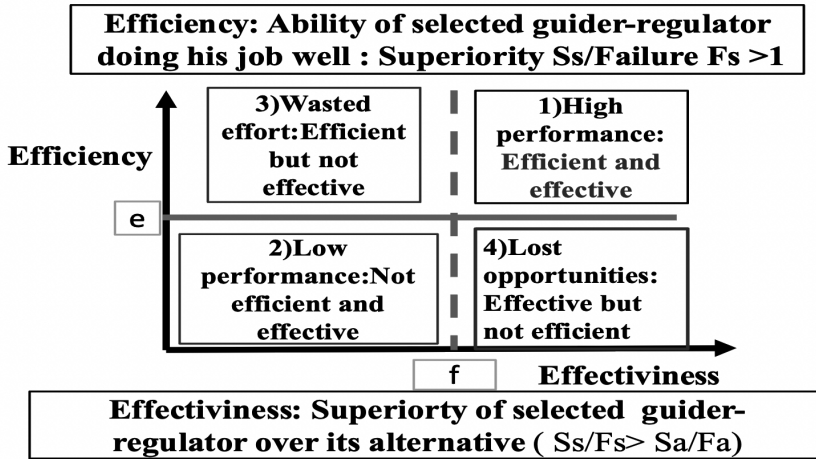
If the selected player does not fulfil the efficiency and effectiveness condition, a substitution will be necessary. However, in this case, a third condition of optimisation comes into play.

3) The absolute magnitude of the relative Superiority-Failure advantage must be higher than the **switching cost**. Relative absolute advantage should be  $RAA > \text{Switching Cost (SC)}$ .

The realisation of the first two conditions for efficiency and effectiveness can be described with the help of Figure 3.1.1 below.

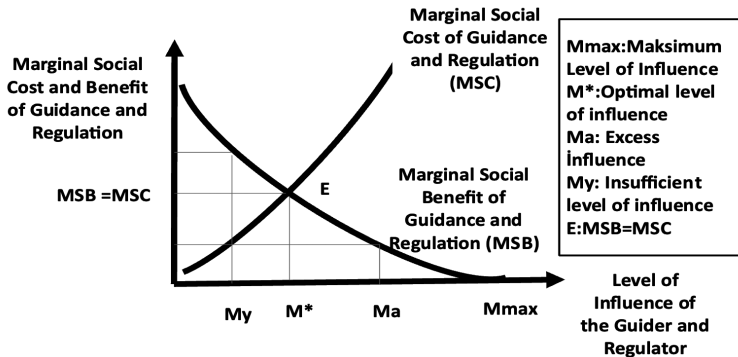
It is also possible to define the same optima with the help of Figure 3.1.2. Here, at the point where the marginal social benefit (MSB) and marginal social cost (MSC) of the guidance and regulation made by a certain guider and regulator player in a certain area are equalised, the optimal level of influence of this player is determined.

Figure 3.1.1 Efficiency and Effectiveness Condition for Determining Optimal Impact Areas



Source: Türkkan (2024: 174).

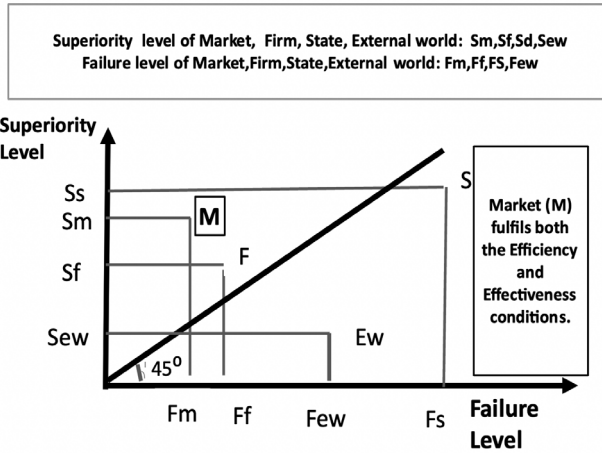
Figure 3.1.2 Optimal Level of Influence for Market, State, Firm, External World



Source: Türkkan (2024: 162).

Thus, the player who realises the highest MSB with the lowest MSC will be the main player. It is also possible to show the absolute and relative superiority of different players in the realisation of the two conditions of the optimum together on the same figure. Figure 3.1.3 compares the superiority and failure of the market, the state, the firm and the outside world in terms of guidance and regulation performance in a given area. At the end of this comparison, hypothetically the player M at the top of the 45 degree line will be chosen.

**Figure 3.1.3** Combined Assessment of Absolute and Relative Superiority of Guiders-Regulators in a Certain Field

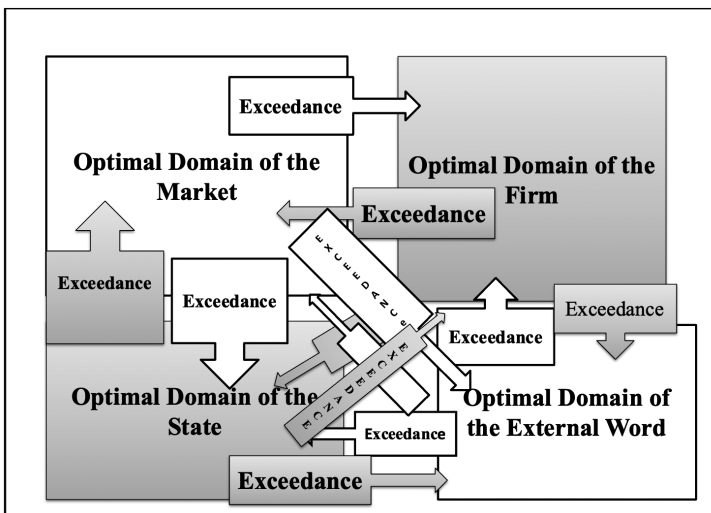


Source: Türkkan (2024: 176).

### 3.2. Impact Areas and Exceedances

Since the change of spheres of influence is slow in practice, each guiding and regulating player oversteps the other's sphere of influence (Türkkan, 2024: 167-172) (See Figure 3.2.1). These exceedances apply to all players.

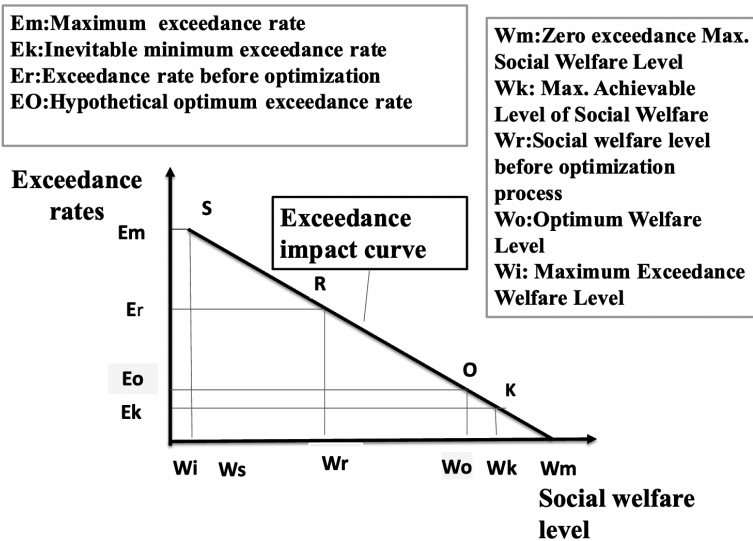
**Figure 3.2.1** Optimal Sphere of Influence Exceedances



Source: Türkkan (2024 : 167).

The point to be underlined here is that the level of social welfare is sensitive to the minimum level of these exceedances. Figure 3.2.2 expresses this sensitivity.

**Figure 3.2.2** Exceedance Rates and. Social Welfare Level



**Source:** *Türkkan (2024 : 172).*

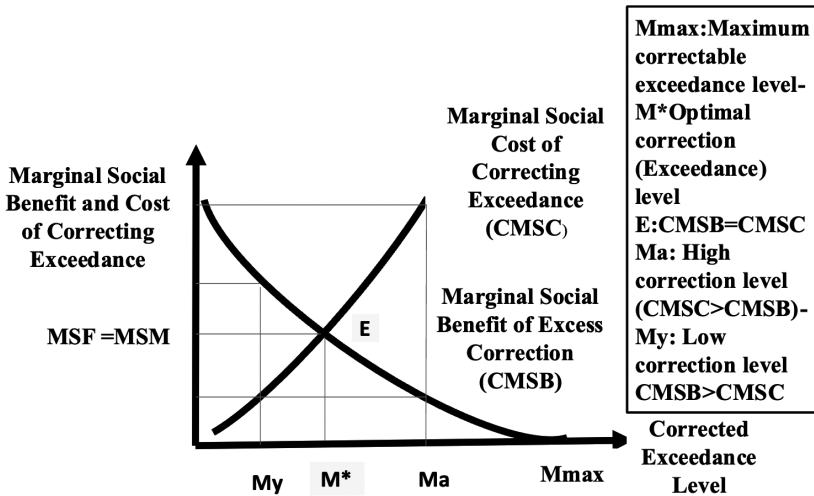
Sphere of influence exceedances may also occur between the elements that make up some player. Their correction may affect the performance of the relevant player and other players (Türkkan, 2024: 170-172).

### 3.3. Impact Areas and Exceedances

In order to realise the third condition of optimality, the exceedance rates have to be corrected in accordance with the optimality conditions. For this purpose, it is important to determine the point where the marginal social benefit of correcting exceedances (CMSB) and the marginal social cost of correcting exceedances (CMSC) are equalised. **Figure 3.3.1** shows the optimal correction or exceedance level.

The correction process should continue until the Marginal Social Benefit of Correcting Exceedances, including the cost of change, is CMSB = CMSC Marginal Social Cost of Correcting Exceedances. However, there are some important difficulties in achieving zero excess rate or absolute effectiveness and fulfilling the effectiveness condition (Türkkan, 2024: 168-170). The first of these is that in some cases the cost of change is very high. The second important difficulty may be encountered in eliminating the failures of some guides and regulators that cannot be changed for various reasons. Another difficulty is the superiority-failure uncertainty. On the other hand, there are also uncertainties created by co-guiding-regulating, in which the state, the market, the firm and the outside world may

Figure 3.3.1 Optimal Correction or Optimal Exceedance Level



Source: Türkkan (2024: 177).

have varying degrees of influence in a given area. Exceedances in the form of gap-filling may not be easy to recognise. Finally, sphere of influence exceedance within each guiding & regulating player may turn a good player into an undesirable player (Türkkan, 2024: 170-172.).

## 4. Realisation of the Optimum

Undoubtedly, the most important question in terms of the optimal distribution of players' spheres of influence is how to realise this optimum, how to reduce exceedance rates or, more accurately, how to approach this optimum.

### 4.1. Dynamics Effective in Reducing Exceedance Rates

As a result of each player creating different dynamics with the influence of the following factors, it is possible to approach the optimum exceedance rates (Türkkan, 2024: 180-186.). Firstly, it can be said that competition in the markets will be effective in this respect. With the dynamics of competition, firms will try to make a more rational choice in the division of labour between their own sphere of influence and the sphere of influence of the market. The competition process will push inefficient firms out of the market and prepare the ground for new entries. Competition processes may also play a role in the rationalisation of State spheres of influence. For example, the privatisation of non-competitive firms may be brought to the agenda with public pressure. Again, competition processes will be effective in expanding or narrowing the spheres of influence of each player. In terms of optimisation, the state will be effective through structural reforms. Generally, this effect will manifest itself in times of crisis. Structural reforms are an important public failure.

This is because structural reforms are not carried out, delayed or diluted for political reasons. Structural reform bottlenecks are also encountered in terms of the excess of authority between elements within the public sector. Structural reform bottlenecks are particularly evident in the elimination of public sector exceedances. Market exceedances are usually caused by the insensitivity of the public sector to structural reform. Firms are more willing to address spillovers. The main dynamic that comes into play, especially at the level of large firms, is profit maximisation and the requirements of competitiveness and growth. For this purpose, the most common methods used by firms are mergers and acquisitions, new investments and restructuring. The main dynamics brought into play by the external world are regulatory competition and integration effects.

Improvements in the performance of each of the players mentioned in Section 1.2 above also play an important role in reducing exceedance rates (Türkkan, 2024: 194-212.).

## **4.2. Strategies to Reduce Exceedance Rates**

Considering these dynamics, some countries may have unspecified strategies to reduce exceedance rates (Türkkan, 2024: 188-192.). For example, the EU integration strategy may trigger policies that lead to the reduction of exceedance rates within the framework of harmonisation with the EU and acceptance of EU regulations. Comprehensive structural reforms by the State to overcome chronic crises are not unlikely. In some countries, it is possible that the State may implicitly pursue a strategy of reducing the exceedance rates through a firm-led profit maximisation dynamic. Likewise, in some countries, it is also possible that the State may adopt a strategy that can be defined as reducing exceedance rates through competitive pressure created by the market. However, it can be said that the most widely applied strategy in practice is the mixed strategy.

## **4.3. Convergence to the Optimum Through Guiding& Regulation Player Switching**

If the exceedance rate is too high, it will be necessary to change the guiding and regulating actor. For example, a guiding function that is performed entirely by the market would be left to the firm or the state, or would be open to the influence of the outside world. Substitution may become important as a result of large changes in the absolute and relative performance of players over time. For example, in the aftermath of the pandemic, there has been a significant decline in the performance of the outside world for some markets and some goods must be produced at the national level. However, substitution can be a costly process. If the cost of switching is too high, the relative advantages of switching to an alternative player should be greater than the cost of switching.

High-cost substitutions can occur in a variety of situations. Transition from traditional production units to modern production units, transition from collectivist State to market economy, transition from State-dominated economy to market-dominated economy, transition from closed protectionist national economy to open competitive economy, transition from open economy to integrated economy, high transition costs are inevitable (Türkkan, 2024: 216-221.). As these high costs delay the transition, the cost of transition increases further.

#### 4.4. Conditions for Convergence to the Optimum with Minimum Social Cost

In order to converge towards the optimum in X guiding and regulation area, whichever player has a significantly higher absolute and relative Superiority/Failure ratio should be involved. Failure to make this transition in a timely manner results in a potential social benefit not being realised, and therefore in a social cost equal to this social benefit. The Superiority/Failure ratio of the market, the state, the firm, the external world changes over time under the influence of various factors. This necessitates a change of player. The cost of guiding and regulation player change may also increase or decrease over time.

In tens of thousands of different guiding and regulating areas, it is virtually impossible to make a substitution according to absolute and relative advantages of related players. Therefore, it is necessary to create the conditions for this change to occur spontaneously. In other words, in order to minimise the social cost of converging to the optimum, it is important that the conditions for the optimum occur spontaneously through natural dynamics without any specific State intervention.

One of these natural dynamics is the existence of a **workable competitive environment**. In order to create a workable competitive environment, it is important to have basic freedoms that will ensure **freedom of entry and exit** (Türkkan, 2023). In this respect, the existence of freedoms of property, contract, enterprise and expression are indispensable conditions. The second important issue is to ensure **fair competition conditions in the economy and politics** (Türkkan, 2016b). In order to ensure this condition effectively, the operation of sanctioned competition rules in the economy and politics gains importance. Another condition for convergence to the optimum at minimum cost is the **separation of powers** and a judiciary and legislature that can act independently of the executive. Strong economic integration with the outside world based on fair competition will also facilitate and encourage convergence to the optimum at minimum cost. The fifth condition is to comply with the principle of universality in regulations. In this framework, globally recognised methods with predictable effects should be used.

#### 4.5. The Role of the Four Players in Achieving the Optimum

The superiority and failure of the market, the State, the firm, the outside world are not the same in every field of guidance and regulation. Therefore, the contributions of these players in achieving the optimum are also different (Türkkan, 2024: 179-186). The market, that is, the invisible hand, is passive in achieving the optimum. However, the market has the ability to fill the gaps quickly. In case of inadequate or incorrect guidance or regulation, **parallel markets** will be formed immediately. Due to the nature of public inefficiencies, the central State is normally reluctant to play an active and leading role in achieving the optimum. The State can be effective after periods of severe crisis. However, **independent regulatory organisations** can play this role more effectively. The problem here is that the political power is reluctant to provide the necessary authority to independent regulatory agencies. In achieving the optimum, firms can play an important direct and indirect role

in the allocation of regulatory space between the market and the firm (mergers and acquisitions and new investments). The role of firms in the change process is important both in terms of the timing of the change and its cost. The external world may impose restrictions on the State, the market and firms in achieving the optimum and may force the transition to the optimum. The EU has an important sanctioning power in this respect.

## **5. Can the Optimum Conditions of Player Allocation be Realised in Türkiye?**

Undoubtedly, a separate and detailed research on the development of an optimalist market economy in Türkiye would be useful. Only some preliminary observations will be made here. In general, the factors that have been effective in the emergence of the contemporary market economy have been effective in Türkiye with a delay, partially or to a limited extent. New problems have also made their presence felt in Türkiye with partial and delayed impact, and developments in the guiding and regulatory players, especially in the State, have been delayed and insufficient. Türkiye has significant problems with freedoms and fair competition.

### **5.1. The Situation in Türkiye in terms of Factors Determining the Superiority and Failure of the Four Players**

In Türkiye, it can be said that there are insufficiencies in the existence of independent and effective regulatory, supervisory and balancing institutions, compliance with the principles of separation of powers and the rule of law, decentralisation level and digitalisation level.

In Türkiye, it can be said that there are inadequacies in determining the superiority and failure of the State in terms of the existence of independent and effective regulatory, supervisory and balancing institutions, compliance with the principles of separation of powers and the rule of law, and the level of decentralisation. Although significant progress has been made in digitalisation, it does not seem possible to say that these developments focus on eliminating public failures.

Among the factors determining the superiority and failures of the firm in Türkiye, there are inefficiencies in terms of constraints created by public regulations and the ecosystem, firm size, the level of globalisation of the firm and the relevant market, the level of digitalisation, and the level of competition in the relevant market.

In terms of the factors determining the superiorities and failures of the external world, Türkiye is disadvantaged in terms of the level of geopolitical and systemic risks, the situation in the asymmetry of power between countries, and participation in the integration of countries. However, Türkiye also has some advantages arising from its geographical location.

## **5.2. The Situation in Türkiye in Terms of Factors Supporting and Obstructing Spontaneous Change**

Türkiye is a problematic country in terms of basic freedoms that will ensure the freedom of entry and exit for the formation of a workable competitive environment, which is one of the basic dynamics that ensures convergence to the optimum in the distribution of players (Türkkan, 2023). There are significant restrictions in practice in terms of freedoms of property, contract, enterprise and expression in Türkiye. On the other hand, there are significant problems in Türkiye in terms of the operation of sanctioned competition rules in the economy and politics in order to effectively ensure fair competition conditions in the economy and politics (Türkkan, 2016b). Especially in the State side of the economy and in politics, sanctioned competition rules cannot be operated. There are also major problems in Türkiye in terms of the separation of powers and the existence of a judiciary and legislature that can act independently of the executive, which are necessary for the realisation of convergence to the optimum at minimum cost.

In terms of strong economic integration based on fair competition with the outside world, which facilitates and encourages convergence to the optimum at minimum cost, Türkiye is a country that has not fulfilled its requirements. Finally, Türkiye is increasingly becoming a problematic country in terms of complying with the principle of universality in regulations and thus using methods that are globally recognised and whose effects are predictable.

In Türkiye, there are various factors preventing the spontaneous realisation of optimal guiding and regulatory player distribution. The most common practices in this respect are a political system that is far from inclusive, a political system that is far from separation of powers, a dependent judiciary and a dependent media, a lack of balancing power, centralisation, inadequacies and weaknesses in the institutional structure, an interventionist economy and especially anti-competitive actions of the public sector, distrust of the market and continuous interventions, populist inflationary policies, excessive expansion of public regulation areas, seeing the outside world as an enemy, instilling mistrust and distancing from the EU.

## **5.3. Indicators of Being Far from Optimal Distribution**

It is inevitable that the non-optimal distribution of the guiding and regulation areas of the market, the State, the firm and the outside world will also bring down the overall economic performance of the country. Therefore, the main problems experienced in Türkiye's overall economic performance and the transition to a modern economic structure (Türkkan, 2016a) can be considered as a result of being far from optimal distribution. In this respect, the low level of development and the extreme distortion of income distribution are the most important indicators. High rates of price instability, chronic current account deficit, low share of R&D in GDP and limited inflow of foreign capital are also important indicators. Negative selection practices such as disregarding merit in appointments, frequent amnesties, outward brain drain (Türkkan, 2021) can also be considered as a result of

different dimensions of being far from optimal distribution. Restrictions and prohibitions on fundamental freedoms (confiscation of property, arrests of journalists and politicians, etc.), the move away from fair competition in the economy and politics (Türkkan, 2016b), and excessive centralisation are indicators of the lack of optimal distribution in the Turkish economy.

## **6. Implications of Contemporary Market Economy in Terms of Economic Policies and Economics Education**

The contemporary optimalist market economy has some implications at both the macroeconomic and microeconomic level

### **6.1. Implications of Contemporary Market Economy in Terms of Economic Policies**

Competition policies are becoming more important for the formation and efficiency of a modern market economy. In this respect, not only the protection of competition (competition policy in the narrow sense), but also the development of competition and the harmonisation of the state with competition (competition policy in the broad sense) (Türkkan, 2023) gain importance. In order for competition to emerge and develop, it is important to remove the clouds on economic freedoms and increase the perceived level of freedom, and in this context, the independence of regulatory institutions gains importance. In addition, in order for natural dynamics to be activated, it becomes a sine qua non condition for fair competition to become effective and efficient not only in the economy but also in politics. Increasing investments in digitalisation and artificial intelligence is another important condition, especially in terms of increasing the superiorities and eliminating the failures of various players.

Predictability and confidence-building policies also gain importance in this process. The transition from security policies to libertarian policies and the development of basic negative freedoms with minimum restrictions, the restriction and control of political power (separation of powers), and the rule of law are sine qua non conditions for the mobilisation of natural dynamics.

On the other hand, comprehensive public deregulation, especially to loosen restrictions on firms and local governments, constitutes another policy implication for convergence towards the optimum. As pointed out above, the emphasis on external integration for the universality of regulations, institutionalisation for new economic challenges (strong institutions), and the shift from a vision of a strong country to a vision of a prosperous country are also policy implications, each of which is of great importance. In all economic systems, these policies are expected to lead to a modern market economy through policy changes that prioritise efficiency, freedom and justice (Türkkan, 2017).

## **6.2. Implications of Contemporary Market Economy for Economics Education**

The optimization tendencies of the contemporary market economy in the distribution of players are important for the realisation of the Pareto optimum in resource allocation. For this reason, the inclusion of the optimum regarding the distribution of players in the education programmes will create the opportunity to fill an important gap. It is not possible to say that the current economics education programme sufficiently covers contemporary economic problems and developments in the methods and performance of solving them. For this reason, it is necessary to fill the gaps about the superiorities and failures of the four guiders and regulators in solving economic problems. On the other hand, it would be of great benefit to identify and monitor the developments in these superiorities and inadequacies. Another important requirement is to identify and monitor the natural and artificial dynamics that help to fulfil the efficiency and effectiveness condition of the optimum in player allocation. Likewise, it is necessary to identify and monitor the determinants of player change and exceedance costs.

## **Conclusion**

As a result of the analyses made in this paper, it is possible to define the contemporary market economy as follows. Contemporary optimalist market economy is an economy, which aims to solve new economic problems as well as classical economic problems, in which four powerful players consisting of the market, the State, the firm and the outside world are effective, the sphere of influence of each player is determined according to the absolute and relative superiority of each player in solving economic problems, the sphere of influence of these players can change according to the changes in their absolute and relative superiority and tends to be shaped in an optimal way. Optimalist market economy is also an economy where the conditions of efficiency and effectiveness are decisive in shaping the spheres of influence of the players, where the rules of fair competition are effective in all economic, political and social spheres, where economic and political freedoms are minimally restricted and rigorously protected, where based on advanced international division of labour and integration, where national and global markets and the price system are dominant in resource allocation

In this paper, we have tried to develop arguments to strengthen the hypothesis that the contemporary market economy has an optimisation performance different from the Pareto optimum. It is therefore not possible to prove the existence of such an optimisation in practice. This new optimisation makes sense to the extent that the hypothesis that the distribution of the spheres of influence of the four main players - the market, the State, the firm and the outside world - is related to the welfare gains that would result from the allocation of the spheres of influence according to the absolute and relative advantages of each player can be strengthened. In this framework, additional studies are needed on what are the superiorities and failures of each player in solving old and new economic prob-

lems, how they have developed, under what factors they are influenced, and under what conditions optimisation can be achieved. In addition, there is a need for additional studies on the dynamics that enable the realisation of these conditions, the situation of Türkiye in this framework, the policy implications of the optimistic market economy and the requirements of economics education. If this study can provide a starting point in this regard, it will have fulfilled its purpose.

Undoubtedly, the future of the optimisation of player allocation, which is attempted to be defined in this paper, needs to be further studied and discussed in its various dimensions. Because there are many factors that threaten such an optimum. The emergence of the 2019 pandemic has suddenly created effects that will radically change the conditions of this optimum. Likewise, the Russia-Ukraine war has created consequences that will change the conditions of this optimum, especially for European countries. Trump's coming to power in the USA also seems to have the potential to change the conditions of this optimum. In the future, the size advantages of large-sized countries such as China and India may lead to significant changes in the conditions of the optimum. Therefore, there is an optimisation that is under threat at any time. However, by definition, player optimisation is not a permanent and fixed state. Changes in the superiority and capabilities of the players under the influence of various factors will also affect the results of the optimum.

However, this paper may be a different point of departure in the sense that the vicious debates on player preference that have been going on for years in the framework of the questions of market or state, open economy or closed protectionist economy are not meaningful.

## References

- Türkkan, E. (1984). *İktisat politikalarına ve iktisadi analize yeni bir bakış*. (A new look at economic policies and economic analysis). Ankara: H.Ü. İİBF Yayınları No: 7.
- Türkkan, E. (1996). *Ekonomi ve demokrasi*. (Economy and democracy). Turhan Kitabevi.
- Türkkan, E. (2001). *İkinci en iyi: Ekonomik siyasal ve sosyal sapmalarla mücadele ve erdemli sapmalar kuramı*. (Second best: The struggle against economic, political and social deviations and the theory of merit deviations). Liberte Yayınevi.
- Türkkan, E. (2016a). *Türkiye ekonomisi: Geçiş ekonomisi yaklaşımı*. (Turkish economy: Transition economy approach). Orion Kitabevi.
- Türkkan, E. (2016b). *Ekonomide ve siyasette adil rekabet*. (Fair competition in economy and politics). Orion Kitabevi.
- Türkkan, E. (2017). *Ekonomik Sistemler, etkinlik, özgürlük, adalet*. (Economic systems, efficiency, freedom, justice). Orion Kitabevi.
- Türkkan, E. (2021). *Negatif seleksiyon: Kötünün iyiye tercihi*, (Negative selection: The preference of bad for good). Orion Kitabevi.
- Türkkan, E. (2023). *Dar ve geniş anlamda rekabet politikaları*. (Narrow and broad sense competition policies). Liberte Yayınevi.
- Türkkan, E. (2024). *Çağdaş optimalist piyasa ekonomisi*. (Contemporary optimalist market economy). Liberte Yayınevi.

# Yenilenebilir Enerji ve İklim Değişikliğinin Büyüme Üzerindeki Etkileri: E7 Ülkeleri

**Medine Acar**, Bağımsız Araştırmacı, medineacar@gmail.com, ORC-ID: 0000-0003-0527-2905  
**Rümeysa Buket Öner**, Sorumlu Yazar, Doktora Öğrencisi, Süleyman Demirel Üniversitesi/SBE/İktisat Bölümü, rumeysabuketoner@gmail.com, ORC-ID: 0000-0002-5554-5564  
**Ayşe Nur Çırak**, Araş. Gör., İstanbul Medipol Üniversitesi/İYBF/Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, ayse nurcirak8@gmail.com, ORC-ID: 0000-0001-7988-0706

## Öz

Birleşmiş Milletler (BM) çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyümeyi uyumlu yürütmek için 2016 yılında tüm ülkelerin uyması gereken sürdürülebilir kalkınma hedeflerini yürürlüğe koymuştur. Bu hedeflerin birçoğunda iklim değişikliği sorununu bir tehdit olmaktan çıkarmak ve yenilenebilir enerji tüketimine yöneliş yer almaktadır. Bu çalışmada amaç; yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkilerini, E-7 ülkeleri örneğinde 2008-2021 yılları arası dönem için test etmektir. Çalışmada, kişi başına düşen GSYH oranı, yenilenebilir enerji oranı ve iklim değişikliği performans endeksi değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın analiz kısmında; yatay kesit bağımlılık testleri, durağanlık testleri ve homojenlik testleri yapılmıştır. Son olarak değişkenler arasındaki uzun dönemli etkileri ölçmek için panel eşbütünlüme testi yapılarak analiz tamamlanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, kişi başına düşen GSYH oranının (KBO), yenilenebilir enerji oranına (YEO) ve iklim değişikliği performans endeksine (İDPE) uzun dönemde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. E-7 ülkeleri için sürdürülebilir bir ekonomik büyüme politika önerisi geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji Tüketimi, İklim Değişikliği, Ekonomik Büyüme, E-7 Ülkeleri, Panel Eşbütünlüme Analizi.

**JEL Kodlar:** Q20, Q54, O40, C33.

## The Impact of Renewable Energy and Climate Change on Growth: E7 Countries

### Abstract

To be able to carry out environmental sustainability and economic growth in harmony, the United Nations (UN) enacted the sustainable development goals in 2016, which all countries must comply with. Many of these goals include removing the problem of climate change from being a threat and turning to renewable energy consumption. The aim of this study is to test the effects of renewable energy consumption and climate change on growth in the case of E-7 countries for the period between 2008 and 2021. In the study, GDP per capita rate, renewable energy rate and climate change performance index variables were used. In the analysis part of the study; cross-sectional dependence tests, stationarity tests and homogeneity tests were performed. Finally, the analysis was completed by performing a panel cointegration test to measure the long-term effects between the variables. According to the results of the study, it was determined that the GDP per capita rate (GPR), renewable energy rate (RER) and climate change performance index (CCPI) had a positive effect in the long term. A sustainable economic growth policy proposal has been developed for the E-7 countries.

**Keywords:** Renewable Energy Consumption, Climate Change, Economic Growth, E-7 Countries, Panel Cointegration Analysis.

**JEL Codes:** Q20, Q54, O40, C33.

## 1. Giriş

Sanayileşmeyle beraber üretimde emek gücünün yanı sıra makineler de üretime dahil edilerek kısa sürede daha fazla üretim elde edilmiştir. Bu durum ülkelerin büyümesine katkı sağlarken bir yandan da doğal kaynakların tahrip edilmesine neden olmuştur. Bu gelişmeler iklim değişikliği, küresel ısınma, su kıtlığı vb. birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Birleşmiş Milletler (BM) çevresel sürdürülebilirlik ile ekonomik büyümeyi uyumlu yürütebilmek için 2016 yılında tüm ülkelerin uyması gereken Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini yürürlüğe koymuştur.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin ana teması ise bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kapasitelerini tehlikeye atmamaktır. Bu hedefler için ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğin birlikte uygulanması gerekmektedir. Söz konusu bu hedeflerde, iklim değişikliği sorununu bir tehdit olmaktan çıkarmak ve yenilenebilir enerji tüketimine yönelik düzenlemeleri uygulamaya koymak amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada, E-7 ülkeleri (Çin, Hindistan, Rusya, Brezilya, Meksika, Endonezya ve Türkiye) için 2008-2021 yılları arası döneme ait verilerle panel eşbütünlüğe analizi yapılmıştır. Çalışmada amaç; yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkilerini E-7 ülkeleri örneğinde 2008-2021 yılları arası dönem için araştırmaktır.

İlgili çalışma, beş bölümde incelenmiştir. Birinci bölümde, çalışmanın amacına ve kapsamına yer verilmiştir. İkinci bölümde, yenilenebilir enerji ve iklim değişikliğinin büyüme ile ilişkisi incelenmiştir. Üçüncü bölümde, konu ile ilgili literatür özetine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde, ampirik analiz ve bulgular sunulmuştur. Beşinci bölümde, iklim değişikliğinin ve yenilenebilir enerjinin büyüme üzerindeki etkisine yönelik genel değerlendirilmede bulunulmuştur. Sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için E-7 ülkelerinde, iklim değişikliğini azaltacak yenilenebilir enerjiye dayalı kaynak kullanımına yönelik politika önerileri sunulmuştur.

## 2. Yenilenebilir Enerji ve İklim Değişikliğinin Büyüme İle İlişkisi

### 2.1. Yenilenebilir Enerji

Enerji, insanlığın var olduğu günden bugüne yaşamsal bir öneme sahiptir. Sanayileşme, teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı enerjiye olan talebi hızla arttırmaktadır. Toplumların refah seviyelerinin artması için üretimde temel girdi olan enerji, günlük hayatın hemen hemen her alanında kullanılmaktadır (Koç & Kaya, 2015: 37). Dünya nüfusunda ve üretim miktarında yaşanan artış, sanayinin yükselmesi, enerjiye olan ihtiyacı beraberinde getirmiştir (Kesbiç & Salkım Er, 2017: 138).

Enerji, genel olarak dönüştürülebilir olmalarına ve kullanım durumlarına göre sınıflandırılmaktadır. Kullanım durumlarına göre sınıflandırıldığında enerji, yenilenemeyen ve yenilenebilen enerji olarak ikiye ayrılır. Yenilenemeyen enerji, sürdürülebilirliği olmayan kullanıldıkça tükenen ve yerine yenisi konulmayan, kaynaklardan elde edilen enerji olarak ifade edilmektedir. Fosil kaynaklar ve uranyum, nükleer enerjinin malzemesi olan yenilenemeyen kaynaklara örnek olarak verilebilir. Yenilenebilir enerji ise doğada herhangi bir üretim sürecine gerek duyulmadan, sürekli olarak elde edilebilen, kullanılmasına rağmen azalmayan enerji türüdür. Enerji kaynakları içerisinde yer alan; hidrolik, güneş, biyokütle, rüzgar, jeotermal, dalga, gel-git, hidrojen yenilenebilir enerjiye örnek gösterilmektedir (Koç & Kaya, 2015: 37).

Yenilenebilir enerji, enerjide dışa bağımlılığı ve CO<sub>2</sub> gazı salınımını azaltarak çevreye en düşük seviyede zarar vermektedir. Yenilenebilir enerji, dış ticaret dengesi gibi makro boyutlu iktisadi göstergeleri olumlu yönde etkileyerek enerji de arz güvenliğinin sağlanması bakımından önemli bulunmaktadır (Alper, 2018: 225). Petrol ve doğalgaz, enerji gereksinimlerini karşılamak için uzun vadeli yeterli çözümler sunmamaktadır. Kömür ve nükleer enerji ise, önemli düzeyde çevre kirliliğine sebebiyet vermektedir. Bu durum, sözde alternatif enerji kaynaklarının önümüzdeki birkaç yıl içinde birincil kaynaklar haline gelebileceği anlamına gelmektedir (Johnson, 2006: 4). Son yıllarda enerjiye olan talepteki artış, yenilenemeyen enerji kaynaklarında azalışa sebebiyet vermektedir. Enerji rezervlerinde tükenme ihtimalinin olması da yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaç bakımından kaçınılmaz bir hal almaktadır (Han, 2022: 800).

Şekil 1. Dünyada Toplam Enerji Tüketimi (2023)



**Kaynak:** Enar Data (2024). **Açıklama:** Şekilde verilen enerji tüketim miktarı, milyon veya mega ton petrol olarak ifade edilen “Mtoe”dir.

Şekil 1’de dünya üzerindeki enerji tüketimine ilişkin 2023 yılına ait veriler, toplam enerji tüketimi üzerinden sunulmaktadır. Şekil 1’de, dünya üzerinde yüksek seviyeden düşük seviyeye doğru enerji tüketen ülkeler sırasıyla; Çin (4.060), ABD (2.172), Hindistan (1.135), Rusya (838), Japonya (391), Brezilya (336), İran (317), Endonezya (298), Kanada (297), Güney Kore (291), Suudi Arabistan (279) ve Almanya (246)’dır.

Bu ülkeler arasında E-7 üyesi olan Çin, petrol tüketiminde 4.060 milyon ton ile birinci sırada yer almıştır. Bu bağlamda, Çin dünyadaki en yüksek enerji tüketen ülke olmuştur. İkinci sırada, 1.135 milyon ton petrol ile Hindistan, üçüncü sırada 838 milyon ton petrol ile Rusya, dördüncü sırada 336 ton petrol ile Brezilya yer almıştır. Dünyada en yüksek enerji tüketen ülkeler arasında, E-7 ülkelerinden Çin, Hindistan, Rusya ve Brezilya yer alırken, Meksika, Endonezya ve Türkiye yer almamaktadır.

Küresel toplam enerji tüketimi, 2023 yılında hızlanarak (%2,2 oranında) artmıştır. 2010-2019 yılları arası dönemde toplam enerji tüketimi, ortalama büyüme oranında yıllık (%1,5 oranında) çok daha hızlı artışa sebep olmuştur. Enar Data tarafından yapılan araştırmaya göre, Çin’in enerji tüketiminde 2010-2019 yılları arası dönemde istikrarlı bir artış yakalayarak büyüme oranının ikiye katladığı tespit edilmiştir (Enar Data, 2024).

## 2.2. İklim Değişikliği

İklim değişikliği hakkında literatürde çeşitli tanımlar mevcuttur. İklim değişikliği, hava koşullarında yaşanan dönemsel olarak uzun ve belirli bir düzene dayanmayan değişimlerdir. Diğer bir ifade ile iklim değişikliği, sıcaklık ortalamalarında yaşanan artışa ve yağış miktarında aniden meydana gelen farklılıklardır. Son yıllarda meydana gelen, buzullardaki erimeler, deniz su seviyesi ve sıcaklık düzeyindeki artışlar, biyolojik çeşitlilikte azalışlar, sel,

taşkın ve kuraklık gibi olumsuz nitelikli doğa olayları iklim değişikliğine dair ana göstergeler olarak kabul edilmektedir. Söz konusu bu etkiler, iklim değişikliği hususunda coğrafi, biyolojik ve çevresel boyutlarda önemsenen bir süreç olarak ifade edilmektedir. Fakat iklim değişikliği doğa merkezli olayların yanında ekonomik, sosyal ve siyasi etkileri de içerisine dahil edilen daha önemli bir sürece evrilmektedir (Kızılkaya & Mike, 2023: 404).

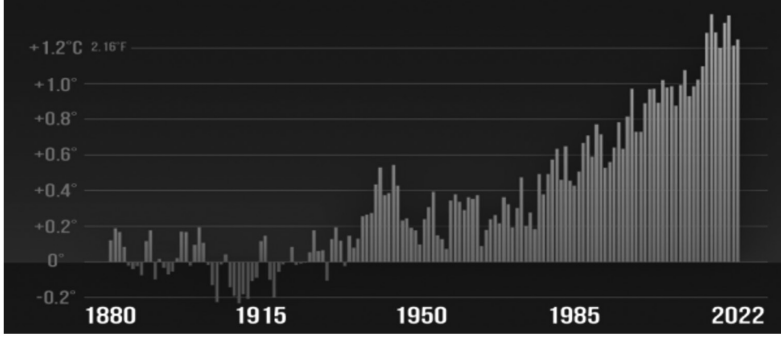
İklim değişikliği konusu, ilk defa 1992 yılında küresel ısınmaya yönelik Birleşmiş Milletler (BM)'in düzenlemiş olduğu 'Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda ele alınmıştır. 1992 yılında Brezilya'nın Rio de Janeiro şehrinde düzenlenen 'Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda alınan kararlar doğrultusunda, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) ile küresel iklim sistemini korumak amaçlı uluslararası ortak bir mutabakata varılmıştır. İlgili sözleşme ile amaç; insan tarafından sebep olunan çevreye yönelik kirliliğin iklime etkilerini kabul edip atmosferdeki sera gazı oranını düşürmek ve sera gazının olumsuz etkilerini en düşük seviyede muhafaza etmektir (BM İDÇS, M.2: 1992).

İlgili sözleşme (İDÇS), uluslararası ilk çevre mutabakatı (sözleşme) olmuştur. "Rio Çevre ve Kalkınma Konferansı" ile imzaya açılan (İDÇS) sözleşme, 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Söz konusu sözleşme sonrasında, 1997 yılında, bu sözleşmeyi de kapsamına alarak daha belirgin amaçları kapsayan Kyoto Protokolü imza altına alınmıştır.

İklim değişikliği, uluslararası sözleşmelerle yasal güvence altına alınırken ekonomik olarak da incelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, iklim değişikliği ekonomisi gündeme gelmiştir. İklim değişikliği ekonomisi, atmosferde yaşanan (sıcaklık, yağış vb.) kalıcı ve düzen dışı değişimlerin (zirai üretim, emek verimliliği vb.) iktisadi faaliyetlere olan etkilerini araştırmaktadır. Dünya üzerindeki sıcaklık düzeylerinde yaşanan artışlar ve sert atmosfer olayları;

- i. zirai üretimde azalmalara,
- ii. sanayi üretiminde ihtiyaç duyulan hammadde girdilerinin temin edilememesine,
- iii. emek verimliliğinde eksilmelere,
- iv. sermaye stoğunda geriye düşümlere ve
- v. insan sağlığında zararlara yol açacaktır. Bunlara ek olarak, yatırımlarda ve çıktılarda doğrudan ve önemli ölçüde makro boyutlu ekonomik etkiler oluşturabilmektedir (Kızılkaya & Mike, 2023: 404). Yasal düzenlemelerle, iklim değişikliğinde yaşanan bu sorunlar iklim değişikliği ekonomisi açısından da önlem alınmasını zorunlu hale getirmektedir.

Şekil 2. Küresel Ortalama Sıcaklık Değerleri, (1880-2022)



**Kaynak:** World Bank, *Climate Change Knowledge Portal*, (2023). Açıklama: Küresel sıcaklık anomalileri ortalaması alınmış ve erken endüstriyel baz çizgisine (1881-1910) göre ayarlanmıştır.

Şekil 2’de 1880-2022 yılları arası döneme ait dünya yıllık ortalama sıcaklık değerleri verilmiştir. Şekil 2’de “0” dereceyi temsil eden çizgi, erken endüstriyel çizgi olarak kabul edilmiştir. Erken endüstriyel çizgi ‘baz’ olarak alındığında, 1880-2022 arası dönem dünyada sıcak ve soğuk yıllar olarak iki şekilde açıklanmıştır. Erken endüstriyel çizgiye göre; sıcak yıllar çizginin üzerinde kırmızı renkle gösterilirken, soğuk yıllar çizginin altında mor renkle gösterilmektedir. Şekil 2’ye göre küresel iklim, 1880-2022 arası dönemde, doğal iklim değişikliğine kıyasla hızlı bir şekilde değiştiği görülmektedir. İlgili şekilde, 1880-2022 arası dönemde dünya ortalama sıcaklığının yaklaşık olarak 1°C artarak ısındığını göstermektedir.

İklim değişikliği konusu son yıllarda, İklim Değişikliği Performans Endeksi (CCPI-İDPE) ile açıklanmaktadır. İklim Değişikliği Performans Endeksi (CCPI-İDPE), 2005 yılından beri yıllık olarak Alman Çevre ve Kalkınma Kuruluşu “Germanwatch e.V.” tarafından açıklanan bir puanlama sistemidir. Söz konusu endeks, küresel sera gazı emisyonlarının en yüksek değere sahip olduğu 63 ülkeye ait veriler üzerinden hesaplanmaktadır. İlgili endeks ile, ülkelerin iklim performansını karşılaştırarak sunmak ve iklim değişikliğini azaltmak amaçlanmaktadır. İklim değişikliğini azaltmak için CCPI; sera gazı emisyonları, yenilenebilir enerji, enerji kullanımı ve iklim politikası olmak üzere dört grupta değerlendirilmektedir. Endekse ait veriler, bu dört verinin toplamı olarak verilmektedir.

Şekil 3. Dünya İklim Değişikliği Performans Endeksi (2023)



Kaynak: CCPI (2024).

Şekil 3'te 60 ülkenin 2023 yılına ait dünya iklim değişikliği performans endeks sıralamasına yer verilmiştir. Şekilde ilk üç sırada herhangi bir ülkeye yer verilmemiştir. Bu durumun sebebi, incelenen yılda iklim değişikliği performans endeksinde en yüksek değere sahip nitelikte ülkelerin bulunmayışdır. E-7 ülkeleri 2023 yılında İDPE'ye göre; Çin 6., Hindistan 8., Endonezya 26., Meksika 31., Brezilya 38., Türkiye 47. ve Rusya 59.sırada yer almıştır.

### 3. Literatür Özeti

Literatür incelendiğinde; yenilenebilir enerji tüketimi ve iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkilerini bir arada ölçümleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Son yıllarda, küreselleşme ile birlikte yaşanan iklim krizi, yenilenebilir enerjiye dayalı üretimi önemli hale getirmiştir. Bu sebeple bu çalışmada, literatüre yeni bir katkı sunulmak amaçlanmaktadır.

Adedoyin vd. (2020), AB üyesi 16 ülke için 1997-2015 arası döneme ait, araştırma-geliştirme (Ar-Ge) harcamaları, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketim değişkenlerinin büyümeye etkisini panel ARDL testi ile analiz etmişlerdir. Ar-Ge harcamaları, yenilenebilir-yenilenemez enerji tüketimi ve GSYH değerleri kullanılarak panel ARDL testi yapılmıştır. Söz konusu çalışmada, Havuzlu Ortalama Grup Otoresif Dağıtılmış Gecikme Modeli (PMG-ARDL) uygulanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, kısa vadede Ar-Ge harcamalarının büyümeyi olumlu etkilemediği, ancak uzun vadede ise yenilenebilir ve ye-

Yenilenebilir enerji tüketiminin ve Ar-Ge yatırımlarının büyüme olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir. Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi bulgularına göre; Ar-Ge ve (yenilenebilir-yenilenemeyen) enerji tüketimi değişkenleri ile iktisadi büyüme arasında geri beslemeli bir nedensellik olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, 16 AB üye ülkesinde sürdürülebilir büyüme için uzun dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarına ve bunlara ait Ar-Ge yatırımlarının artırılmasına özen gösterilmesi gerekmektedir.

Özel & Ekiz (2021) tarafından, Türkiye için 1998-2015 arası dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin ve karbondioksit emisyonunun, ekonomik büyüme yönelik etkileri Johansen eşbütünleşme ve Granger nedensellik testleri ile incelenmiştir. Johansen eşbütünleşme testi sonucu; değişkenlerin uzun vadeli bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de 1998-2015 arası dönemde, karbondioksit emisyonu %1 arttığında büyümeyi %0.93 artırırken; yenilenebilir enerji tüketimi %1 arttığında büyümeyi %0.19 arttırdığı görülmektedir. İlgili çalışmada Granger nedensellik sonucu; yenilenebilir enerji tüketiminden ve karbondioksit emisyonundan büyüme doğru nedensellik ilişkisi gözlenmiştir.

Szymczyk vd. (2021), OECD ülkeleri için 1990-2014 dönemi, “enerji yönetimi, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, kentsel nüfus, ticaret açıklığı ve finansal gelişme” değişkenlerinin karbondioksit emisyonuna (CO<sub>2</sub>) yönelik etkilerini panel veri yöntemi ile araştırmışlardır. İlgili çalışmada; ekonomik büyüme, enerji tüketimi, kentsel nüfus ve CO<sub>2</sub> emisyonları arasında olumlu bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Han (2022), E7 ülkeleri için 1990-2018 yılları arası dönemde, yenilenebilir enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi panel nedensellik analizi ile test etmiştir. Amprik bulgular, enerji tüketimi ve büyüme arasında panel genelinde %1’lik düzeyde çift taraflı nedensellik olduğu belirlenmiştir. Brezilya (%1), Çin (%1) ve Rusya (%5) örneklerinde, büyümeden yenilenebilir enerjiye doğru tek taraflı nedensellik olduğu gözlenmiştir. Türkiye örneğinde, yenilenebilir enerjiden büyüme doğru (%10 anlamlılık düzeyinde) tek yönlü nedensellik olduğu görülmektedir. Endonezya, Hindistan ve Meksika ülkelerinde ise 1990-2018 arası dönem için yenilenebilir enerji tüketimi ile büyüme arasında nedensellik ilişkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Acaroğlu & Güllü (2022), Türkiye için 1980-2019 yılları arası dönem, gecikmesi dağıtılmış otoregresif (ARDL) testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi ile enerji tüketiminin iklim değişikliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. İlgili çalışmada, sıcaklık ve yağış bağımlı değişkenler olup iklim değişikliğini açıklarken; enerji türleri, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi olarak bağımsız değişken, GSYH ise büyümeyi açıklayan bir diğer bağımsız değişkendir. Çalışmada Toda-Yamamoto testi sonucuna göre, (iklim değişikliğini açıklayan) sıcaklık ve yağış değişkenleri kısa ve uzun dönemde negatif nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik bir artış, sıcaklığı %0.031 oranında azalttığı görülmüştür. Yağış ve yenilenemeyen enerji tüketimi değişkenlerinde ise kısa ve uzun dönemde pozitif yönde bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Yenilenemeyen enerji tüketimi %1 oranında arttığında yağış üzerinde %0.175’lik bir artışa sebep olduğu görülmüştür. Bu durum, yenilenemeyen enerji tüketiminin iklim değişikliğini olumsuz

yönde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, Türkiye’de 1980-2019 yılları arası dönemde iklim değişikliğini azaltmak için en uygun politika önerisi, yenilenebilir enerji tüketimine yönelik devlet teşviklerinin arttırılmasıdır.

Hao (2022), 105 ülkenin 1990-2019 arası dönem için yenilenebilir enerji tüketiminin, insani gelişmenin ve iklim değişikliğinin iktisadi büyüme üzerindeki etkisini panel veri analiz yöntemi ile incelemiştir. Çalışmada 105 ülke için panel vektörleri, ‘yüksek, üst-orta, düşük-orta ve düşük’ gelirli olmak üzere dört gruba ayrılarak oluşturulmuştur. Çalışmada otoregrasif panel VAR modeli, panel genelleştirilmiş momentler (GMM) yöntemi ve panel etki tepki testleri uygulanarak panel veri analizi yapılmıştır. Araştırmada; doğrudan yabancı yatırımları (DYY), ticari açıklık, yenilenebilir enerji tüketimi, sanayileşme, insani gelişme endeksi (İGE), karbondioksit emisyonu ve GSYH değişkenleri kullanılmıştır. Analiz bulgularına göre, yüksek ve üst-orta gelirli ülkelerde, sanayileşme değişkeni karbondioksit emisyonları üzerinde olumlu etkisi olduğu, doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde ise olumsuz bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Düşük-orta ve düşük gelirli ülkelerde ise, sanayileşmenin hem karbondioksit emisyonları hem de doğrudan yabancı yatırımlar üzerinde olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Üst orta gelirli ülkeler hariç diğer üç ülke grubunda, ticari açıklığın ve yenilenebilir enerji tüketimini, karbondioksit emisyonlarını azalttığı, fakat yenilenebilir enerji tüketiminin düşük gelirli ülkelerde karbondioksit emisyonlarını azaltmada etkisinin çok az olduğu tespit edilmiştir. Üst-orta ve alt-orta gelirli ülkelerde insani gelişme endeksi, karbondioksit emisyonunu teşvik etmektedir. Ancak yüksek gelirli ülkelerde insani gelişme endeksi, karbondioksit emisyonunu engellediği görülmüştür. Çalışmada sonuç olarak, sürdürülebilir bir büyüme için politika yapıcıların uygun yenilenebilir enerji tüketimine yönelmeleri önerilmektedir.

Alkasasbeh vd. (2022), Ürdün için 2000-2020 yılları arası dönemde yenilenebilir enerji ve iktisadi büyüme arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını otoregresif dağıtılmış gecikme (ARDL) testi kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışmada; yenilenebilir elektrik üretimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYH değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, yenilenebilir enerji tüketiminin iktisadi büyümeye olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, uzun vadede ekonomik büyümeyi istikrarlı hale getirmek amacıyla enerji planlamacılarının, hükümet yetkililerinin ve özel sektörün, yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımları arttırması önerilmektedir.

Chien vd. (2023), E-7 ülkeleri için 2001-2020 arası dönemde yenilenebilir elektrik üretiminin ve yenilenebilir enerjinin iklim değişikliği üzerindeki etkileri Momentler Kantil Regresyon yöntemini kullanarak incelemiştir. Çalışmada; yenilenebilir elektrik tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, enerji kullanımı, enerji ithalatı, kentleşme, sanayileşme ve karbondioksit emisyonu değişken olarak kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre, yenilenebilir elektriğin üretimi ve yeniden tüketimi, karbondioksit emisyonunu (iklim değişikliğini) negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Enerji kullanımının, sanayileşmenin, enerji ithalatının ve kentleşmenin, iklim değişikliği üzerinde pozitif yönlü bir etkisi bulunduğu görülmüştür. Çalışmanın sonucunda, iklim değişikliğini kontrol altına alabilmek için sürdürülebilir enerji teknolojilerinin benimsenmesi gerektiği yönünde öneride bulunmaktadır.

Spetan vd. (2024) tarafından, yüksek, üst-orta, alt-orta, düşük düzey ve Arap ülkeleri olmak üzere beş farklı gelir seviyesinde kategorize edilen 88 ülke için 1990-2020 arası dönem, yenilenebilir enerji tüketimi, iklim değişikliği ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki Panel ARDL testi ile araştırılmıştır. Çalışmanın değişkenleri; yıllık yağış, yıllık ortalama sıcaklık, kişi başına düşen GSYH, yenilenemeyen elektrik tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimidir. Araştırmanın bulgularına göre, yenilenemeyen enerji tüketimi gelişmiş ülkelerde iklim değişikliğini azalttığını, fakat gelişmekte olan ülkelerde kirlilik düzeyini arttırdığı görülmektedir. Ters bir durumda, yenilenebilir enerji tüketimi düşük gelirli ülkelerde ortalama sıcaklık değerlerini düşürmektedir. Fakat yüksek gelir düzeyine sahip ülkelerde, yenilenebilir enerji tüketimi iklim değişikliği ile pozitif bir ilişkiye sahiptir. Sonuç olarak sıcaklık seviyeleri ile iktisadi büyüme arasında bir ilişki olduğu, yağış durumunun ise ekonomik büyümeyi etkilemede ülke gelir gruplarına göre değiştiği görülmektedir. Çalışmanın sonucunda, iklim değişikliğini azaltmak için Arap ülkelerinin diğer ülke grupları ile bölgesel işbirliği yapması gerektiği önerilmiştir.

## 4. Veri, Yöntem ve Bulgular

Çalışmaya ait bu bölümde, yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliğinin iktisadi büyüme üzerindeki etkileri, E-7 ülkeleri için 2008-2021 arası döneme ait veri, yöntem ve bulgulara yer verilmiştir.

### 4.1. Veri

Çalışmaya ait değişkenlerin açıklayıcı bilgileri, Tablo 1'de sunulduğu şekildedir.

*Tablo 1. Değişkenlerin Açıklaması*

Değişken Kısaltması	Değişken Adı	Kaynak
Kişi Başına Düşen GSYH Oranı	KBO (%)	World Bank (Dünya Bankası)
Yenilenebilir Enerji Tüketim Oranı	YEO (%)	World Bank (Dünya Bankası)
İklim Değişikliği Performans Endeksi	İDPE	Germanwatch

**Kaynak:** Bu tablo, yazarlar tarafından analiz bulgularına göre hazırlanmıştır.

Çalışmada, iklim değişikliği performans endeks verilerine 2008 yılından itibaren ulaşılabilmektedir. Bu sebeple, çalışmanın dönem aralığı 2008-2021 yılları arasında seçilmiştir. Çalışmanın örnekleme, E-7 ülkelerinden oluşmaktadır. Çalışma, Eviews-12 ve Stata-16 ekonometrik programları kullanılarak analiz edilmiştir.

## 4.2. Yöntem

Bu çalışmada, 2008-2021 arası dönem Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu E-7 ülke grubunda yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliğinin, iktisadi büyüme üzerindeki etkileri panel eşbütünleşme yöntemi ile incelenmiştir. Çalışmanın ekonometrik denklemleri, aşağıdaki (1) numaralı denklemde belirtildiği şekildedir.

$$KBO_{it} = \beta_0 + \beta_1 YEO_{it} + \beta_2 IDPE_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Denklem (1)'de KBO, kişi başına düşen GSYH oranını; YEO, yenilenebilir enerji oranını ve IDPE ise iklim değişikliği performans endeksini göstermektedir. sabit terimi, yenilenebilir enerji oranının kişi başına düşen GSYH oranını ne kadar etkilediğini gösteren katsayıyı ve ise iklim değişikliği performans endeksinin kişi başına düşen GSYH oranını ne kadar etkilediğini gösteren parametreyi ifade etmektedir. İlgili denklemdeki ise hata terimlerini belirtmektedir.

## 4.3. Bulgular

Çalışmada panel eşbütünleşme analizi uygulanmıştır. Çalışmada ilk olarak değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikleri bilgilere yer verilmiştir. Ardından Breusch-Pagan (1980) yatay kesit bağımlılık sınama testi yapılmıştır. Yatay kesit bağımlılık sınaması sonrasında değişkenler, Pesaran Yamagata (2008) homojenlik testi ile sınanmıştır. Yatay kesit bağımlılığı altında homojen değişkenlere, Pesaran (2007) CIPS testi uygulanmıştır. Pesaran (2007) CIPS testi öncesinde uygun gecikme uzunluğu belirlenmiştir. Son olarak değişkenler arasındaki durağanlık sınama durumuna göre, Westerlund (2007) Eşbütünleşme testi yapılmıştır.

**Tablo 2.** Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

Değişkenler	Gözlem Sayısı	Ortalama	Min	Max
KBO	98	2.940204	-9.28	10.43
YEO	98	21.21122	3.2	50
IDPE	98	52.68561	29.85	70.5

**Kaynak:** Bu tablo, yazarlar tarafından analiz bulgularına göre hazırlanmıştır.

Tablo 2'de, modele ait değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri sunulmuştur. E7 ülkeleri içerisinde dengeli bir panel veri seti oluşturmak için, 7 ülke ve 14 yıl çalışmaya dahil edilmiştir. Analizde yer alan 7 ülke ve 14 yıl (2008-2021) için KBO katsayısı ortalaması yaklaşık 2.94 iken yenilenebilir enerji oranı (YEO) ortalaması 21.21 ve iklim değişikliği performans endeksi (İDPE) ortalaması ise 52.68'dir. Çalışmanın gözlem sayısı 98'dir.

**Tablo 3.** Panel Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

Testler	Test İstatistiği	p-değeri (Olasılık)
Breusch ve Pagan (1980) LM	63.82	0.0000 * * * * *
Pesaran vd., (2008) LM adj	11.75	0.0000
Pesaran (2004) CD Testi	7.246	0.0000

**Kaynak:** Bu tablo, yazarlar tarafından analiz bulgularına göre hazırlanmıştır. \*\*\*0.01, \*\*0.05, \*0.10 olasılık değerlerine karşılık gelmektedir.

Panel veri analizlerinde değişkenler arasındaki yatay kesit bağımlılık sınaması; Breusch-Pagan (1980) LM, Pesaran (2004) CD ve Pesaran vd., (2008) LM adj testleri ile yapılmaktadır. Zaman boyutu (T) 14, birim (N) sayısı 7 olduğu için (T>N), yatay kesit bağımlılığında Breusch ve Pagan (1980) LM testi kullanılmaktadır. Breusch-Pagan (1980) LM testi, aşağıda belirtildiği şekildedir (Pesaran, 2004):

$$CD_{LM} = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \sim \frac{\chi_{N(N-1)}^2}{2} \quad (2)$$

Çalışmaya ait hipotezler aşağıda verildiği şekildedir:

H0 = Yatay kesit bağımlılık yoktur.

H1 = Yatay kesit bağımlılık vardır.

Tablo 3'te yatay kesit bağımlılık testi sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 3'te Breusch ve Pagan (1980) LM testi sonucu, %1, %5 ve %10 kritik olasılık değerinden küçüktür. Bu durumda Ho hipotezi reddedilir. Diğer bir ifadeyle modelde yatay kesit bağımlılığı bulunmaktadır.

Panel heterojenlik durumunun incelenmesi için Pesaran ve Yamagata (2008) delta ( $\Delta$ ) testi kullanılmaktadır.

**Tablo 4.** Panelin Heterojenlik Test Sonuçları

	Pesaran Yamagata (2008)	p-value (Olasılık)
Delta Testi	0.364	0.716
Düzeltilmiş Delta Testi (adj.)	0.556	0.578*

**Kaynak:** Bu tablo, yazarlar tarafından analiz bulgularına göre hazırlanmıştır. \*\*\*0.01, \*\*0.05, \*0.10 olasılık değerlerine karşılık gelmektedir.

Pesaran Yamagata (2008) delta homojenlik testi aşağıda belirtildiği şekildedir (Pesaran & Yamagata, 2008):

$$\hat{\Delta} = \sqrt{N} \left( \frac{N^{-1} S-k}{\sqrt{2k}} \right) \quad (3)$$

$$\hat{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left( \frac{N^{-1} S-k}{\text{var}(T,k)} \right) \approx N(0,1) \quad (4)$$

Çalışmaya ait Pesaran Yamagata delta homojenlik testi için hipotezler aşağıda verildiği şekildedir:

H0 = Eğim katsayısı homojen dağılıma sahiptir.

H1 = Eğim katsayısı homojen dağılıma sahip değildir.

Tablo 4'te panel için Pesaran Yamagata (2008) homojenlik test sonuçlarına yer verilmiştir. Pesaran Yamagata (2008) delta testi sonuçlarına göre, değişkenlerin homojen dağılıma sahip olduğunu ifade eden sıfır hipotezi kabul edilir. Eğim parametrelerinin homojen olduğu görülmektedir.

Modelde yatay kesit bağımlılığı olduğu için analize ikinci nesil birim kök testleri içerisinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS testi ile devam edilmiştir. Ancak birim kök testi analizine geçmeden önce, uygun gecikme uzunluğunu belirleyen bilgi kriterleri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

lag	CD	J	J p value	BIC	AIC	QIC
1	.9975063	17.60537	.3475065	-35.7099*	-14.39493*	-20.91092*
2	.9970412	9.822143	.6315606	-30.16431	-14.17786	-19.06508
3	.9962948	8.719502	.3665082	-17.93813	-7.280498	-10.53864
4	.998348	1.822015	.7684523	-11.5068	-6.177985	-7.807058

**Kaynak:** Bu tablo, yazarlar tarafından analiz bulgularına göre hazırlanmıştır. \* Uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi için kullanılmaktadır.

Tablo 5'te panelin gecikme uzunluğu belirlenmiştir. Gecikme uzunluğu belirlenirken Akaike bilgi kriteri (AIC), Bayesyen bilgi kriteri (BIC) ve Hannan Quinn bilgi kriteri (QIC) için en uygun gecikme uzunluğu "1" olarak belirlenmiştir. Birim kök testi, gecikme uzunluğuna göre yorumlanmıştır.

**Tablo 6.** Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Sabit Terimli (Düzeyde)			Sabit Terimli ve Trendli (Düzeyde)		
Değişken	Gecikme Sayısı	CIPS Test İstatistiği	Değişken	Gecikme Sayısı	CIPS Test İstatistiği
KBO	1	-2.231	KBO	1	-2.700
YEO	1	-1.146	YEO	1	-2.017
IDPE	1	-1.196	IDPE	1	-1.879
Sabit Terimli (1. Farkta)			Sabit Terimli ve Trendli (1. Farkta)		
Değişken	Gecikme Sayısı	CIPS Test İstatistiği	Değişken	Gecikme Sayısı	CIPS Test İstatistiği
d.KBO	1	(-4.619)***	d.KBO	1	(-4.129)***
d.YEO	1	(-3.110)***	d.YEO	1	(-2.856)*
d.IDPE	1	(-2.620)**	d.IDPE	1	(-2.806)*

**Kaynak:** Bu tablo, yazarlar tarafından analiz bulgularına göre hazırlanmıştır. \*\*\*0.01, \*\*0.05, \*0.10 olasılık değerlerine karşılık gelmektedir.

Panel veri analizinde ikinci nesil birim kök testleri içerisinde en yaygın kullanılan test, Pesaran (2007) CIPS testidir. İlk olarak CADF test formülü, ardından CADF testinin istatistiki olarak ortalamasından oluşan CIPS testi verilmiştir. Pesaran (2007) CADF ve CIPS testleri aşağıda belirtildiği şekildedir:

$$\Delta y_{it} = e_i + f_i y_{i,t-1} + g_i \bar{y}_{t-1} + h_i \Delta \bar{y}_{t-1} + u_{it} \quad (5)$$

$$t_i = (N, T) = \left( \frac{\Delta \bar{y}_i \bar{M}_{wy_{i-1}}}{\sigma_{(y_{i-1} \bar{M}_{wy_{i-1}})^{1/2}}} \right) \quad (6)$$

Panele ait CIPS istatistik hesaplaması aşağıdaki denklemde gösterildiği şekildedir:

$$\text{CIPS}(N, T) = \bar{t} = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (7)$$

Tablo 6'da panele ait birim kök test sonuçları verilmiştir. Modelde yatay kesit bağımlılığı olduğu varsayılarak, ikinci nesil panel birim kök testlerinden Pesaran (2007) CIPS birim kök testi kullanılmıştır. Bu test sonuçlarına göre, uygun gecikme uzunluğu 1 alındığında hem bağımlı değişken olan KBO hem de bağımsız değişkenler olan YEO ve IDPE, düzeyde sabit ve trendli modelde durağan değildir. Ancak değişkenlerin birinci farkı alındığında hem trendli hem de sabit terimli modelde değişkenlerin durağanlaştığı Tablo 6'da görülmektedir.

Panel veri analizinde, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek amacıyla Westerlund eşbütünleşme testi uygulanmıştır. İlgili testte, eşbütünleşmeyi belirlemek için ( $P_a$ ,  $P_t$ ,  $G_a$ ,  $G_t$ ) dört test önerilmektedir. Söz konusu bu dört testle, her birime ait hata düzeltilmesi kendi içerisinde belirlenmektedir. Eşbütünleşme ilişkisini belirleyen dört testin hipotezleri aşağıda verilmiştir (Yerdelen Tatoğlu, 2020: 200-201).

$H_0 = a_i = 0$  Panel genelindeki bütün yatay kesitlerde eşbütünleşme yoktur.

$H_1 = a_i < 0$  Panel genelindeki bazı yatay kesitlerde eşbütünleşme vardır.

Westerlund (2007) eşbütünleşme ilişkisinde, grup ortalamalarını ( $G_a$ ,  $G_t$ ) ölçümleyen testler aşağıda verildiği şekildedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020: 201-202):

$$G_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T \hat{a}_i}{\hat{a}_i(1)} \quad (8)$$

$$G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{a}_i}{SE(\hat{a}_i)} \quad (9)$$

Westerlund (2007) eşbütünleşme ilişkisinde,  $G_a$  ve  $G_t$  test istatistikleri panelin heterojen olduğu durumlarda dikkate alınmaktadır. Panelin homojen olduğu durumları açıklamak ve panelin eşbütünleşme ilişkisini tahmin etmek için  $P_a$  ve  $P_t$  testleri aşağıda verildiği şekildedir (Yerdelen Tatoğlu, 2020: 202):

$$P_a = T \hat{a} \quad (10)$$

$$P_t = \frac{\hat{a}}{SE(\hat{a})} \quad (11)$$

Tablo 7'de panel Westerlund (2007) eşbütünleşme testi sonuçlarına yer verilmiştir.

**Tablo 7.** Panel Westerlund Eşbütünleşme Testi

Model	Test	Gecikme Sayısı	T İstatistik Değeri	Z İstatistik Değeri	Olasılık (Prob.) Değeri
KBO→YEO (+)	Gt	1	-2.613	-4.612	0.000
	Ga		-7.640	-2.233	0.013
	Pt		-8.317	-5.968	0.000***
	Pa		-9.816	-8.032	0.000***
YEO→KBO	Gt	1	0.511	3.782	1.000
	Ga		-0.019	2.201	0.986
	Pt		0.254	1.375	0.915
	Pa		0.020	0.956	0.830
KBO→IDPI (+)	Gt	1	-2.217	-2.927	0.002
	Ga		-9.153	-3.113	0.001
	Pt		-6.748	-4.624	0.000***
	Pa		-9.610	-7.844	0.000***
IDPI→KBO	Gt	1	-0.476	1.272	0.898
	Ga		-0.107	2.150	0.984
	Pt		-1.080	0.232	0.592
	Pa		-0.098	0.848	0.802

**Kaynak:** Bu tablo, yazarlar tarafından analiz bulgularına göre hazırlanmıştır. Not: Testler sabitli olarak uygulanmıştır. \*\*\*0.01, \*\*0.05, \*0.10 olasılık değerlerine karşılık gelmektedir. (+) İşareti tabloda yer verilen değişkenlerin eşbütünleşme ilişkisini göstermektedir. Tablonun yorumu, homojenlik durumunu dikkate alan Pt ve Pa değerleri için yapılmıştır.

Tablo 7’de değişkenlerin aynı düzeyde durağan olmaları ve aynı zamanda homojen dağılması eşbütünleşme testi uygulanmasına imkan sağlamaktadır. Westerlund (2007) panel eşbütünleşme testi sonuçlarına göre, kişi başına düşen GSYH’dan yenilenebilir enerjiye ve iklim değişikliği performans endeksine doğru uzun dönemde tek yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yenilenebilir enerji oranı (YEO) ile kişi başına düşen GSYH oranı (KBO) ve iklim değişikliği performans endeksi (İDPE) değeri ile kişi başına düşen GSYH oranı (KBO) arasında ise eşbütünleşme ilişkisine ulaşılamamıştır. Sonuç olarak, analizde kişi başına düşen GSYH oranı (KBO) arttıkça hem yenilenebilir enerji oranı (YEO) hem de iklim değişikliği performans endeksi (İDPE) uzun dönemde artmaktadır.

## 5. SONUÇ

Birleşmiş Milletler (BM), 2016 yılında Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini uygulama-ya koymuştur. BM’nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri içerisinde, yenilenebilir enerjiye yönelim ve iklim değişikliğinin sorun olmaktan çıkarılması hedeflenmiştir.

Son yıllarda sürdürülebilir büyüme için yapılan çalışmalarda, yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerinde önemli etkiler meydana getirdiği görülmüştür. Bu araştırmada; yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkileri, E-7 ülkeleri örneğinde 2008-2021 yılları arası dönem için panel eşbütünleşme analizi ile incelenmiştir. İlgili çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi için yenilenebilir enerji tüketim oranı (YEO), iklim değişikliği değişkeni için iklim değişikliği performans endeksi (İDPE), büyüme değerleri için kişi başına düşen GSYH oranı (KBO) kullanılmıştır.

Araştırmada, Breusch-Pagan (1980) LM testi ile yatay kesit bağımlılık sınaması sonucu yatay kesitlerin bağımlı olduğu tespit edilmiştir. Pesaran Yamagata (2008) delta testi ile değişkenlerin homojen dağıldığı belirlenmiştir. Yatay kesit bağımlılığı altında homojen değişkenlere, Pesaran (2007) CIPS testi ile ikinci nesil birim kök testi uygulanmıştır. Pesaran (2007) CIPS testi sonucuna göre, değişkenler I(1) seviyede durağan olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, 2008-2021 yılları arası dönem için E-7 ülkelerinde, yenilenebilir enerji tüketiminin ve iklim değişikliği performans endeksinin büyüme üzerinde uzun dönemde bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Westerlund (2007) panel eşbütünleşme testi sonuçlarına göre, kişi başına düşen GSYH oranından (KBO) yenilenebilir enerji tüketim oranına (YEO) ve iklim değişikliği performans endeksine (İDPE) doğru tek yönde bir etki olduğu tespit edilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi ve iklim değişikliği ile mücadelede, E7 ülkeleri için sürdürülebilir büyüme ciddi bir öneme sahiptir. Bu ülkeler, enerji dönüşümüne yönelik atılımlar yaptıklarında hem çevresel sürdürülebilirliği sağlayacaklar hem de ekonomik fırsatları yakalayabileceklerdir. Türkiye’nin E-7 ülkeleri ile birlikte küresel iklim değişikliği ile mücadele ettiğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarını arttırdığında, iktisadi büyümelerine ve ülke ekonomilerine olumlu katkılar sağlayacaktır. Türkiye, iklim değişikliği ile mücadelede küresel bir aktör olmak için yenilenebilir enerjiye dayalı üretimi arttırmalıdır.

Acar, M., Öner, R. B. & Çırak A. N. (2025). Yenilenebilir enerji ve iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkileri: E7 ülkeleri. *Efil Journal of Economic Research*, 8(1), 32-50.

Yenilenebilir enerjiye dayalı üretimi arttırıldığında hem küresel iklim değişikliği azaltacak hem de sürdürülebilir temiz ve yeşil bir üretimle iktisadi büyüme hedeflerine ulaşılacaktır.

E7 ülkeleri, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda yenilenebilir enerjiye geçiş yaparak, sosyal ve ekonomik eşitsizlikleri azaltma çabalarına katkıda bulunabilir. Bu hedefler, uzun vadede ekonomik büyümeyi destekleyecek bir çerçevede sunacaktır. Bu bağlamda, daha yeşil ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek için E7 ülkelerinde hükümetler, özel sektör temsilcileri ve sivil toplum kuruluşları iş birliği içinde çalışmalıdır.

## Kaynaklar

- Acaroğlu, H. & Güllü, M. (2022). Climate change caused by renewable and non-renewable energy consumption and economic growth: A time series ARDL analysis for Turkey, *Renewable Energy*, 193, 434-447.
- Adedoyin, F. F., Bekun, F. V. & Alola, A. A. (2020). Growth impact of transition from non-renewable to renewable energy in the EU: The role of research and development expenditure, *Renewable Energy*, 159, 1139-1145.
- Alper, F. Ö. (2018). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1990-2017 Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 8 (2), 223-242.
- Alkasasbeh O., Khasawneh, O. & Alzghoul, A. (2022). The nexus between renewable energy consumption and economic growth: empirical evidence from Jordan, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(2), 194-199.
- BM İDÇS (1992), T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı, Erişim: [https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/webmenu/webmenu12421\\_1.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/webmenu/webmenu12421_1.pdf)
- Breusch, T. S. & Pagan, A., R., (1980). The lagrange multiplier test and its application to model specification in econometrics, *Review of Economic Studies*, 47, 239-253.
- CCPI (2024). Erişim: <https://ccpi.org/countries/>
- Chien, F., Chau, K. Y., Sadiq, M., Diep G. L., Tran, T. K. & Pham, T.H.A. (2023). What role renewable energy consumption, renewable electricity, energy use and import play in environmental quality?, *Energy Reports*, 10, 3826-3834.
- Enar Data (2024). World energy and climate statistics. Total energy consumption. Erişim: <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>
- Han, A. (2022). E7 Ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisinin incelenmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 18(3), 797-814.
- Hao, Y. (2022). Effect of economic indicators, renewable energy consumption and human development on climate change: an empirical analysis based on panel data of selected countries. *Renewable Energy on Climate Change*, 10,1-19.
- Johnson, G. L. (2006). *Wind energy systems*. Manhattan: Prentice-Hall.
- Kesbiç, C. Y. & Salkım Er, A. (2017). Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: AB ülkeleri ve Türkiye için bir panel veri analizi, *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 4(2),135-154.
- Kızılkaya, O. & Mike, F. (2023). İklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi: Türkiye üzerine ampirik bir değerlendirme, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 57, 403-411.

- Acar, M., Öner, R. B. & Çırak A. N. (2025). Yenilenebilir enerji ve iklim değişikliğinin büyüme üzerindeki etkileri: E7 ülkeleri. *Efil Journal of Economic Research*, 8(1), 32-50.
- Koç, E. & Kaya, K. (2015). Enerji kaynakları–yenilenebilir enerji durumu, *Mühendis ve Makina Dergisi*, 56(668), 36-47.
- Özel, S., Ö. & Ekiz, F., M. (2021). Yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonunun ekonomik büyüme üzerine etkileri: Türkiye örneği, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 625-647.
- Pesaran, M., H., (2004). General Diagnostic tests for cross section dependence in panels, *IZA Discussio*, 1240, 1-39.
- Pesaran, M., H., (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence, *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.
- Pesaran, M., H. & Yamagata, T., (2008). Testing slope homogeneity in large panels, *Journal of Econometrics*, 142 (1), 50-93.
- Spetan, K. A. A., Al-Rawabdeh, M.M., Al-Assaf, G. I. & Al-Tal, R. M. (2024). Renewable energy consumption, climate change, and economic growth:a case of selected countries, *Journal of Ecohumanism*, 3(6), 1645-1665.
- Szymczyk, K., Şahin, D., Bağcı, H. & Kaygın, C.Y. (2021). The effect of energy usage, economic growth, and financial development on CO<sub>2</sub> emission management: An analysis of OECD countries with a high environmental performance index, *Energies*, 14(15), 4671.
- World Bank (2023). Climate Change Knowledge Portal. Erişim: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/>
- Yerdelen Tatoğlu, F., (2020). *Panel zaman serileri analizi stata uygulamalı*, İstanbul: Beta Yayıncılık.

## Finansal Krizler ve Ekonomi

**Ali Emrah Şahin**, Dr. Öğrencisi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, İktisat Bölümü, maesahin@hotmail.com, ORC-ID: 0000-0001-6872-1398.

**Arzu Berber**, Doç. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, İktisat Bölümü, arzu.kan@ahievran.edu.tr, ORC-ID:0000-0003-0788-6281.

### Öz

Finansal krizler, ekonomik dalgalanmaların önemli bir kaynağıdır. Tüm derin durgunluk ve bunalımlar büyük finansal krizlerle bağlantılıdır. Finansal kriz, ticari başarısızlıklar ve varlıkların fiyatlarındaki keskin düşüşler ile karakterize edilen mali piyasalardaki büyük ölçekli bozulma olmakla birlikte finansal piyasalardaki bilgi akışlarında özellikle büyük bir aksaklık yaşanması durumunda ortaya çıkmaktadır. Finansal kriz devamında finansal sıkıntılar ve kredi marjları keskin bir şekilde artmakta, finansal piyasaların işleyişi durmakta ve nihayetinde ekonomik faaliyetler çökmektedir. Finansal kriz dinamikleri, finansal krizin başlatılması, bankacılık krizleri ve borç deflasyonu olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Kriz dinamiklerinin açık bir şekilde görüldüğü 2007-2009 küresel finans krizinin nedenleri olarak, mortgage piyasalarında finansal yenilikler ve vekâlet sorunları, asimetrik bilgi ve kredi derecelendirme kuruluşları sayılabilir. Finansal piyasalardaki kaos, çeşitli ekonomik programların açıklanmasının ardından azalmakta, Covid-19 Pandemisi'nin negatif etkileri zaman içerisinde normale dönmüş, büyüme ve istihdam oranları yükselmiş ve işsizlik oranları düşmüştür. Günümüzde Türkiye'de yüksek enflasyon halen bir sorun olmakla birlikte, hem talep hem de maliyet enflasyonun yaşandığı görülmektedir. Finansal krizden çıkış noktası sadece ekonomik, mali müdahalelerle yeterli kalmamalı, her alanda yapısal reformların uygulanması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Finansal Kriz, Mortgage, FED, Bankacılık, Borç*

**JEL Kodları:** *E20, B22, E44*

## Financial Crises and the Economy

### Abstract

Financial crises are a major source of economic fluctuations. All deep recessions and depressions are linked to major financial crises. A financial crisis is a large-scale disruption in financial markets characterized by business failures and sharp declines in asset prices, and it occurs when there is a particularly large disruption in information flows in financial markets. In the aftermath of a financial crisis, financial distress and credit spreads increase sharply, financial markets cease to function, and economic activity eventually collapses. The dynamics of a financial crisis consist of three stages: the initiation of a financial crisis, banking crises, and debt deflation. The causes of the 2007-2009 global financial crisis, in which crisis dynamics were clearly seen, include financial innovations and agency problems in mortgage markets, asymmetric information, and credit rating agencies. The chaos in financial markets decreased after the announcement of various economic programs, and the negative effects of the Covid-19 pandemic returned to normal over time, growth and employment rates increased, and unemployment rates decreased. Today, high inflation is still a problem in Turkey, and both demand and cost inflation are experienced. The exit point from the financial crisis should not be limited to economic and financial interventions alone, and structural reforms should be implemented in all areas.

**Keywords:** *Financial Crisis, Mortgage, FED, Banking, Debt*

**JEL Codes:** *E20, B22, E44*

## Giriş: Finansal Kriz Tanımına Kısa Bir Bakış

Finansal krizler, ekonomik dalgalanmaların önemli bir kaynağıdır. Tüm derin durgunluk ve bunalımlar büyük finansal krizlerle bağlantılıdır. Finansal kriz, ticari başarısızlıklar ve varlıkların fiyatlarındaki keskin düşüşler ile karakterize edilen mali piyasalardaki büyük ölçekli bozulma olmakla birlikte finansal piyasalardaki bilgi akışlarında özellikle büyük bir aksaklık yaşanması durumunda ortaya çıkmaktadır. *Para krizi*, döviz hücum şeklinde bir spekülasyon atak sonucu döviz kurunun yükselmesi ve döviz kuru rejiminin çökmeyken, Finansal kriz, finansal sektörde bir deprem yaşanması ve sonucunda bazı finansal kurumların batması, kalanların da sermayelerinin önemli ölçüde erimesidir. Finansal kriz devamında finansal sıkıntılar ve kredi marjları keskin bir şekilde artmakta, finansal piyasaların işleyişi durmakta ve nihayetinde ekonomik faaliyetler çökmektedir. Dünya ekonomi tarihinde derin izler bırakan 2008 Mortgage Krizinin neden çıktığı, ABD'den dünya ülkelerine nasıl sıçradığı ve ekonomide neden ciddi daralmalara yol açtığı birçok çalışmada ortaya konulmuştur.

## 1. Finansal Krizin Dinamikleri

Bir finansal krizin dinamikleri üç aşamada anlatılabilir.

1. Aşama: Finansal Krizin Başlatılması

- a) Kredi Patlaması ve İflas
- b) Varlık-Fiyat Patlaması ve İflas
- c) Belirsizliğin Artması

2. Aşama: Bankacılık Krizleri

- a) Bankacılık Paniği
- b) Zararına Varlık Satışları

3. Aşama: Borç Deflasyonu

### 1.1. Birinci Aşama: Finansal Krizin Başlatılması

Finansal krizin başlatılması üç aşamadan ibarettir: a)Kredi patlaması ve iflas, b) Varlık-fiyat patlaması ve iflas c)Belirsizliğin artması

a) Kredi Patlaması ve İflas: Finansal liberizasyon uzun vadede finansal gelişmeyi ve sermayeyi etkin bir şekilde dağıtan iyi bir finansal sistemi teşvik eder. Kısa vadede ise finansal kuruluşları kredi patlaması ile kredi talebinde bulunmaya zorlayabilir. Sonunda, kredilerdeki kayıplar yükselmeye başlar ve kredilerin değeri (aktif) yükümlülöklere nazaran düşer ve böylece bankaların ve diğler finansal kurumların net değerini (sermaye) düşürür. Finansal kurumlar bilgi toplmayı ve kredileri vermeyi durdurduğunda finansal sistemin ters seçim ve ahlaki tehlikenin asimetrik bilgi sorunlarına cevap verme yeteneğini sınırlarlar ve böylece finansal sıkıntılar artar.

b) Varlık-Fiyat Patlaması ve İflas: Varlık fiyatlarının temel ekonomik değerlerinin üzerine çıkması bir varlık fiyat balonudur. Varlık fiyat balonlarına verilecek örnekler 1990ların sonundaki teknoloji borsa balonu ve son konut fiyat balonudur.

Varlık-fiyat balonlarının yüksek maliyeti şu soruyu gündeme getirir: Politikacılar gelecekteki bu sorunları (fon akışının engellenmesi, ekonomik kriz, işsizliğin artması, haciz işlemleri vs.) önlemek için ne gibi önlemler almaktadırlar? (Kindleberger,2005).

Varlık-Fiyat Balonlarına Politika Tepkisi iki şekilde görülebilir: 1-Kredi Kaynaklı Balonlar ve 2-Balon Kaynaklı İyimser Beklentiler

Kredi kaynaklı balonlarda öncelikle kredi patlaması başlar. Bireyler kredilere yönelir, fiyatlar yükselir... Teminatların değeri artar, finansal kurumların sermaye değeri artar, bilançoları düzeltir ve ödünç verme kapasitesi artar. Borçlanma talebi daha da artar, fiyatlar artar. Bu döngü varlık fiyatlarının gerçek değerinin yükselmesiyle bir balon oluşturabilir. Kredi kaynaklı balonlar çok tehlikelidir. Balonlar patladığında varlık fiyatlarındaki balonların çöküşü geri besleme döngüsünün tersine dönmesine yol açar. Krediler değerini yitirir, borç verenler kredi arzını düşürür, varlık talebi daha da azalır ve varlık fiyatları düşer. Bu balonları patlatmak için para politikasının sıkılaştırılmasına karşın üç güçlü argüman vardır. Bunlar Yüksek reel faiz oranları, para politikasının kör aracı, reel faiz oranlarını yüksek düzeyde arttırarak toplam talebin azaltılması.

Balon Kaynaklı İyimser Beklentilere bakıldığında ise A.Greenspan tarafından «Rasyonel olmayan coşku» olarak tanımlanan aşırı iyimser kaynaklı balonlar, finansal sistemde kredi kaynaklı balonlardan daha az risklidir. Örneğin teknoloji piyasasındaki 1990ların sonundaki balonlar için kredi kaynaklı hareket edilmemiş ve teknoloji piyasasındaki balonlar finansal kurumların bilançolarında bozulmaya neden olmamıştır. Böylece teknoloji piyasasındaki balonların patlamasının ekonomide çok ciddi etkileri olmamış ve takip eden durgunluk oldukça hafif atlatılmıştır.

Varlık balonları hakkında son olarak düzenleyici politika tepkilerini söylemek yerinde olacaktır. Makro düzenleme olarak adlandırılan toplumda kredi piyasalarının etkileyen düzenleyici politika, varlık-fiyat balonlarını belirlemede sıkı para politikasından daha az tartışmalı bir seçenektir. Uygun makro içerikli tedbirler, kredi kaynaklı balonların sınır-

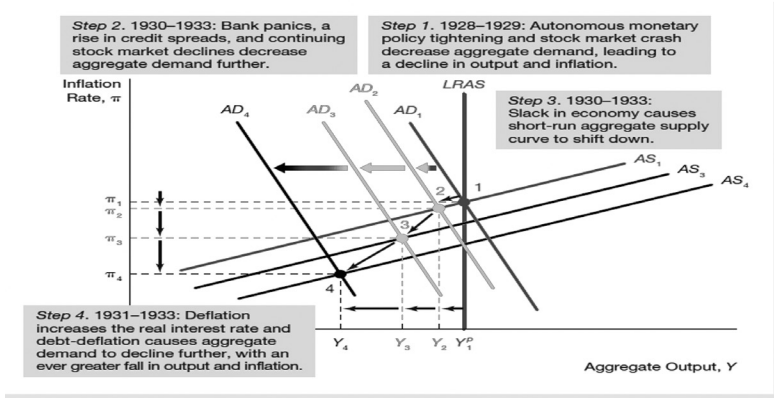
lanmasına yardım edebilir ve hem finansal sistemin hem de ekonomi performansını düzeltilebilir (Mishkin, 2013).

c) Belirsizliğin Artması: ABD finansal krizleri genellikle bir resesyon başlaması, bir hisse senedi piyasasının çökmesi ya da büyük bir finansal kurumun başarısızlığı gibi belirsizliklerin yüksek olduğu dönemlerde başlar (Mishkin, 2018).

## 1.2. İkinci Aşama: Bankacılık Krizleri

Azalan bilançolar ve daha zorlu ticaret koşulları, bazı finansal kurumların iflas etmesi-ne, net değerlerin negatif hale gelmesine neden olmaktadır. Mevduat sahiplerini ya da diğer alacaklıları ödeyemeyen bazı bankalar kepenk indirebilir. Yeterince ciddi olduğunda bu faktörler birden fazla bankanın eş zamanlı başarısız olduğu bankacılık paniğine yol açabilir. Zararına varlık satışları, fiyatların çok düşmesine ve böylece bankanın iflas etmesine neden olabilir ve bu kötü etki, birden fazla banka başarısızlığına ve tam teşekküllü bir banka paniğine yol açabilir. Sonunda, kamu ve özel yetkili makamlar, iflas eden firmaları kapatır/satar/tasfiye eder. Finansal piyasalardaki belirsizlik artar, borsa düzeler, bilançolar iyileşir. Ters seçim ve ahlaki tehlike sorunları azalır, finansal kriz de azalır. Mali piyasalarda iyi bir performans sergileyebildiğinde ekonomik iyileşme sağlanır.

Şekil 1. Finansal Krizin Toplam Arz ve Talep Analizi



**Kaynak:** Mishkin (2018).

1. Adım: Finansal kurumların bilançolarındaki bozulma varlık fiyatlarındaki düşüşler ve belirsizliklerin artışı çıktılarda ve enflasyonda düşüşe yol açarak AD'yi sola kaydırır. 2. Adım: Bir bankacılık krizi AD'yi daha sola kaydırır. 3. Adım: Ekonomideki yavaşlama çıktı ve enflasyonda daha fazla düşüşe yol açarak AS'nin aşağı kaymasına neden olur. 4. Adım: Deflasyon meydana gelirse borç deflasyonu AD'yi daha sola kaydırırken AS'yi aşağı kaydırır, çıktı ve enflasyonda daha fazla düşüş ortaya çıkar: Uzun süreli ekonomik daralma oluşur

### 1.3. Üçüncü Aşama: Borç Deflasyonu

Fiyat seviyesinde beklenmedik bir düşüşün başlamasıyla , firmaların net değerinin artan borç yükünden dolayı daha da bozulmasıyla borç deflasyonu meydana gelir. Bu düşüş borçluların net değerindeki belirgin düşüş ve borç verenlerin ters seçim ve ahlaki tehlike sorunlarının artmasıyla karşı karşıya kalmasına neden olur. Borçlanma daralır, toplam talep eğrisi sola kayar. Borç verme ve ekonomik faaliyet uzun süre geriler.

Bu aşamaların birebir yaşandığı en büyük finansal kriz, ABD tarihinin en kötü ekonomik daralmasıyla, borç deflasyonunu gösteren Büyük Buhran'dır. Büyük Buhran'ın aşamaları beş başlıkta açıklanabilir:

#### Borsanın Çökmesi

1928 ve 1929'da ABD borsasında fiyatlar iki katına çıktı. Bunu engellemek için Fed faiz oranlarını yükseltti, toplam talebi azaltmak için para politikasının özerk bir şekilde sıkılaştırmayı sürdürdü.

#### Banka Paniği

1930ların ortalarında, hisse senetleri, kayıplarının yaklaşık yarısını geri kazandı ve kredi piyasa koşulları istikrara kavuştu. Çiftlik ipoteklerinde ortaya çıkan temerrütler, tarım bölgelerinde banka bilançolarında büyük kredi zararlarına yol açtı. Ekonomi ve bankaların zayıflığı Kasım ve Aralık 1930'da her alanda paniğe kapılarak bankalar önemli miktarda para çekti ve borsa keskin bir düşüş gösterdi. ABD ticari bankalarının üçte birinden fazlası başarısız oldu.

#### Ters Seçim ve Ahlaki Tehlike Sorunları

Hisse senedi fiyatları düşmeye devam etti. Ekonomik daralma, belirsiz iş koşulları ters seçim ve ahlaki tehlike sorunlarını kötüleştirdi. Ödenmemiş ticari kredilerin miktarı 1929 yılından 1933 yılına kadar yarıya düştü, yatırım harcamaları çöktü. Toplam talep daraldı, reel GSYH hızlıca düştü ve fiyat seviyesi yıllık -%10'luk oranda düşmeye başladı: Deflasyon

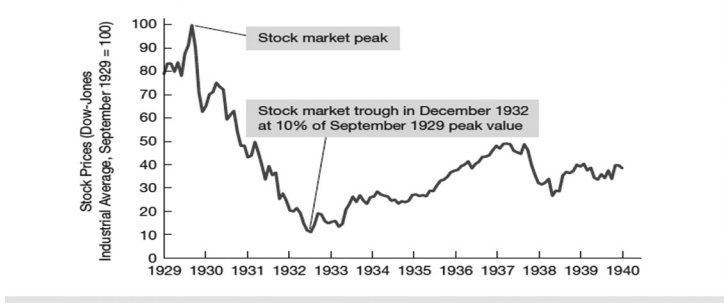
#### Borç Deflasyonu

Fiyat seviyesinde %25 düzeyinde düştü. Firmaların borç yükü artarken işsizlik toplam işgücünün %25'ine yükseldi (Calomiris, 1993).

#### Ekonomik Canlanma

Başkanlık değişimiyle finansal piyasalar canlandı. Borsadaki menkul değerler yükseldi, finansal sıkıntılar ve işsizlik azaldı. Toplam talep arttı ve çıktı ve enflasyon artmaya başladı.

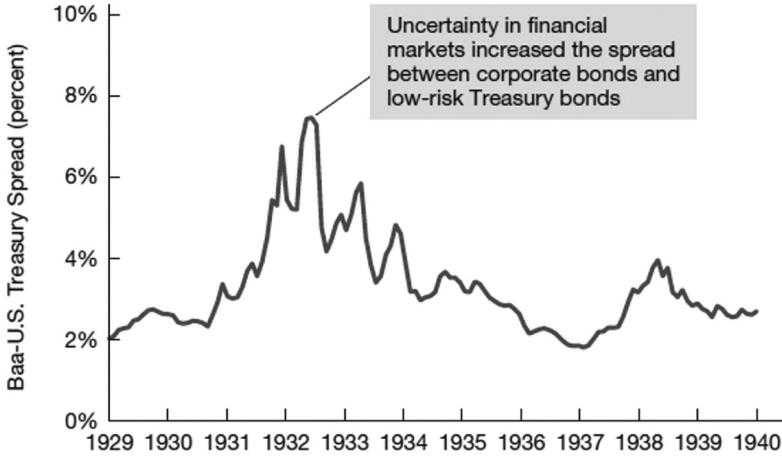
Şekil 2. Büyük Buhranda Hisse Senedi Fiyat Verileri



Kaynak: (DJIA)

Şekil 2 hisse senedi fiyat verilerini gösterir. Hisse senetleri piyasa zirvesini gördükten sonra düşüşe geçer. Aralık 1932de dip noktadır.

Şekil 3. Büyük Buhranda Hisse Senedi, Kredi Marjları



Kaynak: (Fed)

Şekil 3 kredi marjlarını gösterir. Finansal piyasalardaki belirsizlik şirket tahvilleri ve düşük riskli hazine tahvilleri arasındaki marjları arttırmıştır.

## 2. 2007-2009 Küresel Finans Krizi

Küresel finans krizinin nedenlerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

### A) Nedenleri

#### 1. İpotek(mortgage) piyasalarında finansal yenilikler

Veri madenciliğindeki ilerlemeler yeni bir riskli konut ipotek sınıfı için kredi riskini arttırdı ve nicel olarak değerlendirilmesine yol açtı. Menkulleştirme karşımıza çıktı. Bankalar eşikaltı krediler sunmaya başladı. Finansal mühendislik belirli risk özellikleri olan yapılandırılmış kredi ürünlerini sundu (örneğin CDO'lar (teminatlandırılmış borç yükü))

#### 2. İpotek piyasalarındaki vekalet sorunları

Kredi aç-dağıt modeli yatırımcılar için asil-vekil problemine yol açtı. Tahvil sahiplerine borcun temerrüde düşmesi durumunda kredi temerrüt swapları (CDS) adı verilen finansal sigorta sözleşmelerinin yazılmasından kaynaklanan büyük ücretler sigorta şirketlerini riskli sözleşmelerin yüz milyarlarca dolarlık değerini yazmaya itti.

#### 3. Asimetrik bilgi ve kredi derecelendirme kuruluşları

Bu kuruluşlar müşterilere CDO'lar gibi karmaşık finansal enstrümanların nasıl yapılandıracağı ile ilgili olarak aynı ürünleri derecelendirdikleri sırada tavsiyelerde bulundu. Sonuçta yatırımcılar tarafından bilinenlerden çok daha riskli olan karmaşık finansal ürünlerin satışını mümkün kılacak derecede şişirilmiş oranlar ortaya çıktı.

#### 4. Konut fiyatlarında ani yükseliş ve düşüş

2000-2001 durgunluğunun bitmesiyle konut fiyat balonu, eşikaltı mortgage piyasasının büyümesini teşvik etmiştir. Yüksek konut fiyatları, riskli borçluların, evleri değer kazandıklarında evlerini daha büyük kredilerle yeniden finanse edebilecekleri anlamına geliyordu. Konut fiyatlarının 2006'da doruğa ulaşmasından sonra düşmesi ile finansal sistemdeki bozulma ortaya çıktı ve sonunda vadeli ipotek kredileri keskin bir artış göstererek milyonlarca ipotek haczine yol açtı.

### B) Etkileri

Küresel finansal krizin etkilerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

#### 1. Finansal kuruluşların bilançolarının azalması

ABD konut fiyatlarındaki düşüş, konut piyasasında temerrüde düşen borçların yükselmesine yol açtı. Mortgage destekli menkul kıymetlerin ve CDO'ların değeri çöktü, önde gelen bankalar daha düşük bir değere sahip oldu ve net değer düştü.

#### 2. Gölge bankacılık sisteminde devam

İpotek ve diğer finansal varlıkların değerindeki keskin düşüş, sıkı denetlenmeyen mevduat dışı finansal firmalardan oluşan gölge bankacılık sisteminde bir hareket başlattı. Konut piyasasında temerrüde düşen borçların yükselişi ipotek destekli menkul kıymetlerin değeri daha sonra kesintilerde bir artışa yol açtı. Krizin başlangıcında kesintiler sifıra yaklaştı sonunda yaklaşık %50ye yükseldi. (Gorton & Metrick, 2009).

### 3. Küresel finansal piyasalar

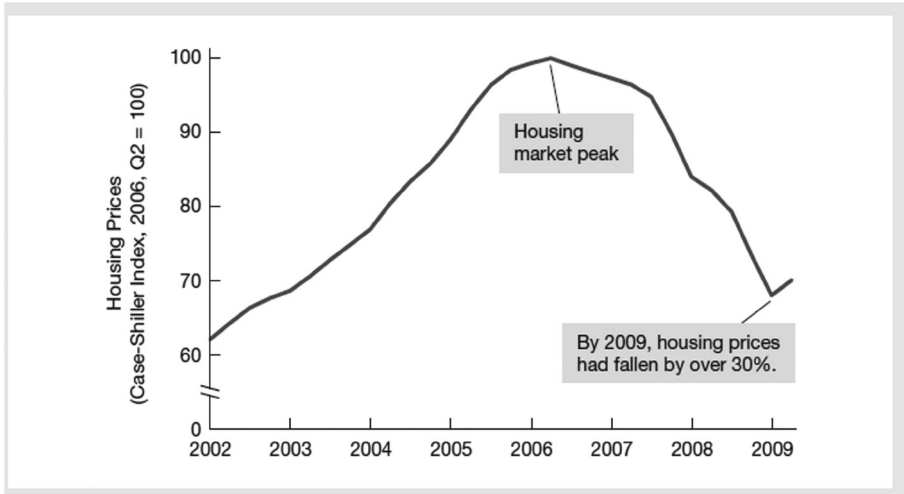
Gölge bankacılık sisteminin başlamasıyla zamanla daha da kötüleşti. Bankalar nakit stok etmeye başladı ve birbirlerine borç vermeyi istediler. Örneğin mevduat yerine kısa vadeli borçlanmaya dayanan Northern Rock, Eylül 2007'de çöktü ve İngiltere'de ilk banka başarısızlığına yol açtı. Sonrasında Avrupa finansal kurumları da başarısız oldu.

### 4. Yüksek kârlı firmaların başarısızlıkları

İki özel şirket eşikaltı menkul kıymetlerden önemli zarar gördükten sonra ABD hazinesi ve Federal Rezerv tarafından desteklendi.

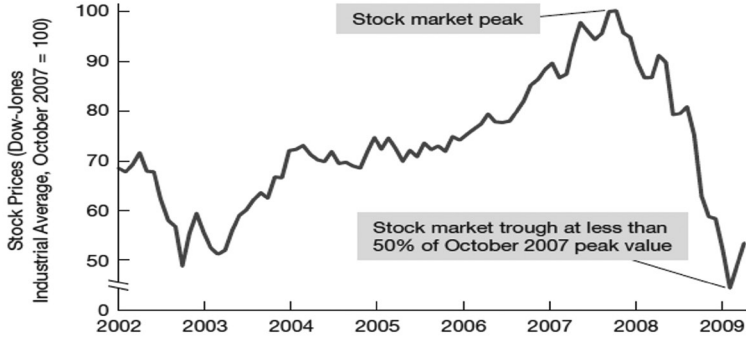
Neden Kriz 2008'de daha da şiddetlendi ? İlk alınan kararlar tam bir yangın söndürme operasyonu kararlarıydı. Likidite bolluğu yaratılmaya çalışılması, nakit sıkışıklığını gidermek için gerekiyordu, ama krizi çözmek için hiçbir şekilde yeterli olmuyordu. Krizin kökeninde yatan konut piyasasındaki sorunlara çözüm getirmiyordu ve finansal kurumların süreç içinde eriyen sermayelerini yerine koymuyordu. Şüphesiz faiz indirimi de gerekliydi ama o da yeterli olmuyordu. Çünkü yine temel sorunlara çözüm getirmiyordu. Mesela faiz indirimi sermaye sorununa eğilmiyordu. Güven bunalımından kaynaklanan nakit sıkışıklığını çözmiyordu. Bu durumda kredi imkanları iyice daraldı. Görece sağlam şirketlerin bir kısmı da zor duruma düştüler. Tüm bu gelişmeler iç talebi kesti, ABD ekonomisi hızla resesyona doğru ilerlemeye başladı. Dünyanın en büyük ekonomisinde yaşanan bu yavaşlama süreci, diğer ülkelerin büyüme hızlarını da etkiledi (Özatat, 2020).

Şekil 4. Konut Fiyatları ve 2007-2009 Mali Krizi



Kaynak: (Mishkin, 2018)

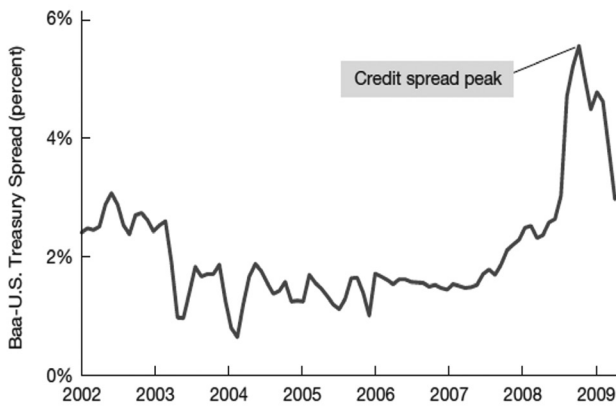
Şekil 5. Borsa Fiyatları ve 2007-2009 Finansal Krizi



**Kaynak:** (Mishkin,2018)

Finansal kriz Eylül 2008'de zirveye ulaştı. Acil Ekonomik İstikrar Yasası yaklaşık bir hafta sonra geçti. Borsa krizi hızlanarak 6 Ekim 2008 haftasında başlayan ABD tarihinin en kötü haftalık gerilemesini gösterdi. Kredi marjları yükseldi. Borçluların finansal piyasalarda bozulma ve yükselen faiz oranları ile karşı karşıya kalması durumunda tüketim harcamaları ve yatırımları keskin bir şekilde azaldı. Hem çıktı hem de enflasyon daha da düştü. İşsizlik oranı yükseldi, 2007'de başlayan resesyon 2. Dünya Savaşından beri ABD'de yaşanan en kötü ekonomik daralma haline geldi. Bu durgunluk sonucu enflasyon düştü, 2009'da kısa bir süre negatifleşmeye devam etti. Mart 2009'dan itibaren hisse senetlerinde fiyatların yükselmesi devam etti ve kredi marjı düştü. Finansal piyasalarda toparlanmayla toplam talep artmaya, çıktı ve enflasyon yükselmeye başladı.

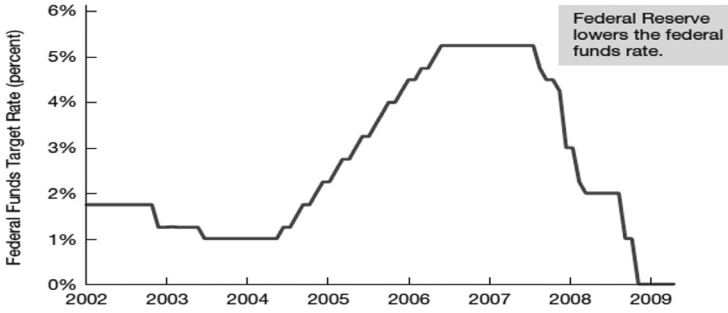
Şekil 6. Kredi Marjları ve 2007-2009 Finansal Krizi



**Kaynak:** Mishkin (2018).

Neden 2007-2009 Finansal Krizi Bir Depresyona Yol Açmadı? Çünkü ABD hükümeti ile Federal Rezerv'in Büyük Buhran Dönemi'nde olduğu gibi beklemeyip müdahaleci davranmasıdır. Fed'in Müdahaleci Faaliyetlerinden birisi Geleneksel Para Politikası uygulamasıdır. Fed yükselen enflasyon oranına rağmen Federal fon oranlarını yarım puan düşürmeyi hedefleyerek para politikasının bağımsız bir şekilde genişlemesini üstlendi. Para politikasındaki aşağı doğru kayma herhangi bir enflasyon oranında reel faiz oranlarını düşürdü ve toplam talebi arttırdı. Federal Rezerv her seferinde yüzde bir çeyrek puanla hedef Federal fon oranını kesti. Kriz daha da kötüleştiğinde Fed Federal fon oranını 1.5 puan azalttı ve sürekli düşürmeye devam etti. 2008 Aralıkta Federal fon oranı sıfır alt sınırını buldu.

Şekil 7. Faiz Oranları



**Kaynak:** (Mishkin,2018)

Fed'in müdahale yöntemlerinden diğerleri Sıra Dışı Para Politikası (Likidite Tedariki, varlık alımları, beklenti yönetimi) ve Müdahaleci Mali Politikalarıdır. Dünyada ise: Kurtarma Paketleri ile Dünya Genelinde Hükümet Müdahaleleri görülmüştür.

Bu müdahaleler, hem ABD'de hem de yurt dışında hükümetin finansal piyasalara geniş müdahaleleri finansal piyasaları destekledi ve toplam talebi canlandırdı.

Bu noktada küresel krizin Türkiye bağlamında etkilerini özetlemek yerinde olacaktır. Küresel krizi Türkiye açısından 1994, 1998-1999 ve 2001 krizlerinden farklı kılan iki önemli unsurdan birincisi, 2008 başında Türkiye ekonomisi çok daha az kırılğan bir ekonomiydi, ikincisi ise ihraç edilen mallara olan dış talebin azalmasıdır. 1994 ve 2001 krizlerinden farklı olarak, 1998 Rusya krizine benzer bir şekilde kur ve faiz üzerine çok büyük bir baskı olmadı. Döviz rezervleri 2008'in ortasından itibaren azalmaya başladı.

Küresel krizin Türkiye'ye etki kanalları:

- 1- Dış talepte düşüş
- 2- Dış kredide azalma
- 3- İç kredide azalma

4- Ekonomiye duyulan güvende azalma

5- Küçülen ekonomi ve artan işsizlik

Burada akla gelen ilk soru, eski krizlere kıyasla neden daha fazla etkilendik?

1. İhracatın ekonomimiz için artan önemi (Bu önemi kabaca ihracatımızın milli gelirimize oranıyla ölçebiliriz. 1993: %6,6, 1998: %10,1, 2000: %10,4, 2007: %16,6. Son kriz öncesinde bu oran önemli ölçüde artıyor. Bu durumda , dış talepte küresel kriz nedeniyle oluşan bir birim daralma milli gelirimizi eskiye kıyasla daha olumsuz etkilemektedir. )
2. Yapısal sorun: Yurt içi tasarruf oranı düşüktür. Bu durumda daha fazla yatırım yapmak için yabancıların tasarruflarına ihtiyaç duyulmaktadır.
3. Krize karşı ekonomi politikası tepkisinin, yetersiz olması (mali uyarıcıların parasal olarak yetersizliği) ve bazı önlemlerin yanlış hedeflere (bazı sektörlerde daha çok ithalata yarayan vergi indirimleri) yönelmesi (Özatay, 2020).

## 4. Finansal Kriz ve Kurtarma Paketleri

2008 Ekonomi Kurtarma Paketinin amacı, «Hazine Varlık Kurtarma Fonu»(TARP) yaratarak sorunlu finansal kurumlara sermaye teşvik etmektir. Yasa, Federal mevduat sigortası limitini, bankalardan para çekilmesini sınırlandırmak için geçici olarak 100.000 dolardan 250.000 dolara yükseltti. Kısa süre sonra ABD Federal Mevduat Sigorta Kurumu bankalar tarafından piyasaya yeni sürülen belirli borç türlerini garanti altına aldı. Hazine bir yıl vadeli para piyasası yatırım fonu paylarını nominal değerinde teminat altına aldı.

**Tablo 1.** 2007-2009 Finansal Krizinde bazı ülkelerde uygulanan hükümet kurtarma paketi

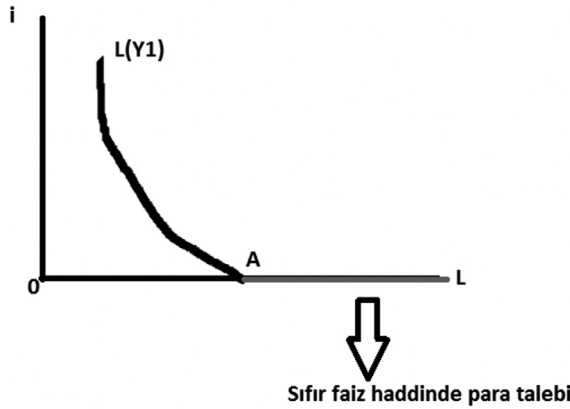
Ülke	Kurtarma Paketi
<b>Fransa</b>	Banka borçlarını garanti etmek ve finansal sisteme sermaye enjeksiyonu için 400 milyar dolar sağladı
<b>Almanya</b>	Hypo Real Estate Holdinge 50 milyar dolarlık destek verdi, 500 milyar dolar banka borçlarını garanti altına aldı
<b>Yunanistan</b>	Ticari bankaları ve uluslararası kredilendirmeyi garanti altına aldı
<b>İzlanda</b>	Ülkenin en büyük üç bankasını devraldı
<b>İrlanda</b>	Ticari bankaları ve uluslararası kredilendirmeyi garanti altına aldı
<b>Hollanda, Belçika, Lüksemburg</b>	Avrupa Fortis Bankasına 16 milyar dolar destek sağladı
<b>Hollanda</b>	Banka ve sigorta şirketi devi ING'ye 13 milyar dolar destek sağladı

<b>Güney Kore</b>	Banka borçlarını garanti etmek ve finansal sisteme sermaye sağlamak için 100 milyar dolarlık destek verdi
<b>İspanya</b>	Bankalara 70 milyar dolar destek sağladı
<b>İsveç</b>	Banka borçlarını garanti etmek ve finansal sisteme sermaye sağlamak için 200 milyar dolarlık destek verdi
<b>İsviçre</b>	UBS bankasına 50 milyar dolar destek sağladı
<b>Birleşik Krallık</b>	Banka borçlarını, hükümet tahvilleri ile fon varlık swapları için 600 milyar dolar destek sağladı

## 5. Likidite Tuzağında Para Politikaları

Bazı durumlarda para politikası hasıla düzeyini ya hiç etkilemez ya da genişletici, daraltıcı politikalardan daha fazla etkiler. Bunlardan birisi *likidite tuzağıdır*. Kişiler sahip oldukları servetin bir kısmını borç vermek ve bunun karşılığında borç alana nominal faiz ödemek yerine para olarak tutmayı ve böylece sıfır faiz geliri elde etmeyi tercih ederler. Para talep eğrisinin yatay eksenini kesmekle beraber onun altına inmemesi, faiz haddinin sıfır olduğu bir ekonomide para talep eğrisinin, yatay eksenini kestiği noktanın solunda kalan yatay eksenden ibaret olmasıdır.

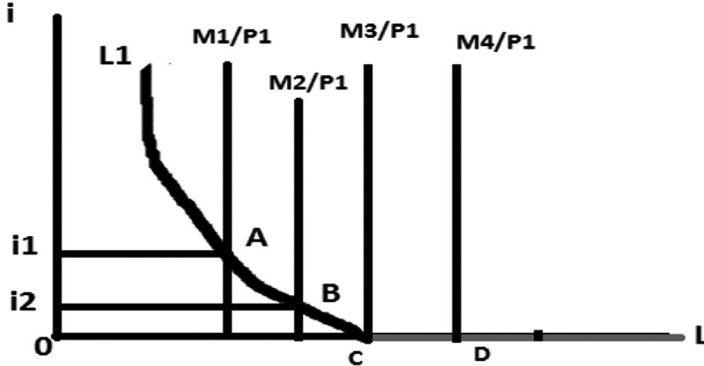
Şekil 8. Para Talep Eğrisinin Yatay Eksenini Kesmesi



**Kaynak:** (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Likidite tuzağı,  $L_1$  reel para talep eğrisi ile  $M/P$  reel para arz eğrileri birlikte yer aldığı yandaki şekilden hareketle, iki eğri başlangıçta örneğin A noktası gibi  $L_1$  eğrisinin pozitif eğimli olduğu bölgede kesişirse ve daha sonra hükümetin genişletici para politikası izlemesi sonucu nominal para arzı  $M_1$ den  $M_2$ ye ve böylece reel para arzı da  $M_1P_1$ 'den  $M_2P_1$ 'ye yükselirse para piyasasında yeni denge faiz haddinin düştüğü  $i_1$ den  $i_2$ ye gerilediği B noktasında sağlanır.

Şekil 9. Likidite Tuzağı



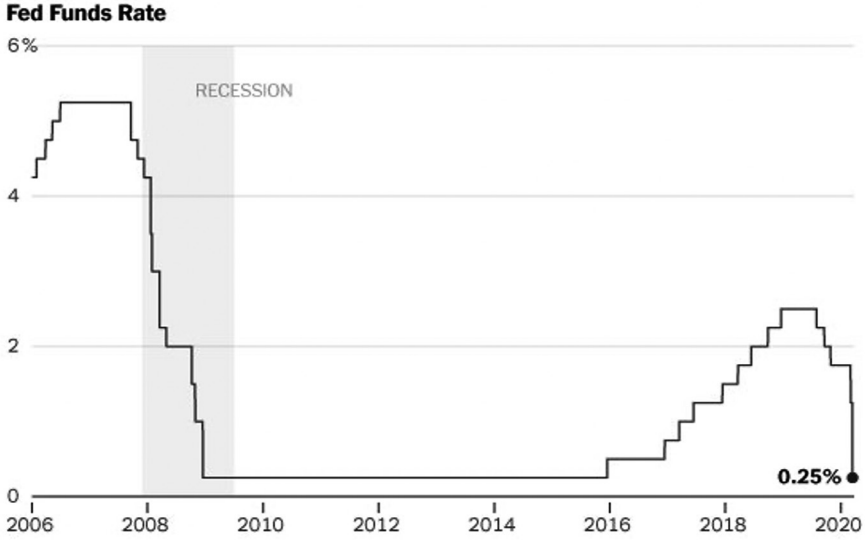
**Kaynak:** (Yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

Genişletici para politikasının devam ettirilmesiyle nominal para arzı artmaya devam ederken faiz haddi artık değişmez yani para politikasının likidite etkisi artık söz konusu olamaz. Bu anda kişiler para arzındaki artışın tümünü talep ederler yani bu miktarı cüzdanlarında, vadesiz mevduat hesabında tutmak isterler. Dolayısıyla para piyasasında bir para arz fazlası, tahvil piyasasında tahvil talep fazlası ortaya çıkmaz bu yüzden tahvil fiyatı yükselmez, faiz haddi düşmez. İşte bu anda para arzındaki artışın faiz haddinin düşmesini sağlayamadığı bu duruma likidite tuzağı denir. Likidite tuzağı IS ve LM eğrisini etkiler.

Örneğin parasal genişleme sonucu para arzında meydana gelen artış likidite tuzağına düşer, faiz haddinin düşmesine yol açmaz. Faiz haddinin sıfır olduğu likidite tuzağı durumunda para politikası faiz haddinin düşmesini ve dolayısıyla da hasılanın artmasını sağlayamaz. Özetle likidite tuzağı para arzındaki artışların faizleri daha fazla düşüremeyeceği bir aşamayı ifade eder. Bu aşamaya gelindiğinde ekonomiye enjekte edilen likidite atıl birikim biçiminde elde tutulmaya başlanır ve dolayısıyla para arzındaki artış ekonomiyi canlandırmaya yaramaz.

COVID pandemisi başladığında Fed, ECB ve diğer büyük merkez bankaları faiz oranlarında indirim gitmiştir. Pandeminin başında Avrupa Merkez Bankası ve Japon Merkez Bankasının politika faizleri sıfıra yakın düzeydeydi (Örneğin ABD’de %1,50 - %1,75 aralığında, İngiltere’de ise %0,75 ). Fed ve İngiltere Merkez Bankası pandeminin yayılması ile birlikte, faiz oranlarını sıfıra doğru düşürmüştür. Özellikle gelişmiş ülkelerdeki düşük faiz oranları, kısa vadeli politika faiz oranının yönetimine dayanan geleneksel para politikası oluşturma yaklaşımı için bir zorluk teşkil etmektedir. Bu durumda ülkeler geleneksel olmayan parasal genişleme politikalarına yönelmektedir.

Şekil 10. Fed Faiz Oranları



**Kaynak:** (FED)

Küresel Finansal Kriz ve ardından gelen durgunluk sırasında uygulanan parasal gevşeme politikalarının küresel finansal piyasaları istikrara kavuşturmaya yardımcı olduğu ve küresel ekonomik aktivitede daha büyük bir çöküşü engellediği konusunda genel bir fikir birliği bulunmaktadır. Fakat pandemi krizinde kısa vadeli politika faizlerini daha fazla düşürme imkânı bulunmadığından, düşük faiz oranlı ülkeler geleneksel olmayan para politikalarını kullanmış ve daha çok finansal varlık alımları yapmıştır. Gelişmekte olan ülkelere de ekonomik aktivite pandeminin başlamasıyla azalmıştır. Gelişmekte olan piyasalara sermaye akışları durma noktasına gelmiştir. Parasal genişlemeye transfer ödemelerinin eşlik etmesiyle gelişmiş ekonomilerde para politikalarının olumsuz etkileri düşük olmuştur.

FED, Covid-19 Pandemisi ile mücadelede 2020 yılının Mart ayından başlamak üzere milyar \$ bütçeli acil kredi imkânlarını devreye sokmuştur. Çeşitli ekonomik programlar sayesinde finansal piyasalardaki kaos yatışmıştır. Sermaye çıkışları yavaşlamış ve zaman içinde para piyasaları yeniden istikrar kazanmıştır. ABD'de, Fed'in genişletici para politikaları, faizleri sıfırlaması ve tahvil alımları ile Amerikan Hazinesi'nin de genişletici maliye politikaları ve teşvik paketleri ile vermiş oldukları tepkiler, hem kapsam olarak çok büyük miktarlarda hem de oldukça hızlı olmuştur. Pandemi Krizi'nin negatif etkileri zaman içerisinde azalmaya başlamış, büyüme ve istihdam oranları yükselmiş, enflasyon oranları artmaya başlamış, işsizlik oranları düşmüş, 2021 yılı itibariyle krizden çıkış başlamıştır. Enflasyon oranları artan gıda krizinden dolayı tüm dünyada yükselmeye başlamıştır. Burada önemli olan söz konusu politika başarısının altında,

Fed ve Amerikan Hazinesi'nin ekonomi politikalarını birlikte yönetmeleri, bozulan ekonomiye ellerindeki tüm araçlar ile müdahale etmeleri, politikalarını esnek biçimde belirlemeleri, piyasalara güven sağlamaları ve yeni parasal ve mali aracı devreye koymaları önemli rol oynamıştır. Örneğin Japonya'da Ukrayna-Rusya savaşının piyasalara etkisi sonucu yükselen ham madde fiyatlarının enflasyonu etkilemesine karşın parasal genişleme politikasını sürdürüleceği açıklanmıştır. Parasal genişlemedeki ısrarla, ekonomik canlanmayı destekleyecek ve ekonominin pozitif döngüsünü teşvik edileceği söylenmektedir.

Japonya Merkez Bankasının, uzun vadeli faiz oranlarının yükselmesini önlemek amacıyla sınırsız oranda devlet tahvili alımını sürdürmektedir. Avrupa'da da benzer durum görülmektedir. Avrupa Merkez Bankası enflasyona rağmen parasal genişlemeye devam etmektedir. Bunun en önemli nedeni istihdamın bozulmasını engellemektir. Parasal destekler ve hükümetler özelindeki katkılarla tüm işletmelerde çarkların dönmesi sağlanmaktadır. İstihdam piyasasına destek verilmesi ile Euro Bölgesi'nde işsizlik düşük seviyeye girebilmiştir. Likidite tuzağının yakın tarihteki ilk büyük yansıması Japonya'da yaşandı. Japon Merkez Bankası 1990'larda durgunluğa giren ekonomiyi canlandırmak için "niceliksel gevşeme yöntemine" başvurdu. Faizler sıfıra yakındı. Sonuçta likidite tuzağı ortaya çıktı ve Japon halkı eline geçen parayı harcamamayı tercih etti. Batık krediler 1990'larda para politikasının işleminin önündeki önemli sorunlardan biri olmuştur.

Henüz 1990'ların ortalarında Japon Merkez Bankası faiz indirimi yoluyla ekonomik faaliyetleri uyarmada sınıra ulaşmış ve gecelik faiz oranlarını % 0,5 oranına indirmişti. Likidite tuzağı olarak bilinen bu durum 2000 yılında uygulanmaya başlanan "sıfır faiz politikası" ile en uç noktasına ulaşmıştır. Merkez bankası pozitif enflasyona ulaşma hedefi benimsemiştir. Bankaların finans piyasalarında aracı olarak üstlendikleri rol gevşetilmiş ve bankaların dağıttıkları krediler üzerine kontroller getirilmiştir. Bunun önemli bir nedeni olarak büyük bankaların sürekli para kaybeden büyük firmalara kredi dağıtımına devam ederek yeni iş alanlarının yaratımına veya bu fonların daha verimli olarak değerlendirilebileceği alanlara yönelmesini engelledikleri düşünülmüştür.

Likidite tuzağının ikinci yansıması 2008'de başlayan küresel krizle yaşandı. ABD Merkez Bankası (Fed) ve Avrupa Merkez Bankası (AMB) niceliksel gevşeme yöntemini en üst düzeyde denemesine karşılık ekonomilerde beklendiği gibi bir canlanma ortaya çıkmadı. 2008 yılından başlayarak Fed para bazını 3 katından fazla artırmış olmasına karşın bu artışın ekonomik canlanmaya katkısı oldukça düşük kalmıştır. Benzer bir durum AMB'nin para bazını artırmaya karşın ekonomik canlanmaya girememiş olan Euro bölgesi üyesi ülkeler için de geçerliydi. Bu durum gerek ABD gerekse Avrupa'nın tıpkı Japonya'da olduğu gibi sıfır faiz oranları nedeniyle likidite tuzağına düşmüş olduklarını göstermiştir. ABD hükümeti bu süreçte bazı finans ve reel sektör firmalarını satın almak ve kurtarmak zorunda kaldı. ABD hükümeti yatırım bankaları ve özel kredi kuruluşlarını disipline etmeyi ve yeniden güven oluşturmak amacıyla tüketicileri koruyan ve desteklemeyi hedefleyen paketler açıkladı. Japonya için maliye politikası etkili olarak kullanılabilir bir politika iken, ABD için ise durum daha endişe vericidir. ABD'de devlet borçları 2001 yılından itibaren hızla artmıştır. Bundan hareketle, ABD'de maliye politikasının toplam talebi uyar-

mak amacıyla kullanıldığında makroekonomik dengeleri sarsacağı sonucu çıkarılabilir. Bu durumda, ABD ve Japonya krizleri karşılaştırıldığında, uygulanan maliye politikalarının uzun vadede sonuçları aynı olabilir.

## **Sonuç: Covid-19 Pandemisi ve Sonrası: Türkiye'nin Durumu**

2020 yılının Mart ayından itibaren Amerikan Merkez Bankası-Fed, Covid-19 Pandemisi ile mücadele çerçevesinde yüksek bütçeli acil kredi imkânlarını oluşturmuştur. Finansal piyasalardaki kaos, çeşitli ekonomik programların açıklanmasının ardından azalmakta, Covid-19 Pandemisi'nin negatif etkileri zaman içerisinde normale dönmüştür. Büyüme ve istihdam oranları yükselmiş, enflasyon oranları artmaya başlamış ve işsizlik oranları düşmüştür. Dolayısıyla 2021 yılı itibariyle kriz atmosferinden çıkışın belirtileri görülmeye başlanmıştır. Covid-19 salgını etki derecesi, 2020 yılı itibariyle olumsuz etki en fazla gelişmiş ekonomilerde gözlemlenmiştir. Salgının Çin'de ortaya çıkmasına rağmen, en az ekonomik daralma Çin'de en fazla ekonomik daralma İngiltere'de gerçekleşmiştir. Dünyada gelişmiş ülkeler bağlamında en fazla işsizlik Kanada ve ABD'de gerçekleşmiştir. Çin'de ise işsizlik normal seyrinde devam etmiştir. İthalat ve ihracat verileri incelenmesi sonucunda ise yine en fazla olumsuz etkilenen ülke İngiltere olmuştur(Ünüvar & Aktaş,2022).

Covid-19 Pandemisi, 2008 küresel krizinin uyanmasına yol açmış ve ülkelerin üzerinde negatif etkilerini göstermiştir. Özel işyerlerinde işten çıkarmalar, iflaslar, bilançolarında zarar gibi sonuçlar görülmüştür. Küresel krize girildikten itibaren ABD, Euro Bölgesi, Japonya ve Birleşik Krallık faiz düşürmeye ve parasal gevşemeye yöneldiler. Bu yolla ekonomilerini canlı tutmayı hedeflediler. Bu yaklaşımın en büyük riski enflasyonun aşırı yükselmesiydi. Bu sorunu da sermaye hareketlerinin serbestliğiyle aştılar. Ekonomiler düzeline parasal sıkılaştırma ve faiz artırımlarıyla para arzının azaltılmasını planladılar. Covid-19 Pandemisi bu planları alt üst ettiği gibi gelişmekte olan ülkelerin de ağır darbeler almasına yol açmıştır.

2002 krizi sonrasında Türkiye IMF desteğinde yeni bir ekonomi programını uygulamış ve bununla krizden çıkmıştır. 2002 sonunda yaşanan iktidar değişimine karşın yeni gelen iktidar IMF programını aksatmadan uygulamıştır. Bu program bankaların ve finans sisteminin güçlendirilmesi, kamu kesimi mali disiplininin sağlanması sonucu bütçe açıklarının düşürülmesi ve kamu kesiminin borçlanma gereğinin düşürülmesi gibi iki önemli temele dayanıyordu. 2008 ortasında IMF programı bitti ve IMF ile devam edilmeme kararı alınmış, ardından AB ile ilişkiler bozulmaya başlamış, yabancı sermaye girişi yerini dış borçlanmaya bırakmıştır. Yapılması gereken yapısal reformlar yapılmadığı gibi mevcutlar da yavaş yavaş bozulmaya başlamıştır. Ekonomideki bozulmanın yanı sıra geçmişte yapılmış sosyal ve siyasal reformlardaki bozulmalar düzeltilememiştir(Eğilmez,2022).

Türkiye 2003 – 2010 arasında yükselen piyasa ekonomilerinden biriydi. 2014 – 2018 arasında bu konumunu yitirerek düşüşe geçti, 2018'den sonra bu ekonomilerin en umutsuzları arasına girdi. Günümüzde Türkiye'de yüksek enflasyon halen bir sorun olmakla birlikte, hem talep hem de maliyet enflasyonun yaşandığı görülmektedir. Faiz politikala-

rındaki yanlış uygulamalar sonucu enflasyon yükselmeye devam etmiştir ve finansal kriz devam etmektedir. Finansal krizden çıkış noktası sadece ekonomik, mali müdahalelerle yeterli kalmamalı, her alanda yapısal reformların uygulanması gerekmektedir.

## Kaynaklar

- Calomiris, C. W. (1993). Financial factors in the Great Depression. *Journal of Economic Perspectives*, 7(2), 61–85.
- DJIA, (2018, 1 Ocak). *Dow Jones industrial average*. Erişim: <https://www.marketwatch.com/investing/index/djia>
- FED, (2018, 1 Ocak). *St. Louis FRED database*, Erişim: <https://www.Federalreserve.gov>
- Eğilmez, M. (2022, 18 Temmuz). *Çok daha zor günler kapıda*. Erişim: <https://www.mahfiyegilmez.com/2022/07/cok-daha-zor-gunler-kapda.html>
- Gorton, G. & Metrick, A. (2009). *Securitized banking and the run on repo*. National Bureau of Economic Research Working Paper, No: 15233.
- Kindleberger, C. (2005). *Manias, panics and crashes: A history of financial crises*. 5th edition, New York.
- Mishkin, F. (2013). *The economics of money, banking and financial markets*. 10th Edition, Boston.
- Mishkin, F. (2018). *Makroekonomi: Politika ve uygulama*. (Ç. S. Sezgin), Nobel Yayıncılık.
- Özatay, F. (2020). *Finansal krizler ve Türkiye*. Doğan Kitap.
- Ünüvar, İ. & Aktaş, H. (2022). Dünyada ve Türkiyede Covid-19 pandemisinin ekonomik etkileri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 25(1), 124-140.

# Küresel İklim Değişikliğiyle Mücadele Politikaları Çerçevesinde Nükleer Yakıt Bağımlılığı

**Mihriban Bildir**, Strateji ve Bütçe Uzmanı, Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, mihri88a@gmail.com, ORC-ID: 0009-0008-2985-4970.

## Öz

Enerji güvenliği kavramı uluslararası alanda önemli bir dış politika hedefi olmaya devam etmektedir. Ülkeler fosil yakıtlara alternatifleri benimsedikçe ve teknolojik gelişmeler ile beraber nükleer enerji yatırımlarının küresel düzeyde artması beklenmektedir. Kamuyunda genel olarak nükleer enerjinin enerji ithalatına olan bağımlılığını azaltarak enerji güvenliğine önemli katkı sağlayacağı yönünde genel bir görüş oluşmuş olmasına rağmen bu hedefe ulaşılmasında nükleer enerji yakıt döngüsünün ne şekilde oluşturulduğu önem arz etmektedir. Nitekim nükleer yakıt üretiminin reaktörde kullanılabilir hale gelmesi teknolojik bilgi ve çok özel bir tasarım gerektirmektedir ve az sayıda üreticiyle sınırlıdır. Bu çalışmada, nükleer yakıt ticareti ve politikaları mevcut veriler ışığında incelenerek politika önerileri oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji güvenliği, Nükleer Yakıt, İklim Değişikliği, Jeopolitik, Güvenlik, COP 29

**JEL Kodları:** F00, Q48, Q54, O3.

## Nuclear Fuel Dependency within the Framework of Policies to Combat Global Climate Change

### Abstract

The concept of energy security continues to be an important foreign policy goal in the international arena. As countries adopt alternatives to fossil fuels and technological advancements lead to an expected global increase in nuclear energy investments, there is a general consensus in public opinion that nuclear energy will significantly contribute to energy security. However, achieving this goal depends on how the nuclear fuel cycle is structured. Producing nuclear fuel that can be used in a reactor requires technological knowledge and a very specialized design, and it is limited to a few producers. In this study, nuclear fuel trade and policies are examined in the light of current data and policy recommendations are created.

**Keywords:** Energy Security, Nuclear Fuel, Climate Change, Geopolitics, Security, COP 29

**JEL Codes:** F00, Q48, Q54, O3.

## GİRİŞ

Enerji güvenliği basitçe, makul fiyatlarla yeterli enerji kaynaklarına erişim olarak tanımlanmakla beraber bölgesel ve uluslararası politikaları da içeren daha geniş bir kavramdır ve diplomasi ve siyasi stratejinin önemli bir konusu haline gelmiştir. Devletler arasındaki askeri ve siyasi güç dağılımı, enerji kaynakları ve enerji bağımlılığıyla paralel olarak şekillenmektedir. Enerji kaynaklarında karşılıklı bağımlılığın faydaları “olumlu bağımlılık” yaratır. Bağımlılık güvenlik tehditleri yaratırsa buna “olumsuz bağımlılık” denir. Enerji güvenliğinin sağlanmasında bir diğer önemli konu ise enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve modernizasyonudur. Enerji güvenliği kavramı, son yıllarda teknolojik gelişmeler ve küresel ısınma ile mücadele politikaları ile birlikte değişmiştir. Günümüzde, devletler yüz yıl öncesine kıyasla uzlaşmaz çıkar çatışması içinde değildir. Ancak, enerji güvenliği önemli bir dış politika hedefi olmaya devam etmektedir.

“Yeşil Enerji” terimi genellikle hidroelektrik (barajlar) veya rüzgar, güneş, jeotermal veya biyokütle enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriği ifade eder. Yeşil enerjinin iki büyük avantajı vardır; çevre üzerindeki düşük negatif etkisi ve giderek kıtlaşan geleneksel enerji kaynaklarına bir alternatif sunmasıdır. Nükleer enerjinin yeşil enerji olup olmadığı tartışmalı bir konudur. Dünyada bir kesim nükleer enerjinin pahalı ve tehlikeli olduğunu ve güvenli atık yönetimi çözümleri olmadan kullanılmaması gerektiğini düşünürken diğer bir kesim küresel ölçekte düşük karbon hedefine geçiş için elzem olarak görmektedir. Nükleer enerji savunucularının argümanları şunlardır; tipik olarak, bir ton doğal uranyumdan yaklaşık 44 milyon kilovat-saat elektrik üretilir. Fosil yakıtlardan bu miktarda elektrik enerjisi üretmek için 20.000 tondan fazla kömür veya 8,5 milyon metreküp gaz yakılması gerekir.<sup>1</sup> Nükleer enerjideki yakıt maliyeti tarihsel olarak toplam üretim maliyetinde küçük bir unsur olmuştur. Yeni nükleer santrallerin yakıt maliyetleri genellikle toplam işletme maliyetlerinin %20’sinin altındadır, fosil yakıtla çalışan santrallerde ise bu oran %80’e kadar varmaktadır. Buna ilave olarak, nükleer enerji daha az malzeme kullanır ve daha az arazi kaplar. Örneğin; güneş enerjisi bir birim enerji üretmek için nükleer enerjiye oranla 17 kat daha fazla malzemeye ve 46 kat daha fazla araziye ihtiyaç duyar. Nükleer

---

1 World Nuclear Association, <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/introduction/nuclear-fuel-cycle-overview>

enerjinin bir yeşil enerji türü sayılmayacağını savunanların görüşleri ise şöyledir<sup>2</sup>;

- Uranyum madenciliği çevreye zarar verir ve çevredeki alanı arsenik ve radonla kirletme riski taşır. Ek olarak, nükleer enerji tesisleri termal kirlilik yaratır. Çoğu reaktör göllere veya okyanuslara yakın bir yerde bulunur. Bu kaynaklardan gelen su, sıcak buharı tekrar santraldeki suya yoğunlaştırarak sıcaklığı yükseltir. Tesisler daha sonra bu ısıtılmış suyu kaynağına geri boşaltır. Birçok yerel su canlısı türü, genellikle 100 derece Fahrenheit'in üzerinde olan bu doğal olmayan sıcak suda yaşayamaz. Nükleer enerji tesislerinin reaktör çekirdeklerini soğutmak için çok fazla suya ihtiyacı vardır. Bu muazzam su harcaması, özellikle iklim değişikliği karşısında su kıtlığıyla sürdürülemez hale gelebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımla tükenmez. Güneş enerjisi güneşi kullanırken, rüzgar ve su elektrik üretmek için doğal tekrarlayan olayları kullanır. Nükleer enerji bu kritere uymaz. Yakıtı olan uranyum, kömür gibi jeolojik oluşumlarda bulunur ve aynı şekilde sınırlıdır.
- Bir nükleer santral için tahmini enerji geri kazanım süresi yakıt için çıkarılan uranyum cevherlerinin zenginliğine bağlı olarak yaklaşık 10 ila 18 yıldır. Bu, bir nükleer santralin, santrali inşa etmek ve yakıt sağlamak için tüketilen tüm enerji geri kazanılmadan ve santral net enerji üretmeye başlamadan önce en az on yıl çalışması gerektiği anlamına gelir. Karşılaştırıldığında, rüzgar enerjisinde net enerji üretimine geçiş için bir yıldan az zaman yeterlidir ve güneş veya fotovoltaik enerji üç yıldan az sürede enerji üretir.
- Nükleer Düzenleme Komisyonu, nükleer yakıt çevrimi ve rutin reaktör operasyonlarından kaynaklanan radyoaktif emisyonlar sonucunda, bir reaktörün çalıştığı her 20 yıllık dönemde 12 kanser ölümüne denk gelen toplu radyasyon dozunun beklenebileceğini hesaplamıştır. Ayrıca, radyasyon maruziyetiyle ilgili ölümcül olmayan sağlık etkileri de bu sayımda hesaba katılmamıştır.<sup>3</sup>
- Nükleer enerji sera gazı emisyonu üretmese de radyoaktif atık üretmekte ve uzun vadeli depolama yöntemleri olsa da bu yan ürün binlerce yıl boyunca zararlı olmaya devam etmektedir ve bu atığı güvenli bir şekilde bertaraf etmenin bilinen bir yolu yoktur. Nükleer atıkların insanlardan ve çevreden izole edilmesi önemli miktarda enerji ve kaynak gerektirmektedir. Uzun ömürlü nükleer atıkların (yani, bin yıldan uzun süredir aktif olan yüksek radyoaktif atıklar) farklı siyasi güçlere ve hatta siyasi düzenlere bırakılma ihtimali vardır.
- Nükleer santraller, sıkı güvenlik tedbirleri nedeniyle oldukça güvenlidir. Ancak, önlemlere rağmen, geçmişte kazalar meydana gelmiştir. *Fukuşima*, *Çernobil* ve *Three Mile Island* felaketleri, nükleer santral erimelerinin yakındaki bölgeleri harap edebileceğini göstermektedir. Bu örnekler bu teknolojiye olan güvenin çok hızlı bir biçimde düşebileceğinin örnekleridir.

2 <https://www.citizen.org/article/nuclear-power-is-not-clean-or-green/>

3 <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/cfr/part020/full-text.html>

- Sigorta sektörü nükleer santral kazalarına karşı sigorta yaptırmaz. ABD’de nükleer santral operatörleri, bir kaza veya saldırı durumunda sorumluluklarını sınırlayan hükümet destekli “*Price-Anderson Tazminat Yasası*” tarafından kısmen güvence altına alınmıştır.<sup>4</sup>
- Nükleer santral inşaatı, dünyadaki büyük altyapı projelerinin tipik bir örneğidir; ancak bu projelerin maliyetleri ve teslimat zorlukları genellikle göz ardı edilmektedir.<sup>5</sup> 4,5 milyar ABD doları değerindeki yeni bir gigawatlık nükleer santralin, sermaye maliyetindeki her yüzde puanlık artışın enerji maliyetinde yaklaşık 5 ABD doları/MWh (LCOE) artışa neden olduğu tahmin edilmektedir (Pieńkowski, 2024). Ayrıca, uranyum fiyatlarının, atık biriktirme maliyetinin, ulaşımın ve yakıt çevrimi hizmetlerinin maliyetinin uzun vadeli olarak tahmini zordur.

Enerji ve iklim krizleriyle mücadele kararlı bir eylem gerektirmektedir ve bu çerçevede nükleer enerji ile ilgili tartışmalar devam etmektedir. Dünyanın aktif nükleer filosu şu anda emisyonuz elektrik üretiminin ikinci büyük kaynağıdır. NEA çalışmasına göre; mevcut tesislerin uzun vadeli işletimi ve yeni nesil nükleer teknolojilerin ve küçük modüller reaktörlerin hayata geçirilmesi planı uygulamaya konursa 2020 ile 2050 yılları arasında 87 gigaton kümülatif emisyon önlenecek ve küresel karbon bütçesinden yüzde 20 tasarruf edilebilecektir (NEA, 2022). Nükleer enerji, Kasım 2021’deki COP26 sırasında önemli destek almıştır. Avrupa Komisyonu, 2022 yılında Avrupalı Parlamentosu temiz enerjiye doğrudan yatırımı etkilemeyi amaçlayan bir sistemin parçası olarak, gaz ve nükleeri sürdürülebilir enerji kaynakları olarak belirleyen bir yasayı onaylamıştır. Bu kapsamda, 2030’a kadar inşa edilen yeni nükleer ve gaz yakıtlı santraller, petrol ve kömür gibi daha kirli fosil yakıtların yerini almak üzere kullanıldıkları sürece geçiş enerjisi kaynağı olarak kabul edilecektir. Diğer yandan, 278 üyenin karşı oy kullandığı Parlamentoda “*fosil gaz ve nükleer enerji, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla aynı ucuz finansmana erişememeli; çünkü bu, kaçınılmaz olarak yeşil dönüşüm için finansmanı kısıtlayacak ve bu durum sürecin ilerlemesini yavaşlatacaktır*” şeklinde görüşler de dile getirildi (Hancock, 2022). Ancak AB, gaz ve nükleerle ilgili faaliyetlerin yalnızca belirli kriterleri karşılamaları ve radyoaktif atıkların bertarafına ilişkin belirli standartlara uyulması halinde “*yeşil*” olarak etiketlenebileceğine dair güvence verdi. COP28’de 28 ülke 2050’ye kadar nükleer enerji kapasitesinin üç katına çıkarılmasına yönelik bildirge’yi açıkladı.<sup>6</sup> COP29’da aralarında Türkiye’nin de bulunduğu altı ülkenin daha bu bildirgeye imza atması ile destek veren ülke sayısı 31’e ulaştı.

Nükleer enerjiye olan bağımlılığın, ülkeler fosil yakıtlara alternatifleri benimsedikçe artması beklenirken jeopolitik gelişmeler nükleer endüstriyi önemli bir dönüm noktasına getirmiştir. Rusya’nın Ukrayna’yı ilhaki ile başlayan jeopolitik gerilimlerin, teknolojik gelişmelerin ve askeri-stratejik ortaklıkların önümüzdeki dönemde nükleer tedarik zinciri-

4 <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10821>

5 <https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power>

6 <https://www.energy.gov/articles/cop28-countries-launch-declaration-triple-nuclear-energy-capacity-2050-recognizing-key>

rinde önemli değişiklikler yapacak düzenlemeleri gündeme getireceği görülmektedir. Bu durum geleceğe dönük yatırım kararları açısından belirsizliklere neden olduğu gibi yeni fırsatları da barındırmaktadır.

## 1. NÜKLEER YAKIT DÖNGÜSÜNE GENEL BAKIŞ

Yakıt döngüsü çok karmaşık bir işlemdir ve çeşitli aşamalardan oluşur. Uranyum, dünyanın her yerinde bulunan nispeten altından yaklaşık 500 kat daha bol ve yaygın bir elementtir. Diğer yandan, nükleer reaktörde yakıt olarak kullanılabilmesi için önce işlenmesi ve çok karmaşık üretim aşamalarından geçmesi gerekmektedir. Uranyumun bir nükleer reaktörde kullanıma hazır olması için, *madencilik ve öğütme, dönüştürme, zenginleştirme ve yakıt üretimi* adımlarından geçmesi gerekir. Öğütme sürecinde cevher ezilir ve sülfürik asitte (veya bazen güçlü bir alkali çözeltide) yıkanarak atık kayadan uranyumun ayrılmasına izin veren ince bir bulamaca dönüşür. Madencilik ve öğütme süreçleri, rekabetçi uluslararası pazarlara sahip olgun endüstrilerdir. Bir sonraki adım, sarı keki uranyum hekzaflorüre dönüştüren kimyasal işlem olan “*dönüşüm*”dür. Bu sarı kek, uluslararası pazarda hammadde olarak işlem görür. Dünya çapında yalnızca birkaç ülkede gerçekleştirilir; *Kanada, Çin, Fransa, Rusya Federasyonu, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri*. Sarı kek, geçmişte Türkiye’de ancak laboratuvarında üretilmiştir (DPT, 1996). Nispeten belli ölçüde rekabetçi olan bu süreçlerden sonra nükleer yakıt üretiminin bir diğer aşaması uranyum zenginleştirmedir. Uranyumun nükleer yakıt düzenekleri üretmek için kullanılabilmesinden önce konsantrasyonunun artırılması gerekir. Zenginleştirme ile uranyum iki ana izotopa ayrılır. Yüzde 20’den az zenginleştirilmiş uranyum düşük zenginleştirilmiş uranyum LEU olarak bilinirken, daha yüksek seviyelerde zenginleştirilmiş uranyum HEU olarak bilinir. Dünya çapında, zenginleştirme hizmetleri sunan sınırlı sayıda şirket vardır ve ticari zenginleştirmenin neredeyse tamamı şu dört şirketten biri tarafından yürütülür: *Rosatom, China National Nuclear Corporation, Orano ve Urenco*.

Yakıt üretiminin reaktörde kullanılabilir hale gelmesi teknolojik bilgi ve çok özel bir tasarım gerektirmektedir. Reaktör yakıtı genellikle seramik peletler biçimindedir. Peletler daha sonra yakıt çubukları oluşturmak için metal tüplere yerleştirilir ve bunlar bir reaktörde kullanılmaya hazır bir yakıt tertibatı halinde düzenlenir. 1000 MWe’lik bir reaktörün her yıl yaklaşık 27 ton taze zenginleştirilmiş yakıtı ihtiyacı vardır. Yakıt üretimine yönelik mevcut yıllık küresel talep, yaklaşık 9.500 ton zenginleştirilmiş uranyumun montaj haline getirilmesi gereksinimi olarak ifade edilmektedir. Nükleer yakıt üretimi de az sayıda üreticiyle sınırlıdır.<sup>7</sup> Üretildikten sonra, nükleer yakıt düzenekleri üretildiği ülkede kullanılabilir veya diğer ülkelerdeki reaktörlere yüklenmek üzere gönderilebilir. Sivil nükleer yakıt çevriminde uranyumun nihai tüketicileri olan enerji şirketleri genellikle ihtiyaç duyduğu uranyumu doğrudan uranyum madeni operatörlerinden satın alır ve onu kullanılabilir nükleer reaktör yakıtına dönüştürmek için gerekli hizmetleri ilgili hizmet sağla-

7 <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/fuel-fabrication>

yıcılardan satın alır; ancak şirket normalde süreç boyunca malzemenin tek sahibi olmaya devam eder (CRS, 2019). Örneğin, bir ABD nükleer enerji şirketi Kanada'daki bir uranyum üreticisi, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir uranyum dönüştürme tesisi, Almanya'daki bir uranyum zenginleştirme tesisi ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir uranyum yakıt üreticisiyle çalışabilir. ABD'de 2023 yılında tedarik edilen uranyumun %85'i uzun vadeli sözleşmelerle ve yüzde %15'i spot piyasadan alınmıştır (EIA, 2023). Nükleer yakıtın diğer enerji girdilerinden önemli farklarından biri kullanılmış yakıtın yeniden işlenebilmesidir. Reaktör yakıt gereksinimleri birincil arz kaynaklarının yanı sıra ikincil arz kaynaklarından da (ticari stoklar, nükleer silah stokları, kullanılmış yakıtın yeniden işlenmesinden elde edilen geri dönüştürülmüş plütonyum ve uranyum ve tükenmiş uranyum kuyruklarının yeniden zenginleştirilmesi) karşılanabilmektedir. Küresel çapta günümüze kadar ticari nükleer güç reaktörlerinden yaklaşık 400.000 ton kullanılmış yakıt boşaltıldığı ve bunun yaklaşık %30'unun yeniden işlendiği tahmin edilmektedir (IAEA, 2020).

**Tablo 1.** Dünya'da Faaliyette Olan Nükleer Reaktörlerin Türlerine Göre Dağılımı

REAKTÖR TÜRLERİ	İŞLETİLEBİLİR SANTRAL SAYISI
Hafif su reaktörü (LWR) alt kategorileri; - Basınçlı su reaktörü (PWR) - Kaynar su reaktörü (BWR)	371
Basınçlı ağır su reaktörü (PHWR)	47
Hafif su grafit reaktörü (LWGR)	10
Gelişmiş gaz soğutmalı reaktör (AGR)	8
Hızlı nötron reaktörü (FNR)	2
Yüksek sıcaklık gaz soğutmalı reaktör (HTGR)	1

**Kaynak:** *World Nuclear Association*

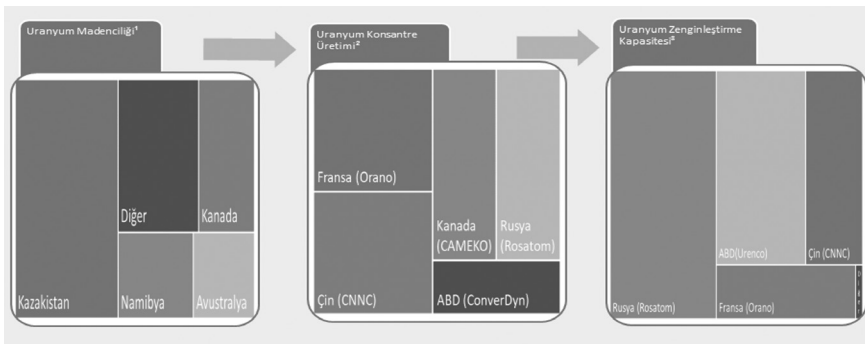
Kamoyunda nükleer enerji salt bir enerji kaynağı olarak algılanmakta ve yakıt çevrimi aşamaları yaygın olarak bilinmemektedir. Nükleer yakıt düzenekleri, her müşterinin bireysel özelliklerine göre yapılmış, yüksek mühendislikli ürünlerdir. Bunlar, reaktörün fiziksel özellikleri, reaktör işletme ve kamu hizmetinin yakıt döngüsü yönetim stratejisi ve ulusal veya hatta bölgesel lisanslama gereklilikleri tarafından belirlenir. Ana yakıt üreticilerinin çoğu aynı zamanda reaktör satıcısıdır (veya onlara aittir) ve genellikle kendi tasarımlarına göre inşa edilen reaktörler için üretim yaparlar. Bu sebepten dolayı, nükleer enerji üretiminin maliyeti, enerji güvenliğine olan katkısı, çevresel etkileri ve iklim riskleri yakıt döngüsü göz önünde bulundurularak değerlendirilmekte ve bu doğrultuda uzun vadeli politika oluşturulması gerekmektedir (T.B.M.M, 2022). Zenginleştirilmiş uranyumun nükleer yakıt olarak kullanılabilmesi için nükleer reaktörlerdeki fisyon reaksiyonlarını kontrol eden ve yönlendiren özel tasarımlı yakıt çubuklarına ihtiyaç vardır. Nükleer yakıt çevriminin son aşamasını oluşturan yakıt çubuğu üretimi toplam yakıt üretim maliyetinin yüzde 20'sinin altında bulursa da bu aşama stratejik ve en önemli aşamadır. Yakıt çubuğu tesa-

rımcılarının büyük bölümü aynı zamanda büyük yakıt üreticileridir. Bunun başlıca sebebi yakıt çubuğu tertibatının tasarım, lisanslama ve Ar-Ge faaliyetlerini içeren karmaşık ve her reaktör türüne özgü olmasıdır. Hafif su reaktörü (LWR) kategorisindeki basınçlı su reaktörleri (PWR'ler), dünya çapında mevcut kurulu nükleer üretim kapasitesinin üçte ikisini oluşturan en yaygın nükleer reaktör türüdür. Paralel olarak nükleer yakıt pazarının önemli bir bölümünü oluşturan LWR yakıt üretim hizmetlerine yönelik mevcut yıllık talebin yaklaşık 7000 ton zenginleştirilmiş uranyumun montaj haline getirilmesi gereksinimi olduğu hesaplanmakta ve bunun 2020 yılına kadar yaklaşık 9500 tona çıkması beklenmektedir.<sup>8</sup>

## 2. NÜKLEER YAKIT DÖNGÜSÜ VE ENERJİ GÜVENLİĞİ

Tarihsel olarak, 1980'lerin ortalarına kadar dünya uranyum arzının sivil uranyum talebini aştığı görülmektedir. 1990'lar ile 2010'ların başı arasında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Rusya Federasyonu tarafından tanımlanan programlar çerçevesinde nükleer cephaneliklerin kısmi olarak azaltılmasının yarattığı aşırı arz, sivil nükleer güç programlarında, araştırma reaktörlerinde kademeli olarak azaltılmıştır. Bu dönemde nükleer kazaların nükleer enerjiye yönelik planları değiştirmesi nükleer yakıt piyasasında araz talep dengesinin orta ve uzun vadede tahmin edilmesini zorlaştırmıştır. 2012-2017 döneminde küresel düzeyde birincil uranyum arzı talebin yüzde 90'ını karşılamıştı (WNA, 2022). Uranyum madeninin geniş coğrafi dağılımına rağmen yakıt döngüsü boyunca uygulanan ulusal ve uluslararası düzenlemeler sonucunda dünya uranyumunun %85'i en büyük on uranyum üreticisi tarafından tedarik edilmektedir. Diğer yandan, 2015 yılından bu yana, ikincil uranyum arzı, uranyum arzı ile talebi arasında bir denge sağlamada giderek daha önemli bir faktör haline gelmiştir (IAEA, 2023).

Şekil 1. Dünya Nükleer Yakıt Döngüsü ve Ülke Payları (Dünya içindeki pay %, 2022)

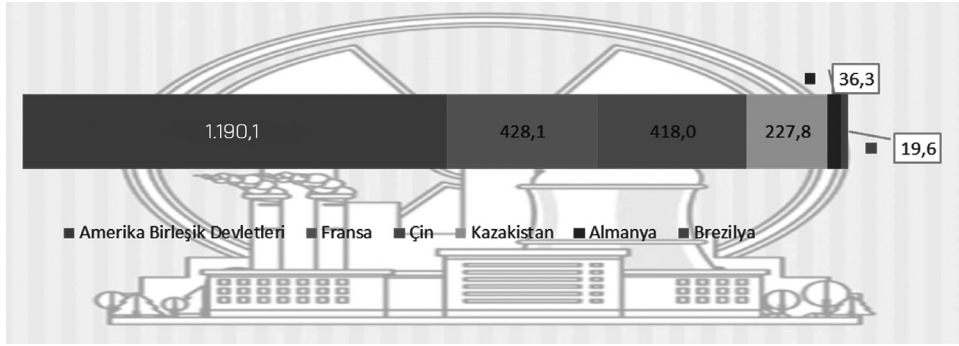


**Kaynak:** World Nuclear Association, NEA & IAEA, *Uranium 2022: Resources, Production and Demand* ('Red Book'). 1) Madenlerin bulunduğu ülkeye göre yapılan sınıflamadır. 2) Çin'in yerel reaktör filosunun ihtiyaçlarını karşılamak için dönüşüm kapasitesini geliştireceği varsayımına göre tahmini kapasite. 3) 2025 Tahmini.

8 <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/fuel-fabrication#fabrication-supply-and-demand>

Uranyum zenginleştirme stratejik olarak hassas ve sermaye yoğun bir sektör olduğu için bu alanda küresel düzeyde sınırlı sayıda tedarikçi bulunmaktadır. (Bkz. Grafik 2) Üç büyük üretici; Orano, Rosatom ve Urenco yanı sıra Çin'in CNNC şirketi bu alanda önemli bir tedarikçi ve ihracatçıdır. Yakıt döngüsünün son aşaması olan yakıt çubuğu üretimi yapan ana yakıt üreticilerinin çoğu aynı zamanda reaktör satıcısıdır. Rusya Devlet Atom Enerjisi Şirketi (Rosatom), nükleer hizmetleri dikey olarak entegre edilmiş 300'den fazla şirket ile 2017 yılına kadar küresel reaktör satışlarının ve teknik yardım projelerinin yüzde altmışını elinde bulunduruyordu. Diğer yandan, son yıllarda Çin, Hindistan ve Güney Kore gibi ülkelerin kendi kendine yeterlilik elde etmeyi hedefleyen yatırımları ve AB'nin arz kaynaklarını artırma çabaları ile beraber yakıt piyasası daha rekabetçi hale gelmeye başlamıştır. Son yıllarda istikrarlı bir şekilde artan küresel yakıt pazarının büyüklüğünün 2024 yılında 33,3 milyar dolara çıkacağı tahmin edilmektedir (RM, 2024).

**Şekil 2.** Rusya Federasyonu'ndan 284420 GTİP Kodu\* Altında Yapılan İthalat, 2023 (Milyon Dolar)



**Kaynak:** UN Comtrade, <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow>

\*U 235 Olarak Zenginleştirilmiş Uranyum ve Bunun Bileşikleri; Plutonyum Ve Bunun Bileşikleri; U 235 Olarak Zenginleştirilmiş Uranyum, Plutonyum Veya Bu Ürünlerin Bileşiklerini İçeren Alaşımlar, Dispersiyonlar (Sermetler Dahil), Seramik Ürünler Ve Karışımlar.

Ukrayna'da 2022 yılında başlayan silahlı çatışma ile artan jeopolitik parçalanma ve nükleer endüstrinin enerji güvenliği ve sıfır emisyon doğrultusunda gündeme gelmesi ile beraber yakıt tedarik zincirinin güvenliği ve envanterlerin stratejik değeri nükleer enerji politikalarında ön plana çıkmıştır. BM Comtrade verilerine göre 2023 yılında 284420 GTİP Kodu altında küresel düzeyde Rusya'dan 2.319,9 milyon dolarlık zenginleştirilmiş uranyum yakıt ithalatı yapılmıştır. Bu ithalatın yüzde 42,7'sini ABD ve yüzde 16,7'sini Avrupa Birliği ülkeleri gerçekleştirmiştir. Nitekim, Dünya Nükleer Birliği (WNA) verilerine göre 2022'de Rus şirketi Rosatom, küresel olarak uranyum zenginleştirme hizmetlerinin %35'ini ve küresel zenginleştirme kapasitesinin %44'ünü sağlamaktadır. Rusya birçok gelişmiş reaktör için gerekli olan yüksek analizli düşük zenginleştirilmiş uranyumun (HALEU) tek küresel ticari tedarikçisi olmaya devam etmektedir. ABD ve AB ülkeleri Rusya'nın zengin-

leştirilmiş uranyumunun önemli kullanıcısı durumundadır ve bu durum arz-talep dengesi açısından risk oluşturmaktadır. 2023 yılında AB kamu hizmetlerine teslim edilen uranyum hammaddesinin yüzde 23,5'i, dönüşüm hizmetlerinin yüzde 26,5'i ve zenginleştirme hizmetlerinin yüzde 38'i Rus şirketlerinden sağlanmıştır.<sup>9</sup> Rusya uzun zamandır Amerikan uranyum talebinin önemli bir bölümünü karşılamaktadır. Bunun birçok nedeni vardır, bunlardan biri de Sovyetler Birliği'nin dağılmasından kısa bir süre sonra yakıtın yanlış ellere geçme tehlikesini azaltmak ve komünizm sonrası rejimi desteklemek için oluşturulan uranyum satın alma programıdır. Rusya 1993'ten 2013'e kadar, "Megatondan Megavata"<sup>10</sup> programının bir parçası olarak, ABD güç reaktörlerinde kullanılan zenginleştirilmiş uranyumun yaklaşık yarısını sağlamıştır.

Uzun vadeli sözleşmeler Rusya'nın küresel zenginleştirme pazarındaki önemli etkisinin devam etmesini sağlamak ve bu durum 2030'a kadar belirli ölçüde bir fiyat garantisi oluşumunu engellemektedir. Bu durum, ABD ve AB ülkelerinin daha değişken bir küresel pazarda gezinmek zorunda kalmasına neden olacaktır. 2035 yılına kadar, küresel olarak faaliyet göstermesi beklenen 513 nükleer reaktörü destekleyecek nükleer yakıt miktarının mevcut talebe göre yüzde 30 artış göstermesi beklenmektedir (UCX, 2024). ABD'nin ihtiyacının toplam talebin yüzde %23'ü olacağı tahmin edilmektedir. Nükleer yakıt satışının Rusya devlet şirketi ROSATOM'un toplam gelirlerinin onda birinden az olması ve bu ülke için ekonomik bağımlılık yaratmaması piyasa dengelerinin belirlenmesi açısından Rusya'nın elini kuvvetlendirmektedir. Özellikle ABD Uranyum envanterindeki stokların sınırlı olması olası bir arz kesintisini riskli kılmaktadır (EIA, 2023). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Centrus Energy, Ekim 2023'te küçük ölçekte bir yatırıma başlamış olsa da bu alanda geniş çaplı bir kapasite oluşturulması için büyük miktarda kamu yatırımı gerekmektedir.<sup>11</sup> Toplam enerji üretiminin yaklaşık dörtte birinin nükleer santrallerden üretildiği AB'de nükleer pazarın işlevişi 2022 sonrası oluşan jeopolitik gelişmelerden derinden etkilenmiştir. Buna karşılık AB'nin nükleer yakıt tedarikinde Rusya'ya olan bağımlılığını azaltmaya yönelik politikalar uygulamaya başlamıştır. 2014 yılında oluşturulan "Avrupa Enerji Güvenliği Stratejisi" yakıt tertibatı üretiminin çeşitlendirilmesinin yapılmasını önermiştir. AB nükleer yakıt stoklarını 2023 yılında yüzde 15 artırmıştır (ESA, 2023). Aynı dönemde AB komisyonu alternatif yakıt tasarımları geliştiren ve orijinal tedarikçiler dışındaki tedarikçilerle işbirliği içeren projelere 10 milyon avroluk bir hibe desteği vermiştir. İngiltere Enerji Güvenliği ve Net Sıfır Departmanı'nın hazırladığı "Sivil Nükleer Enerji 2050 Yol Haritası"nda 2030 yılına kadar İngiltere'nin Rusya'dan gelen yakıt ve uranyum tedarikini sıfırlamasının ve bu alanda istikrarlı ve siyasi baskı riskinden uzak bir tedarik zinciri oluşturmasının hedeflendiği belirtilmiştir (UK, 2024). Bu amaçla kurulan nükleer yakıt fonundan 22,3 milyon Sterlin destekleme yapılmıştır.<sup>12</sup> Nükleer yakıt tedarik zincirini de-

9 [https://euratom-supply.ec.europa.eu/activities/market-observatory\\_en](https://euratom-supply.ec.europa.eu/activities/market-observatory_en)

10 United States-Russia Highly Enriched Uranium Purchase Agreement

11 <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/high-assay-low-enriched-uranium-haleu>

12 <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-fuel-fund-nff-projects-awarded-funding/nuclear-fuel-fund-successful-projects>

ğiştirmeyi planlayan bir diğer ülke ise Finlandiya'dır. 2024 yılı Ocak ayında Finlandiya tüm Rusya kaynaklı yakıt stoklarının tüketilmesinden sonra "Westinghouse" şirketi ile stratejik ortaklık yapacağını duyurmuştur.<sup>13</sup>

Nükleer endüstride önemli sermaye yatırımlarının yapılabilmesi için istikrarlı ve öngörülebilir bir pazar ortamına ihtiyaç bulunmasının gerekliliğinin yanı sıra nükleer silahların yayılmasının önlenmesi açısından uranyum zenginleştirmenin, sıkı uluslararası denetime tabi tutulması gereken hassas bir teknoloji olması bu alanda çok taraflı yaklaşımlar geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu doğrultuda Rusya ve ABD'nin önemli rol oynadığı çeşitli uluslararası girişimler oluşturulmuştur. (Bkz.Grafik 4) 24 Şubat 2022 tarihinde Rusya devlet başkanı Vladimir Putin'in Ukrayna'da "özel bir askerî operasyon" ilan etmesi sonrası siyasi ve jeopolitik koşullarda oluşan gelişmeler ve Rusya'ya yönelik olarak uygulanan yaptırımlar ile beraber bu alandaki belirsizlikler de önemli ölçüde artmıştır. Nitekim, ROSA-TOM Rusya'nın siyasi ve güvenlik çevrelerindeki en kıdemli kişilerden bazıları tarafından yönetilmektedir (Digges, 2023). Rusya'nın Çernobil sahasını ve Ukrayna'nın güneydoğusundaki Zaporizhia nükleer santralının tamamını ele geçirilmesi sorunu kuvvetlendirmiştir. Bu olayın ardından, Ukrayna Devlet Başkanı Volodmyr Zelenskyy, Rus Batılı liderlere ekonomik yaptırımlar kapsamında Rosatom'u hedef almaları için çağrı yapmıştır. 2022 Mart ayında Kiev Rosatom ile yakıt ticaretini durdurmaya karar verdi ve ABD merkezli Westinghouse şirketi ile gelecekteki yakıt siparişleri için iş birliğini geliştirmek için çalışmalara başladı. Bu gelişmeler ile birlikte Dünya Nükleer Operatörler Birliği (WANO), Ukrayna'nın nükleer santrallerinin operatörü olan Energoatom'u Moskova'dan Paris'e taşıdı.<sup>14</sup>

Dünya çapında faaliyette olan ve inşa halindeki birçok reaktör Rus reaktör teknolojisini kullanmakta ve şu anda Macaristan, Hindistan, Türkiye ve Mısır dahil olmak üzere dünya genelinde 23 nükleer güç ünitesi inşa etmektedir. Rusya'nın diğer bir avantajı, gelecekteki elektrik gelirlerine dayalı bir geri ödeme planı karşılığında tüm finansal, inşaat ve işletme risklerini üstlendiği bir "yap-sahip ol-işlet" modelidir. Bu durumun yakıt piyasasında uzun dönemde esnekliği ve rekabeti azalttığı söylenebilir. Nükleer endüstrinin geleceğini şekillendirecek olan faktörlerden bir tanesi de Çin'in nükleer enerji yatırımlarıdır. Çin yönetimi 2035'e kadar 150 yeni nükleer reaktörü tamamlamayı planlamaktadır. Çin'den ABD'ye yapılan zenginleştirilmiş uranyum ithalatı, ABD'nin tüm zenginleştirilmiş uranyum ithalatının küçük bir payı olmaya devam etmekle beraber 2023 yılında bu ithalatın toplam tutarı 316 milyon dolara ulaşmıştır. Bu gelişmelere paralel olarak Çin'in 2022'den bu yana Rus zenginleştirilmiş uranyum ithalatının değerinde artış gözlemlenmektedir. Nükleer yakıt üretiminde iç kapasitesinin ihtiyaçlarını aştığı durumda Çin önemli bir piyasa aktörü durumuna gelecektir.

13 <https://yle.fi/a/74-20069301>

14 <https://www.globaltimes.cn/page/202204/1257372.shtml>

### Şekil 3. Nükleer Yakıt Tedarikinin Güvence Altına Alınmasına Yönelik Uluslararası Girişimler

Uluslararası Uranyum Zenginleştirme Merkezi (IUEC)	Mayıs 2007’de Rusya ve Kazakistan tarafından Angarsk’ta Uluslararası Uranyum Zenginleştirme Merkezi (IUEC) kuruldu. Projenin amacı, hassas teknolojiyi transfer etmeden veya ulusal nükleer yakıt çevrimi programlarının gelişimini kısıtlamadan ilgili taraflara uranyum zenginleştirmeye güvenli erişim sağlamaktır. Ukrayna ve Ermenistan daha sonra IUEC’nin üyesi oldular. Rus tarafıyla müzakerelerin tamamlanmasının ardından, 29 Mart 2010’da, IAEA ve ROSATOM arasında üye devletlere için tedarik sağlamak üzere bir LEU rezervi oluşturulmasına ilişkin bir anlaşma imzalandı ve 2010 yılına hayata geçti. Merkez, Nükleer Silahsızlanma Anlaşması’nın (NPT) gerekliliklerini karşılayan diğer ülkelere de açıktır.
IAEA Düşük Zenginleştirilmiş Uranyum Bankası	IAEA ile Kazakistan Arasında Kazakistan’da IAEA’nın Düşük Zenginleştirilmiş Uranyum Bankasının Kurulmasına İlişkin Anlaşma, 22 Mart 2017 tarihinde imzalanmıştır. IAEA LEU Bankası, IAEA’nın sahip olduğu ve kontrol ettiği düşük zenginleştirilmiş uranyum hekzaflorür rezervidir ve LEU’nun bir nükleer santrale tedarikinin kesintiye uğraması halinde üye Devletler için son çare mekanizmasıdır. IAEA LEU Bankası, dünya çapında en yaygın kullanılan nükleer güç reaktörü türü olan tipik bir hafif su reaktörü için yakıt üretmeye uygun 90 metrik ton düşük zenginleştirilmiş uranyum hekzaflorürden oluşan fiziksel bir stoktur. Bankada bulunan LEU, büyük bir şehri üç yıl boyunca çalıştıracak kadar nükleer yakıt üretmek için kullanılabilir.
Nükleer Yakıt Güvencesi (Nuclear Fuel Assurance)	10 Mart 2011’de Uluslararası Atom Enerji Ajansı İngiltere’nin önerdiği ve siyasi nedenlerle nükleer yakıt tedarikinin kesintiye uğraması halinde enerji amaçlı nükleer yakıt tedarikinin devamını sağlamayı amaçlayan Nükleer Yakıt Güvencesi programını onaylamıştır. Program iki temel unsurdan oluşmaktadır; I. Alıcı devlet ile tedarikçi devlet arasında, IAEA’nın eş imzacı olduğu bir anlaşma ile desteklenen, alıcı devlet ile tedarikçi devlet arasındaki bir tedarik sözleşmesi için Standart Nükleer Yakıt Güvencesi. II. Alıcının sözleşmesi olan başka bir ülkedeki sözleşmeli üçüncü taraf bir tedarikçinin ticari olmayan nedenlerle sözleşmeyi yerine getirmesinin engellenmesi durumunda, tedarikçinin yakıt tedarik edebilmesini sağlayacak bir Bekleme Nükleer Yakıt Teminatı.
Çok Taraflı Zenginleştirme Koruma Alanı Projesi	Almanya hükümeti tarafından önerilen proje ile nükleer yakıt çevrimi hizmetlerine bağımsız erişime izin vererek nükleer yakıt tedarikinin güvence altına alınmasına ilişkin bir sistemin kurulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda; zenginleştirme tesislerinin, ev sahibi devlet ile IAEA tarafından yönetilen bir “Çok Taraflı Zenginleştirme Sığınağı”nda yer alması hedeflenmektedir.
Uluslararası Nükleer Enerji İşbirliği Çerçevesi (IFNEC)	Sekreteryası NEA tarafından yürütülen IFNEC’in misyonu nükleer enerjinin güvenli ve emniyetli bir şekilde küresel olarak yaygınlaşmasıdır. Kurucusu ABD, Çin, Fransa, Japonya ve Rusya olan oluşuma 33 ülke katılmıştır. IFNEC, güvenilir yakıt tedarikini sağlamak üzere kapsamlı yakıt hizmetlerinin geliştirilmesini öngörmektedir.
<b>Kaynak:</b> <a href="https://www.iaea.org/topics/international-uranium-enrichment-centre">https://www.iaea.org/topics/international-uranium-enrichment-centre</a> , <a href="https://www.iaea.org/topics/iaea-low-enriched-uranium-bank">https://www.iaea.org/topics/iaea-low-enriched-uranium-bank</a> , <a href="https://www.iaea.org/topics/nuclear-fuel-assurance">https://www.iaea.org/topics/nuclear-fuel-assurance</a> , <a href="https://www.iaea.org/topics/multilateral-enrichment-sanctuary-project">https://www.iaea.org/topics/multilateral-enrichment-sanctuary-project</a> <a href="https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/international-framework-for-nuclear-energy-coopera">https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/international-framework-for-nuclear-energy-coopera</a>	

Nükleer enerji pazarının geleceğini etkileyecek olan diğer önemli faktör teknolojik gelişmelerdir. Yapay zeka teknolojileri, küçük ve orta ölçekli güç reaktörleri operasyonları ve tedarik zincirlerini daha verimli, akıcı ve uyumlu hale getirmek için yenilikçi çözümler sunmaktadır. Küçük modüler reaktörler finansal açıdan satın alınabilirlik ve ölçeklenebilirlik açısından yatırımcılara daha cazip seçenekler sunmaktadır (NEA, 2021). SMR'lere duyulan ilginin bir diğer nedeni de, üniteleri nadiren çok büyük olan, devre dışı bırakılmış kömürle çalışan santrallerin yerine, *kahverengi alan*<sup>15</sup> sahalarına daha kolay yerleştirilebilmeleridir. Nitekim ABD'de Kasım 2021'de kabul edilen altyapı planı kapsamında nükleer santrallere ve son teknoloji nükleer santral pilot projelerine 8,47 milyar dolar kaynak ayrılmıştır.<sup>16</sup> Diğer yandan, ABD Hükümeti tarafından finanse edilen on gelişmiş reaktör tasarımı dokuzü önümüzdeki on yılda HALEU yakıtına ihtiyaç duyacaktır. Bu alanda tek ticari ölçekli üretimin Rusya'da olması ABD'nin yakıt tedarik zinciri açısından uzun vadeli stratejiler oluşturmasını zorunlu kılmaktadır. Diğer yandan, Çin, maliyet açısından rekabetçi küçük modüler reaktörlerin geliştirilmesi ve devreye alınmasında öncü konumdadır ve analistler genel olarak Çin'in dördüncü nesil nükleer reaktörleri büyük ölçekte konuşlandırma yeteneği açısından ABD'den 15 yıl önde olduğunu değerlendirmektedir (Ezell, 2024).

Zaporizhia Nükleer Santrali'nin ilhakı ile dünya gelişmiş bir sivil nükleer programa sahip bir ülkenin nükleer tesislerinin yabancı bir güç tarafından ele geçirilmesine tanık olmuştur. Bu gelişmeler ile birlikte, düşük karbonlu bir enerji ekonomisine geçiş için nükleer enerjiye olan ihtiyacın yayılma endişesi olan bölgeler de dahil olmak üzere nükleer tehlikenin genişlemesi için ivme sağlama riskini kuvvetlendirdiği yönündeki görüşler daha sık dile getirilmeye başlanmıştır. Bu kapsamda, teknolojik gelişmeler ile beraber oluşan yapay zeka teknolojileri ve makine öğrenmesi, otonom sistemler, ileri üretim ve minyatürleştirme, uzaktan operasyonlar gibi ilerlemeler avantaj yarattığı gibi dezavantaj barındırmaktadır. Gizli nükleer malzeme üretiminin tespitinde geniş bir alanda nükleer malzeme veya nükleer faaliyetin varlığını veya yokluğunu belirlemek için zaman içinde alınan hava, su, toprak ve diğer çevresel verileri kullanan "*Geniş Alan Çevresel Örneklem*" (WAES) yöntemleri kullanılmaktadır (Riekkinen, 2002). Söz konusu sivil nükleer faaliyet olduğunda, bir devletin mevcut bir teknoloji sahibinden üretilmiş yakıtı alabileceği ve bir reaktörde ışınlatabileceği, kullanılmış yakıtın boşaltılıp soğutulduktan sonra kaynak devletlere geri gönderilebileceği "yakıt kiralama" ve "kullanılmış yakıt geri alımı" sunan modellerde sorumluluk tedarikçi ülkeye geçmektedir. Bu geri alım yaklaşımı, İran'ın Buşehr reaktörünün yaptırımlardan muaf olmasını sağlamıştır.<sup>17</sup> Diğer yandan, küresel jeopolitik parçalanmanın nükleer yakıt ticareti konusundaki genel ilkeleri değiştirmesi beklenmektedir. Nükle-

15 Kahverengi alan sahası (Brownfield land) genel olarak "geçmiş eylemlerinin çevre kirliliğine yol açtığı, terk edilmiş, atıl veya yeterince kullanılmayan ticari veya endüstriyel mülkler olarak tanımlanmaktadır.

16 <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/11/US-Nuclear-Energy-Deployment-Framework.pdf>

17 <https://www.themoscowtimes.com/archive/bushehr-launch-boosts-rosatom>

er yakıt taşımacılığı da Ukraynadaki savaş nedeniyle karmaşık hale gelmiştir. Bu alanda UAEA “*Radyoaktif Materyallerin Güvenli Taşınması Yönetmeliği*” düzenlemeleri ulusal politikalarda ve Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO), Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) ve bölgesel taşıma örgütleri tarafından genel kabul görmüştür. Ancak, jeopolitik gelişmeler bu alanda değişimlere yol açmaktadır. Örneğin; Macaristan’a nükleer yakıt artık Rusya’dan gemiyle Karadeniz üzerinden Bulgaristan’ın Varna limanına, oradan da trenle Bulgaristan üzerinden Romanya’ya ve oradan da Paks nükleer santraline götürülmektedir.<sup>18</sup> Bölgesel çatışmalar ve uluslar arası yaptırımlar nakliye maliyetlerini önemli ölçüde artırma riskini oluşturmaktadır.

## SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Geçmişte yaşanan büyük çaplı enerji şokları nükleer enerji yatırımlarını artırsa da nükleer kazaların meydana gelmesi bu sektörde dalgalı ve istikrarsız bir görünümün oluşmasına neden olmuştur. Bugüne gelindiğinde, nükleer enerjinin bir yeşil enerji türü olup olmadığına dair tartışmalar devam ederken iklim değişikliğinin etkilerini sınırlamak için sera gazı emisyonlarının hızla azaltılması gerçeği karşısında nükleer santral yatırımları önemli bir politika seçeneği olarak ön plana çıkmaktadır. Dünya, iklim gündeminin ve bunun gerektirdiği küresel ortaklığın giderek daha fazla ön plana çıkması ile aynı dönemde oluşan jeopolitik gerilimlerin ve parçalanmanın oluşturduğu bir atmosferde yol almaktadır. Rusya’nın Ukrayna’yı ilhakı ile başlayan gelişmeler nükleer tedarik zincirinin yeniden değerlendirilmesine yol açmıştır. Rusya’nın nükleer yakıt tedarikinde en önemli aktör olması başta ABD ve AB ülkeleri olmak üzere tedarikçi ülkeleri yeni kaynak arayışına itmiştir. Bu doğrultuda yürütülen yeni ortaklık ve stratejiler için önemli miktarda kaynak ayrılmaktadır. Bu atmosferde oluşan yeni nükleer pazarda gezinme, teslimat rotaları ve enerji politikaları ve düzenleyici yapılar geliştirme konusunda karmaşıklık yaşanmaktadır. Nükleer yakıt tedarikinin güvence altına alınmasına yönelik uluslararası girişimlerin yerini jeopolitik ittifaklara bırakma ihtimali vardır. Nükleer enerji net sıfır hedefine doğru oluşturulan politikalar içerisinde önemli yer edinirken istikrarlı ve barışçıl yapılanmaları sürdürmek için daha çok uluslararası çaba gerekecektir. Yeni tesisler inşa etmenin yüksek ön maliyetleri, yeni nesil reaktörlerin yerleştirilmesi, lisanslanması ve konuşlandırılması için zaman çizelgeleri ve uzun vadeli yakıt talebinin geleceğine ilişkin belirsizlikler uzun dönemli ve koordineli stratejiler gerektirmektedir. Bu faktörler aynı zamanda küresel enerji güvenliğinin ve iklim değişikliği ile mücadele hedeflerinin geleceğinde belirleyici olacaktır.

18 <https://www.neimagazine.com/news/fuel-for-hungarys-paks-npp-arrives-from-russia-11268591/>

## KAYNAKLAR

- CRS (Congressional Research Service) (2019). The front end of the nuclear fuel cycle: Current issues. July.
- Digges, C. (2023). *Rosatom's role in the war in Ukraine*, Bellona Foundation.
- ESA (2023). Euratom Supply Agency Annual Report, 2023.
- Ezell, S. (2024, 17 Haziran). *How innovative is China in nuclear power*. Erişim: <https://itif.org/publications/2024/06/17/how-innovative-is-china-in-nuclear-power/>
- Hancock, A. (2022, 6 Temmuz). EU parliament votes to designate gas and nuclear as sustainable. *Financial Times*. Erişim: <https://www.ft.com/content/0df04289-1014-406e-81c7-1e-4a6b1ea5bc>
- IAEA (2020). *Nuclear technology review 2020*. Erişim: <https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc64-inf2.pdf>
- IAEA (2023). *Global inventories of secondary uranium supplies*. IAEA-TECDOC-2030, IAEA, Vienna.
- NEA (2022). *Meeting climate change targets: The role of nuclear energy*. OECD Publishing, Paris.
- NEA (2021). *Small modular reactors: Challenges and opportunities*. OECD Publishing, Paris.
- Pieńkowski, D. (2024). Is nuclear energy really sustainable? A critical analysis on the example of the Polish energy transition plan. *Energy for Sustainable Development*, 78, 101376.
- Price, R., Norman, R. & Ahn, A. (2023, 20 Eylül). *Western Reliance on Russian Fuel: A Dangerous Game*, Erişim: <https://www.thirdway.org/memo/western-reliance-on-russian-fuel-a-dangerous-game>
- Research and Markets (RM) (2024). *Nuclear Fuel Market Report, 2024*.
- Riekkinen, I., Jaakkola, T., Pulli, S., Salminen, S., Ristomaa, S., Rosenberg, R., & Zilliacus, R. (2002). Analytical methods for wide area environmental sampling (WAES) for air filters Finnish support to IAEA (STUK-YTO-TR--184). Finland.
- Struys, M. (2022, 16 Mayıs). *Nuclear energy and climate change mitigation: the NEA analysis*. Sfen. Erişim: <https://sfenenglish.org/nuclear-energy-and-climate-change-mitigation-the-nea-analysis/>
- Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM) (2022). Sanayi, Ticaret, Enerji, Tabii Kaynaklar, Bilgi Ve Teknoloji Komisyonu Tutanak Dergisi, Cilt 1, Dönem 27, Yasama Yılı 5, 2022.
- T.C. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) (1996). *Uranyum-Toryum Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 1996*.
- UCX (2024). *Enrichment Market Outlook, 2024*
- U.S. Energy Information Administration (EIA) (2024). 2023 Uranium Marketing Annual Report, June 2024.
- UK, Department for Energy (2024). *Security and Net Zero, Civil Nuclear Roadmap to 2050*, January 2024.
- World Nuclear Association (WNA) (2022). *World Nuclear Fuel Report, 2022*.

