



**YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK  
FAKTÖRLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN  
EKONOMETRİK ANALİZİ**

Nazlıcan Deste ÖZKAMÇI  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışman: Doç. Dr. Münevvere YILDIZ  
Kasım, 2024  
Afyonkarahisar

T.C.  
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK  
FAKTÖRLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN  
EKONOMETRİK ANALİZİ

Hazırlayan  
Nazlıcan Deste ÖZKAMÇI

Danışman  
Doç. Dr. Münevvere YILDIZ

AFYONKARAHİSAR 2024

## ETİK VE BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Faktörlerin Çevresel Etkilerinin Ekonometrik Analizi’’ adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilen eserlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

04/11/2024

İmza

Nazlıcan Deste ÖZKAMÇI



**T.C.**  
**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ENSTİTÜ ONAYI**

|                                 |   |  |
|---------------------------------|---|--|
| <b>Öğrencinin</b>               | <b>Adı- Soyadı</b>  | Nazlıcan Deste ÖZKAMÇI   |
|                                 | <b>Numarası</b>   | 210611103  |
|                                 | <b>Anabilim Dalı</b>  | İşletme  |
|                                 | <b>Programı</b>   | Muhasebe-Finansman   |
|                                 | <b>Program Düzeyi</b>   | <input checked="" type="checkbox"/> Yüksek Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Sanatta Yeterlik |
| <b>Tezin Başlığı</b>            | Yenilenebilir Enerji Ve Ekonomik Faktörlerin Çevresel Etkilerinin Ekonometrik Analizi |  |
| <b>Tez Savunma Sınav Tarihi</b> | 04.11.2024  |  |
| <b>Tez Savunma Sınav Saati</b>  | 11.30   |  |

Yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek oy birliği – oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Hacı İbrahim DELİCE**  
**MÜDÜR**

Bu tez, Enstitü Müdürlüğünce kontrol edilerek, elektronik imza kullanılarak onaylanmıştır.

## ÖZET

# YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK FAKTÖRLERİN ÇEVRESEL ETKİLERİNİN EKONOMETRİK ANALİZİ

Nazlıcan Deste ÖZKAMÇI

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI

Kasım, 2024

Danışman: Doç. Dr. Münevvere YILDIZ

Dünya nüfusunun artması, sanayileşme ve şehirleşme gibi faktörler insanların enerji kaynaklarına olan talebinin hızla artmasına neden olmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanması için fosil yakıtların kullanımı, atmosferde karbon gazı salınımına sebep olarak çevresel bozulmalara neden olmaktadır. Karbon emisyonunun artışı çevre kirliliği, küresel ısınma, iklim değişikliği ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının tükenmesi gibi geleceğimizi olumsuz yönde etkileyebilecek sonuçlar doğurmaktadır.

Çalışmada Türkiye’de yenilenebilir enerji ve ekonomik faktörlerin (ekonomik büyüme, finansal gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar) karbon emisyonu üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. 1990-2021 dönemi yıllık verileri kullanılarak değişkenlerin durağanlığını tespit etmek amacıyla ADF ve PP Birim Kök testleri uygulanmıştır. Değişkenlerin tamamının birinci farkta durağan olmasından hareketle Johansen eşbütünleşme testi ile değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenmiştir. Uzun dönem katsayı tahminleri FMOLS, DOLS ve CCR eşbütünleşme regresyonları ile gerçekleştirilmiştir. Değişkenler arasında hesaplanan korelasyon katsayısı değerleri genel olarak yüksek değerlere sahiptir ve güçlü ilişkileri işaret etmektedir. Buna göre, ekonomik faktörlerle karbon emisyonu pozitif, yenilenebilir enerji ile karbon emisyonu negatif ilişkiye sahiptir. Uzun dönem tahmin sonuçlarına göre karbon emisyonu bağımlı değişken olmak üzere hem ekonomik faktörlerin hem de yenilenebilir enerjinin bir aradaki etkisinin pozitif olduğunu göstermektedir. Çalışma sonucunda, ekonomik faktörlerdeki artışların, çevresel etki göstergesi olarak ele alınan karbon emisyonunu arttırdığı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan yenilenebilir enerji değişkenine ait katsayının oldukça küçük ve pozitif olması ülkemizde henüz yeterli yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimi için kullanılmadığını göstermektedir. Karbon salınımının çevresel etkilerini kontrol edebilmek ve azaltabilmek amacıyla; yenilenebilir enerjinin yüksek maliyetlerinin düşürülerek tesis kurulumlarının kolaylaştırılması, elektrik kurulu gücünden maksimum oranda enerji elde edilebilmesine yönelik planlama ve teknolojik alanlarda çalışmaların yapılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon Salınımı, Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Faktörler, Eşbütünleşme Regresyonları.

## ABSTRACT

### RENEWABLE ENERGY AND ECONOMIC ENVIRONMENTAL IMPACTS OF FACTORS ECONOMETRIC ANALYSIS

Nazlıcan Deste ÖZKAMÇI

AFYON KOCATEPE UNIVERSITY  
INSTITUTE OF SOCIAL SCIENCES  
DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION

November, 2024

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Münevvere YILDIZ

Factors such as the increase in the world population, industrialization and urbanization cause the demand of people for energy resources to increase rapidly. The use of fossil fuels to meet energy needs causes environmental degradation by causing carbon gas emissions in the atmosphere. The increase in carbon emissions has consequences that may adversely affect our future, such as environmental pollution, global warming, climate change and depletion of non-renewable energy resources.

In this study, it is aimed to investigate the impact of renewable energy and economic factors (economic growth, financial development, foreign direct investments) on carbon emissions in Turkey. Using the annual data for the period 1990-2021, ADF and PP Unit Root tests were applied to determine the stationarity of the variables. Based on the fact that all of the variables were stationary in the first difference, the cointegration relationship between the variables was examined with the Johansen cointegration test. Long-term coefficient estimations were performed by FMOLS, DOLS and CCR cointegration regressions. The correlation coefficient values calculated between the variables generally have high values and indicate strong relationships. Accordingly, carbon emissions have a positive relationship with economic factors, and carbon emissions have a negative relationship with renewable energy. According to the results of the long-term estimation, carbon emissions show that the effect of both economic factors and renewable energy is positive, with carbon emissions being the dependent variable. As a result of the study, it has been observed that increases in economic factors increase carbon emissions, which are considered as an environmental impact indicator. On the other hand, the fact that the coefficient of the renewable energy variable is quite small and positive shows that sufficient renewable energy sources are not yet used for energy production in our country. In order to control and reduce the environmental impacts of carbon emissions; It is recommended to facilitate facility installations by reducing the high costs of renewable energy, and to carry out studies in planning and technological areas in order to obtain maximum energy from the installed power of electricity.

**Keywords:** Carbon emission, renewable energy, economic factors, cointegration regressions.

## ÖN SÖZ

Çalışmam boyunca destek ve yardımlarını esirgemedi yol gösteren değerli tez danışmanım Doç. Dr. Münevvere YILDIZ' a ve bu süreç boyunca bana inanmaktan hiç vazgeçmeyen kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Nazlıcan Deste ÖZKAMÇI  
2024, Afyonkarahisar



## İÇİNDEKİLER

|  | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| ETİK VE BİLİMSEL İLKELER SORUMLULUK BEYANI ..... | ii           |
| ENSTİTÜ ONAYI .....                              | iii          |
| ÖZET .....                                       | iv           |
| ABSTRACT.....                                    | v            |
| ÖN SÖZ .....                                     | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                | vii          |
| TABLolar LİSTESİ .....                           | ix           |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                           | x            |
| GİRİŞ .....                                      | 1            |

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### ENERJİ VE ÇEVRESEL ETKİ GÖSTERGESİ OLARAK KARBON EMİSYONU

|   |    |
|---|----|
| 1. ENERJİ TANIMI VE KAYNAKLARI .....                      | 3  |
| 2. ENERJİ TÜRLERİ.....                                    | 4  |
| 2.1. YENİLENEMEYEN ENERJİ TÜRLERİ .....                   | 4  |
| 2.1.1. Petrol.....  | 5  |
| 2.1.2. Doğal Gaz .....                                    | 6  |
| 2.1.3. Kömür .....  | 6  |
| 2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜRLERİ .....                   | 6  |
| 2.2.1. Rüzgâr Enerjisi .....                              | 6  |
| 2.2.2. Güneş Enerjisi .....                               | 7  |
| 2.2.3. Hidrolik Enerji.....                               | 8  |
| 2.2.4. Jeotermal Enerji .....                             | 8  |
| 2.2.5. Dalga Enerjisi .....                               | 9  |
| 2.2.6. Biyokütle Enerjisi .....                           | 9  |
| 2.3. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ PROFİLİ .....       | 10 |
| 2.3.1. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi .....                   | 14 |
| 2.3.2. Türkiye’de Güneş Enerjisi .....                    | 15 |
| 2.3.3. Türkiye’de Hidrolik Enerji.....                    | 17 |
| 2.3.4. Türkiye’de Jeotermal Enerji .....                  | 18 |
| 2.3.5. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi .....                | 20 |
| 3. ÇEVRESEL ETKİ GÖSTERGESİ OLARAK KARBON EMİSYONU .....  | 20 |
| 3.1. KARBON EMİSYONU KAVRAMI .....                        | 21 |
| 3.1.1. Ekonomik Büyüme .....                              | 22 |
| 3.1.2. Enerji Tüketimi.....                               | 22 |
| 3.1.3. Ormansızlaştırma.....                              | 22 |
| 3.1.4. Nüfus Artışı .....                                 | 23 |
| 3.2. TÜRKİYE VE DÜNYANIN KARBON EMİSYONU GÖRÜNÜMÜ.....    | 23 |
| 4. ÇEVRENİN KORUNMASINA YÖNELİK ULUSLARARASI EYLEMLER ... | 29 |
| 4.1. KYOTO PROTOKOLÜ .....                                | 29 |
| 4.2. PARİS İKLİM ANLAŞMASI .....                          | 31 |
| 4.3. AVRUPA YEŞİL MUTABAKATI.....                         | 31 |

## İKİNCİ BÖLÜM

### EKONOMİK FAKTÖRLER VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

|  |    |
|--|----|
| 1. EKONOMİK BÜYÜME VE ÇEVRE İLİŞKİSİ .....                 | 33 |
| 2. FİNANSAL GELİŞME VE ÇEVRE İLİŞKİSİ .....                | 36 |
| 3. DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR VE ÇEVRE İLİŞKİSİ.....      | 37 |
| 4. DİĞER EKONOMİK FAKTÖRLER VE ÇEVRE İLİŞKİSİ.....         | 39 |
| 4.1. SANAYİLEŞME VE ENERJİ TÜKETİMİ .....                  | 39 |
| 4.2. İSTİHDAM VE GELİR SEVİYESİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ ..... | 39 |
| 4.3. DIŞ TİCARET VE ÇEVRESEL ETKİLER .....                 | 39 |
| 4.4. EKONOMİK POLİTİKALAR VE TEŞVİKLER .....               | 40 |
| 4.5. TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI VE ÇEVRE ETKİLERİ.....         | 40 |

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### KARBON EMİSYONU, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK FAKTÖRLER İLİŞKİSİNE YÖNELİK AMPİRİK ÇALIŞMA

|  |    |
|--|----|
| 1. LİTERATÜR İNCELEMESİ .....                  | 41 |
| 2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ .....           | 46 |
| 3. ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ.....               | 47 |
| 4. ARAŞTIRMANIN KAPSAM VE SINIRLILIKLARI ..... | 47 |
| 5. VERİ VE METODOLOJİ .....                    | 48 |
| 5.1. ARAŞTIRMA VERİLERİ.....                   | 48 |
| 5.2. EKONOMETRİK METODOLOJİ.....               | 48 |
| 6. AMPİRİK ANALİZ VE BULGULAR.....             | 48 |
| 6.1. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER.....            | 49 |
| 6.2. BİRİM KÖK TESTLERİ.....                   | 51 |
| 6.3. EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ.....                   | 52 |
| 6.4. UZUN DÖNEM KATSAYILARIN TAHMİNİ.....      | 53 |
| TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....               | 56 |
| KAYNAKÇA.....                                  | 58 |

## TABLULAR LİSTESİ

|   | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| <b>Tablo 1.</b> Türkiye'nin 2021 Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretimi Dağılımı (GWh)..... | 12           |
| <b>Tablo 2.</b> Enerji Kaynaklarının Kurulu Güce Göre Dağılımları (2011 ve 2021) (MW) .                   | 13           |
| <b>Tablo 3.</b> Sera Gazı Salınımları, 1990 – 2021 .....  | 26           |
| <b>Tablo 4.</b> Değişkenlere Ait Açıklamalar .....  | 49           |
| <b>Tablo 5.</b> Tanımlayıcı İstatistikler .....   | 49           |
| <b>Tablo 6.</b> Korelasyon Matrisi .....  | 51           |
| <b>Tablo 7.</b> ADF ve PP Birim Kök Testleri .....  | 52           |
| <b>Tablo 8.</b> Var Modeli ile Optimal Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi .....                             | 52           |
| <b>Tablo 9.</b> Sınırsız Eşbütünleşme Sıra Testi (İz-İstatistiği) .....                                   | 53           |
| <b>Tablo 10.</b> Sınırsız Eşbütünleşme Sıra Testi (Maksimum Özdeğer).....                                 | 53           |
| <b>Tablo 11.</b> Tamamen Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) .....                                     | 54           |
| <b>Tablo 12.</b> Dinamik En Küçük Kareler (DOLS).....   | 54           |
| <b>Tablo 13.</b> Kanonik Eşbütünleşme Regresyonu (CCR).....   | 54           |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|  | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Dağılımı .....   | 4            |
| Şekil 2. Biyokütlenin Enerjiye Çevrim Yöntemleri.....  | 10           |
| Şekil 3. Türkiye'nin Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretimi Dağılımı (2021) .....              | 11           |
| Şekil 4. Türkiye'nin Kurulu Gücü ve Yenilenebilir Enerji Üretimini Değişimi (1982-2023).....                 | 12           |
| Şekil 5. Türkiye'de Yerli ve İthal Elektrik Enerjisi Üretimini Oranları (2005-2023) ...                      | 13           |
| Şekil 6. Türkiye'nin Toplam Rüzgâr Potansiyeli Haritası .....  | 14           |
| Şekil 7. Türkiye Rüzgâr Kurulu Gücü (MW) (2011-2023) .....   | 15           |
| Şekil 8. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası.....   | 16           |
| Şekil 9. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Santralleri Kurulu Gücü (MW) (2011-2023).....                            | 16           |
| Şekil 10. Türkiye'nin Hidrolik Enerji Santralleri Potansiyel Haritası.....                                   | 17           |
| Şekil 11. Türkiye Hidrolik Kurulu Gücü (MW) (2011-2023) .....  | 18           |
| Şekil 12. Türkiye'nin Jeotermal Potansiyeli Görünümü .....   | 19           |
| Şekil 13. Türkiye'de Jeotermal Enerji Kurulu Gücü (2011-2023) .....  | 19           |
| Şekil 14. Türkiye'nin Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücü (2011-2023).....  | 20           |
| Şekil 15. Karbon Emisyon Miktarlarının Sektörel Yüzde Dağılımı, 2021 .....                                   | 24           |
| Şekil 16. Karbon Emisyon Miktarlarının Gazlara Göre Yüzde Dağılımı, 2021 .....                               | 24           |
| Şekil 17. Türkiye'nin Sera Gazı Emisyon Durumu (1990-2021).....  | 25           |
| Şekil 18. Sera gazı Emisyon İstatistikleri (1990-2021) .....   | 25           |
| Şekil 19. Dünya CO <sub>2</sub> Emisyonları (1990-2021) .....  | 27           |
| Şekil 20. Dünya Fosil Kaynaklı Elektrik Üretimi ve CO <sub>2</sub> Değerleri (1990-2015).....                | 28           |
| Şekil 21. Dünya Yenilenebilir Enerji Elektrik Tüketimi ve CO <sub>2</sub> Emisyon Değerleri (1990-2015)..... | 28           |
| Şekil 22. Türkiye'de Kişi Başına GSYH (sabit 2015 ABD doları) (1990-2021) .....                              | 34           |
| Şekil 23. Çevresel Kuznets Eğrisi .....  | 35           |
| Şekil 24. GSYH (sabit 2015 ABD doları) ve CO <sub>2</sub> Değerleri (1990-2018).....                         | 36           |
| Şekil 25. Türkiye'deki Doğrudan Yabancı Yatırımlar (2000-2024) .....   | 38           |
| Şekil 26. Doğrudan Yabancı Yatırım ve CO <sub>2</sub> Değerleri (1990-2021).....                             | 38           |
| Şekil 27. Değişkenlere Ait Grafikselsel Analiz.....  | 50           |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- %:** Yüzde  
**&:** ve  
**AB:** Avrupa Birliği  
**ABD:** Amerika Birleşik Devletleri  
**ADF:** Augmented-Dickey Fuller Birim Kök Testi  
**ARDL:** Autoregressive Distributed Lag Bound Test (Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Model)  
**BRICS-T:** Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye  
**CCR:** Canonical Co-integrated Regression (Kanonik Eşbütünleşme Regresyonu)  
**CH<sub>4</sub>:** Metan  
**CO<sub>2</sub>:** Karbondioksit  
**Covid-19:** Korona Virüs  
**ÇKE:** Çevresel Kuznets Eğrisi  
**DOLS:** Dynamic Ordinary Least Square (Dinamik En Küçük Kareler)  
**DYY:** Doğrudan Yabancı Yatırımlar  
**EİGM:** Enerji İşleri Genel Müdürlüğü  
**ETKB:** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı  
**EVDS:** Elektronik Veri Dağıtım Sistemi  
**FG:** Finansal Gelişme  
**FMOLS:** Full Modified Ordinary Least Square (Tamamen Değiştirilmiş En Küçük Kareler)  
**GEPA:** Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına  
**GES:** Güneş Enerji Santrali  
**GMM:** Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi  
**GSMH:** Gayri Safi Milli Hasıla  
**GSYH:** Gayri Safi Yurtiçi Hasıla  
**GWh:** Gigawatt-saat  
**HES:** Hidroelektrik Santrali  
**IEA:** International Energy Agency  
**IMF:** International Monetary Fund (Uluslararası Para Fonu)  
**Kt:** Kilo Ton  
**LNCO<sub>2</sub>:** Karbon Emisyonu  
**LNDYY:** Doğrudan Yabancı Yatırımlar  
**LNGYSH:** Gayri Safi Yurtiçi Hasıla  
**m/s:** Metre/Saat  
**MT:** Milyon Ton  
**MTEP:** Milyon Ton Eşdeğeri Petrol  
**MW:** Megawatt  
**N<sub>2</sub>O:** Diazotmonoksit  
**NAFTA:** North American Free Trade Agreement  
**OECD:** Organisation for Economic Co-operation and Development (İktisadi İş birliği ve Kalkınma Örgütü)  
**p:** Anlamlılık (önemlilik) testine ilişkin olasılık değeri  
**PP:** Phillips-Perron Birim Kök Testi  
**T.C.:** Türkiye Cumhuriyeti  
**t:** T değeri  
**TCDB:** Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı  
**TEİAŞ:** Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi  
**TÜİK:** Türkiye İstatistik Kurumu

**VAR:** Vector auto-regressive  
**vb:** Ve benzeri  
**YE:** Yenilenebilir Enerji  
**YEGM:** Yenilenebilir Enerji Genel M¼d¼rl¼g¼



## GİRİŞ

Dünya nüfusunun her geçen gün kalabalıklaşması, sanayileşme, şehirleşme gibi durumları beraberinde getirirken aynı zamanda enerji ihtiyacını da arttırmaktadır. Artan enerji ihtiyacının temini doğrultusunda temiz, yenilenebilir, sürdürülebilir enerji kaynakları tercih edildiğinde hem ülke ekonomisine hem de çevre kirliliğine olumlu katkılar sağlanmaktadır. Fakat bu durumun aksine artan nüfusun enerji talebinin fosil kaynaklı yakıtlardan sağlanması pek çok olumsuzluğu beraberinde getirmektedir. Fosil yakıtların kullanımı atmosfere karbondioksit gazı göndererek karbondioksit emisyonunu arttırarak çevresel bozulmayı tetiklemektedir. Bozulan çevre koşulları, son yıllarda önemli artış gösteren aşırı hava olaylarına (su baskını, fırtına, hortum vb.) neden olarak canlılar için ciddi bir tehdit unsuru olmaktadır. Diğer taraftan çevresel etkilerin yanı sıra fosil yakıtların kıt kaynak olması zaman içinde enerji konusunda ülkelerin dışa bağımlı olmasına neden olarak enerjinin ithal edilmesini gerektirmektedir. Görüldüğü gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yalnızca çevresel değil, ülke ekonomisi için de önemlidir. İhtiyaç duyulan enerjiyi ithal etmeden, kendi mevcut doğal kaynaklarından sağlayabilen ülkelerin dışa bağımlılığı azalmakta, bu durum ekonomik büyümelerine olumlu katkılar sunabilmektedir. Ancak bu dönüşümün yaratacağı çeşitli maliyetlerin varlığı özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeleri çevresel kirlenme ve ekonomik büyüme arasında ikilemde bırakmakta ve iklim krizine olan etkilerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Bir taraftan ekonomik büyümeyi sağlamak için gereken enerji ihtiyacı diğer taraftan kirlenmeyi önleyici politikaların hayata geçirilmesi için katlanılması gereken maliyetler akademi dünyasında da merak uyandırmış ve farklı ülkeler nezdinde incelemeler yapılmasının önünü açmıştır.

Bu çerçevede gelişmekte olan bir ekonomiye sahip olan ülkemiz çalışmanın odak noktası olmuştur. Bir taraftan ekonomik faktörlerin diğer taraftan yenilenebilir enerjinin karbon emisyonuna olan etkisinin Türkiye özelinde incelenmesi amaçlanmıştır. 1990-2021 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada zaman serisi analizi için gerekli önsel incelemelerin ardından eşbütünleşme regresyonları ile uzun dönem etkiler ortaya konulmuştur. Bu noktada tez içeriğinde yer verilen bölümlerde incelenen konular sırasıyla aşağıdaki gibidir.

Çalışmanın birinci bölümünde enerjinin tanımı yapılarak, enerji kaynakları yenilenemeyen ve yenilenebilir kaynaklar olarak çeşitlendirilmiştir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji profili, sahip olduğu doğal enerji kaynakları gibi detaylı veriler ve

bilgiler ele alınmıştır. Ayrıca, enerji türlerinin (yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji) tüketiminin karbon salınımına etkilerini inceleyen literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Ardından karbon emisyonu kavramı, karbon emisyonunu arttıran faktörler, Türkiye ve Dünya'nın karbon emisyon görünümü grafik ve şekillerle incelenmiştir. Kyoto Protokolü, Paris İklim Anlaşması, Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi çevrenin korunmasına yönelik yapılan uluslararası çalışmalara değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise ekonomik faktörler ve çevre ilişkisi, ekonomik büyüme, finansal gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar gibi ekonomik unsurların tanımları yapılarak, Türkiye özelindeki göstergeler paylaşılmıştır.

Üçüncü bölümde yenilenebilir enerji ve ekonomik faktörlerin çevresel etkilerini inceleyen literatür özetine yer verilmiştir. Literatür taramalarında çevresel bozulma unsuru olarak karbon salınımını dikkate alan çalışmalar özelinde incelemeler yapılmıştır. Araştırmanın amacı, önemi, hipotezleri, kapsam ve sınırlılıkları ele alınarak ekonometrik analizlere yer verilmiştir. Ayrıca sonuç ve öneriler kısmında çalışmada elde edilen bulgular tartışılarak öneriler getirilmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ VE ÇEVRESEL ETKİ GÖSTERGESİ OLARAK KARBON EMİSYONU

Bu bölümde enerjinin tanımı yapılarak, enerji türlerine dair bilgi verilmiştir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji görünümü incelenmiştir. Ayrıca, enerji türlerinin (yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerji) tüketiminin karbon salınımına etkilerini inceleyen literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Karbon emisyonu kavramı, karbon emisyonunu arttıran faktörler, Türkiye ve Dünya'nın karbon emisyon profilleri incelenmiştir. Kyoto Protokolü, Paris İklim Anlaşması, Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi çevrenin korunmasına yönelik yapılan uluslararası çalışmalara değinilmiştir.

#### 1. ENERJİ TANIMI VE KAYNAKLARI

İş, eylem yapabilme anlamında kullanılan enerji, artan nüfus yoğunluğu, yaşanan teknolojik yenilikler gibi çeşitli sebeplerle tükenme ve azalma eğilimleri göstermektedir. Geçmişten günümüze birçok alanda kullanılan enerjinin, sanayi devriminden sonra önemi artmıştır. Üretimde sürekli kullanılmak zorunda olan enerjinin kapasitesi, sürdürülebilirliği ve devamlılığı gelecek nesiller için de büyük önem taşımaktadır.

Tamzok (2005)'e göre enerjinin kıt olması gelişmiş ülkelerde yaşam kalitesinin düşmesine, gelişmekte olan ülkelerde ise yoksulluğa sebep olmaktadır. Enerji kavramı birincil ve ikincil enerji olarak ikiye ayrılmaktadır. Birincil enerji olarak nitelendirilen bu kaynaklar petrol ve kömür gibi doğada bulunan kaynaklardan temin edilir. Diğer taraftan üretimi birincil kaynaklar kullanılarak yapılan bütün enerji kaynakları ikincil enerji (elektrik, benzin vb.) olarak tanımlanmaktadır (IEA, 2004).

Birçok alanda ülkelerin kalkınmasını sağlayan enerji kaynaklarının, Sanayi Devriminden sonra kullanımı artarak ilerlemiş ve günümüzde de devam etmiştir (Yılmaz, 2012: 34). Doğada bol bulunan kendi kendini sürekli yenileyebilen, yenilenebilir enerji kullanımının artması çevresel bozulmaları azaltıp önleyebilecekken, doğada kısıtlı olarak bulunan kendini yenileyemeyen, yenilenemez enerjinin kullanımı ise doğada ciddi problemlere yol açmaktadır (Kavcıoğlu, 2015).

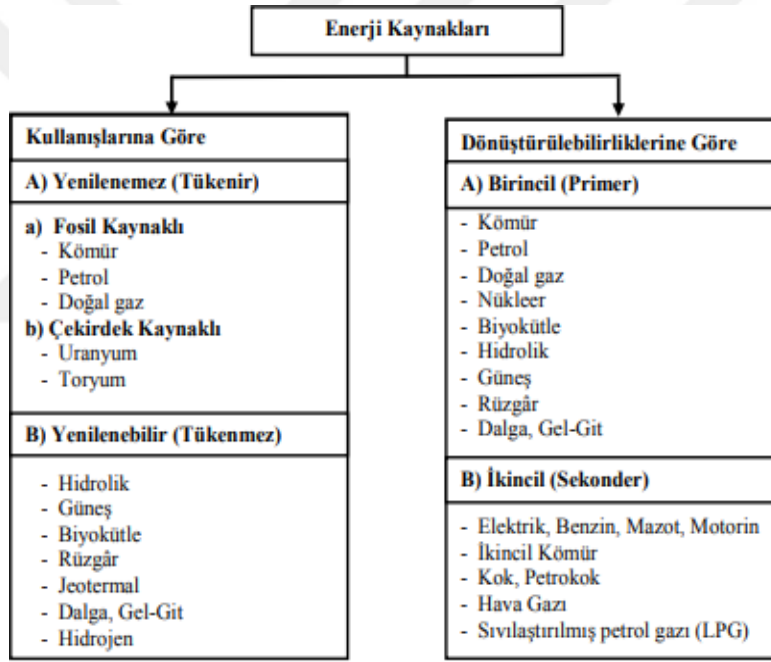
Güneş, rüzgâr, dalga yağmur, jeotermal gibi doğada kendi kendini yenileyebilecek durumda olan enerji kaynakları yenilenebilir enerjilere örnektir. Enerji kavramını süreklilik açısından değerlendirirsek, bir ülkede bulunan enerji kaynaklarının

verimliliğinin artması, havaya ve çevreye salınan zararlı gazların azaltılmasını sağlayan yenilenebilir enerji kullanımlarının artırılması şeklinde ifade edebiliriz.

## 2. ENERJİ TÜRLERİ

Gündelik yaşantının ve üretimin her adımında kullanılan enerji; mekanik, kimyasal, nükleer, termal, jeotermal, elektrik enerjisi, rüzgâr, güneş, hidrolik gibi farklı türlerde bulunabilmekte ve birçok yöntemle birbirine dönüşebilmektedir. Enerji kaynakları kullanışlarına ve dönüştürülebilirliklerine göre ikiye ayrılmaktadır (Koç ve Şenel, 2013). Kullanımına göre, yenilenemez ve yenilenebilir olarak ikiye ayrılmaktadır. Dönüştürülebilirliklerine göre ise birincil ve ikincil olarak ifade edilmektedirler. Şekil 1’de kullanışlarına ve dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları sınıflandırılmıştır.

Şekil 1. Enerji Kaynaklarının Dağılımı



**Kaynak:** Koç ve Şenel, 2013.

### 2.1. YENİLENEMEYEN ENERJİ TÜRLERİ

Kömür, petrol ve doğal gaz benzeri fosil temelli enerji kaynakları yenilenemeyen enerji türleri arasında yer almaktadır. Petrol, doğalgaz ve kömür olarak üç gruba ayrılan fosil kaynaklar, doğada kısıtlı bulunmaktadır (Yıldırım, 2019). Katı, sıvı ve gaz halinde bulunan fosil yakıt, uzun yıllar boyunca toprak altında biriken hayvansal ve bitkisel kalıntıların çeşitli tepkimeler sonucu içinde bulunan enerjiyi dışa vermesiyle oluşmaktadır. Erişilmesi ve dönüştürülmesinin diğer kaynaklara nispeten daha kolay

olması sebebiyle fosil yakıtlar, enerji taleplerinin karşılanmasında öncelikli olarak tercih edilmektedir (Yakıncı & Kök, 2017, s. 46).

Bu kaynaklar enerji tüketiminde yoğun olarak tercih edildiği ve kendini yenileyemediği için, dünya genelinde tükenmesi söz konusu kaynaklardır. Bu enerji türü aynı zamanda tükenbilir enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Bulut, 2018: 71). Dünya genelinde fosil yakıtların birincil enerji tüketiminin %88'ini oluşturması, ihtiyaç duyulan enerjinin büyük kısmının bu kaynaklardan karşılandığını göstermektedir (Pamir, 2016).

### **2.1.1. Petrol**

Yeryüzünde 1900'lü yıllardan beri üretilen ve o zamandan beri var olan yenilenemeyen, diğer bir deyişle tükenbilir olan enerji kaynaklarından biri petroldür (Bekar, 2020, s.41). Uzun yıllar boyunca hayvan ve bitki kalıntılarının fosilleşmesiyle ortaya çıkan içinde nitrojen, oksijen ve kükürt bileşimleri bulunduran petrol, hidrokarbondan oluşmaktadır (Karaaslan & Aydın, 2020, s. 1354). Petrol araçların yakıt enerjisi için kullanılmaktadır. Aynı zamanda sanayi ve endüstri alanlarında da kullanılmaktadır. Doğalgaz olarak karşımıza çıkan yakıt ise gaz halindeki petrolden gelmektedir. Ulaşım araçlarının yakıt tüketimi ile ev ve işyerlerinin ısınma gereksinimlerinin karşılanması için doğalgaz kullanılmaktadır (Aydın, 2018, s.287).

Bazı kayıtlara göre, milattan 600-700 yıl önce Abşeron Yarımadası'ndaki insanlar tarafından günlük hayatta petrol kullanılmaktaydı. Toprakta sızan petrol hekimlik, ısınma ve aydınlatmada kullanılmıştır. Petrolün kullanımı zaman içerisinde yaygınlaşmıştır (Şen, 2009).

Petrolün ilk üretimi 1860 yılında Pensilvanya'da başlatılmıştır. Petrol çıkarılan yatakların çevresinde sadece evlerin aydınlatılmasında gazyağı şeklinde tüketilen petrolün üretimi de o yıllarda bu amaçla gerçekleştirilmiştir. Petrol, 1900'lü yıllara doğru ilkin içten yanmalı motorların ve 1910 yılında da içten patlamalı motorların yani benzinli ve dizel motorların icadıyla artan bir öneme sahip olmuştur (Doğanay, 1998).

Günümüzde ise petrol, ekonomiler için hâlâ önemini korumaktadır. Küresel enerji tüketiminde petrolün yüksek paya sahip olması bu durumun öne çıkan nedenlerinden biridir. Yaygın tüketim ağına sahip olması da petrolün yoğun olarak kullanılması ile sonuçlanmaktadır. Günümüzde petrol elektrik üretiminden ulaşıma kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir (Gökçe, 2014: 144).

### **2.1.2. Doğal Gaz**

İlk olarak 1950'li yıllarda kullanılmaya başlanan ve günümüzde adından oldukça söz ettiren başka bir yenilenemez enerji kaynağı ise doğalgazdır (Bekar, 2020, s. 42). Doğalgaz diğer yakıtlara göre daha düşük karbon içeriğine sahip olduğundan doğaya salınan karbondioksit miktarı diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre daha az orandadır. Bundan dolayı da diğer fosil yakıtlara göre çevreyi daha az kirletmektedir. Doğal gazın enerji santrallerinde diğer kaynaklara oranla kullanımı daha fazladır (Önder & Ocak, 2018).

### **2.1.3. Kömür**

18. yüzyıldan itibaren ısı ve enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanan diğer bir yenilenemeyen enerji kaynağı da kömürdür. Hidrojen, oksijen ve kükürt bileşenlerinden oluşan kömür, milyonlarca yıl diğer kaya katmanları arasında ısı ve basıncın etkileşmesi sonucunda meydana gelmektedir (Sever, 2019, s. 4; Yılmaz, 2012, s. 11).

Kömürün diğer fosil yakıtlara göre daha çok tercih edilmesinin nedeni daha ucuz ve daha kolay erişilebilir olmasıdır. Başta termik santraller olmak üzere, evlerde ve sanayi alanlarında ısı ve elektrik üretiminin sağlanması için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca kömürün enerji kaynakları arasındaki payı oldukça önemlidir (Önder & Ocak, 2018). Bunun yanı sıra dünyadaki yıllık karbondioksit salımlarının %41'inin kömür santrallerinden gelmesiyle hem çevre hem de insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratması, kömür enerjisi kullanımının kötü bir sonucudur (Aydın, 2018: 288).

## **2.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜRLERİ**

Doğada bulunan kaynakların değişim ve dönüşüme uğramamış şekli yenilenebilir enerji türleridir. Bu enerji türleri, temiz ve çevre dostu olması dolayısıyla en güvenilir enerji kaynaklarıdır.

### **2.2.1. Rüzgâr Enerjisi**

Rüzgârın enerjisinin ortaya çıkmasını çeşitli yollardan sağlayan aslında güneştir. Güneşten gelen ısı ve ışınların Dünya'daki bölgeleri eşit ısıtamadığında basınç ve sıcaklık farkları oluşmaktadır. Bu sıcaklık farkları ise alçak ve yüksek basıncı meydana getirmektedir. Bu basınç kütlelerinin yer değiştirmesi sonucunda ise rüzgâr oluşmaktadır. Rüzgâr enerjisi, doğada ulaşımı kolay, kısıtlı olmayan, sürdürülebilir bir enerjidir (Şenol, 2017:16-17).

Rüzgâr enerjisinin üretimi için kurulan santrallerin aşağıdaki özellikleriyle pek çok avantaj sağladığı görülmektedir;

- Doğaya ve insana zarar vermemesi,
- Doğal kaynaklardan elde edilmesi bakımından temiz ve çevreci olması,
- Rüzgârın hızına göre ürettiği enerjinin artması,
- Yakıt maliyetinin olmaması,
- Santrallerin kurulum ve yapımı aşamasında istihdam olanağı sağlaması,
- Kullanım ömrünün 20-30 yıl olması,
- Emniyetli olması.

Bu sağladığı avantajların yanında dezavantajları da bulunmaktadır;

- Görüntü olarak kirlilik yaratması,
- Rüzgârın şiddetine göre enerji üretim miktarının değişmesi,
- Kuşların ölümlerine sebep olabilmesi,
- TV ve radyolarda parazitlenme yapabilmesi.

### **2.2.2. Güneş Enerjisi**

Güneş enerjisi doğada sınırsız bulunan, yenilenebilen, temiz bir ısınma enerjisidir. Dünyanın en büyük enerji kaynağı olan güneş, rüzgâr ve biyokütle gibi enerjilerin temel kaynağını oluşturmaktadır (Rogner, HH., ve diğerleri, 2012).

Güneş enerjisinin sağladığı ışınların atmosfere ulaşmayı başaran miktarı ile dünyanın enerji ihtiyacı fazlasıyla karşılanabilir durumdadır. Bu sınırsız kaynak, petrol krizlerinin yaşandığı 1970 yılı sonrası temiz enerji arayışına girilmesi ile önem kazanmış ve yapılan çalışmalarla daha fazla desteklenmiştir. Güneş enerjisini dönüştürebilmek için çeşitli teknolojiler kullanılması gerekmektedir (Acaroğlu, 2003). Bu teknolojiler;

**Fotovoltaik Güneş Teknolojisi:** Yarı-iletken malzemeler kullanılarak, güneşin vermiş olduğu ışığın elektriğe dönüşmesini sağlamaktır (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2022).

**Isıl Güneş Teknolojisi:** Güneşin verdiği ısının depolanması ile birlikte sıcak su elde etmek için veya elektrik üretimi için kullanılabilir (YEGM, 2022).

Güneş enerjisi kullanımının sağladığı avantajlar;

- Sınırsızdır,
  - Kendini yenileyebilir,
  - Doğal bir kaynaktır dolayısıyla dışa bağımlılığı ortadan kaldırır,
  - Ulaşımı kolay ve zahmetsizdir,
- Dezavantajları ise;
- Güneşin yoğunluğundan kaynaklı olarak kontrolü sağlanamaz,
  - Isının fazla olduğu anlarda faydalanmak gerekir,
  - İlk aşamada maliyeti yatırım olarak yüksektir,
  - Mevsimsel olarak kışın verimi düşebilir.

### **2.2.3. Hidrolik Enerji**

Akan suların elde edilen hidroelektrik enerjisinin verimi, suyun miktar ve hızına göre değişebilmektedir (Dinçer, Atik ve diğerleri,2017). Bulunduğu konumun yağış durumu ve mevsimsel şartlarına göre değişkenlik gösterebilen bu enerjinin üretilmesi için çok sayıda baraj kurulmaktadır. Akan suyun veriminden faydalanılan bu santrallerin amacı, suyun depolanarak elektrik enerjisi üretmesini sağlamaktır (Gökdemir, Kömürcü, Evcimen, 2012).

Hidrolik enerji üretiminin sağladığı faydalar;

- Kaynaklarının sınırlı olmaması,
- Suyun temiz ve kendini yenileyebilen yapıda olması,
- Enerji elde edilirken aynı zamanda barajın kurulduğu bölgedeki tarım alanlarına fayda sağlaması.

Dezavantajları ise;

- Barajın kurulacağı bölgenin mülkiyet hakları için sağlanacak bütçenin yüksek olması,
- Barajın yapılması öngörülen bölge ormanlık alan veya akarsu ise bölgesel olarak canlıların yaşamına zarar vermesi.

### **2.2.4. Jeotermal Enerji**

Yerin altındaki su, buhar ve gazların yüzeye çıkması ile jeotermal enerji oluşmaktadır. Ortaya çıkan bu enerji, sanayi alanlarında ve konutların ısınmasında

kullanılmaktadır. Fosil yakıtlar kadar çevreye zarar vermediğinden, karbon salınımını azaltan enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Aktif tektonik kuşak konumunda yer alan ülkemizin jeotermal kaynakları oldukça fazladır. Isınma ve elektrik üretme kapasitesinin verimli olması nedeniyle jeotermal enerji birçok alanda tercih edilmektedir. Yerin altındaki suların oluşturduğu ısı, basınç ve buharın ayrışması ile meydana gelmektedir. Yenilenebilir enerji olarak değerlendirilen yer ısı, yalnızca belirli bölgelerde bulunmaktadır (Doğanay, 1998:417; Rogner, HH., ve diğerleri, 2012).

### **2.2.5. Dalga Enerjisi**

Dalgaların şiddetine ve boyutlarına göre temiz, doğayı kirletmeyen enerji kaynağı elde edilmektedir. Bu enerjiden faydalanabilmek için kurulan jeneratörler tek tipte olmamakla birlikte dalgaların şekline, şiddetine göre ayrı olarak hazırlanmaktadır. Yapımı özel bir teknik içerdiğinden diğer kaynakların temininden daha masraflı bir enerji kaynağıdır.

Dalga enerjisinin sağladığı avantajlar;

- Mevsimsel ve hava değişimleri sayesinde rüzgâr oluşumu ile sürekli kendini yenileyebilir,
- Dalgaların şiddeti ile üretilen kaynaktan alınan verim artabilir,
- Kıyı ve sahil olan her yerde bu enerjiden faydalanılabilir,
- Jeneratörlerin yapımı çevreyi veya tarım alanlarını işgal etmez,
- Enerji kaynaklarının diğer çeşitlerine göre daha öngörülebilir sonuçlar vermektedir.

Dezavantajları;

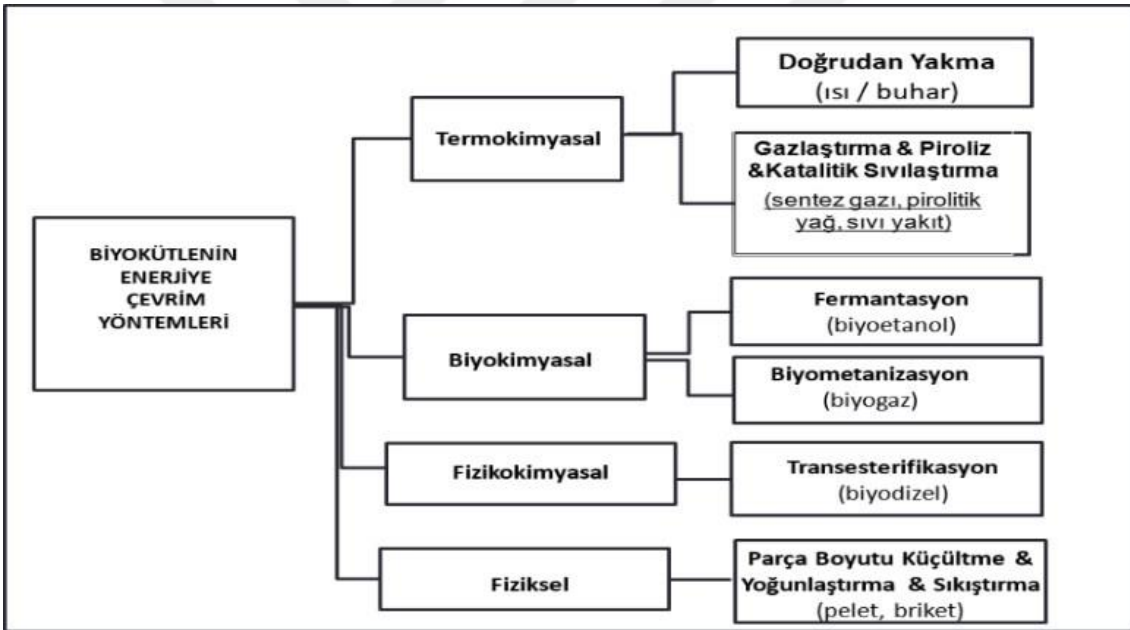
- İlk yatırım maliyeti yüksektir,
- Görüntü kirliliği yaratabilmektedir,
- Bulunduğu bölgedeki deniz trafiğine olumsuz etkiler verebilir,
- Sert havalarda verimi düşebilir.

### **2.2.6. Biyokütle Enerjisi**

İngiltere’de 19. Yüzyılda lağım çukurlarının oluşturduğu gaz, şehrin aydınlatılmasında kullanılmıştır. Organik atıklardan biyogaz üretilmesi sayesinde artan nüfus ile ortaya çıkan enerji ihtiyacını gidermek için biyokütle enerjisinden

faaydalanılmıştır. Fosil olmaması, doğada bitki ve hayvan atıklarına kolayca ulaşılabilmesi, kısıtlı değil yenilenebilir olması sebebiyle uzun yıllardan beri tercih edilmeye devam etmektedir (Rogner, HH., ve diğerleri, 2012). Biyokütle enerjisinin temel kaynağı güneştir. Fotosentez esnasında bitkilerde depolanan maddeler birleşir, bu maddeler yakıldığında ise enerji elde edilir. Enerjiye dnştrlme esnasında meydana gelen karbon gazı ise doğadan alındığından, karbon salınımı oluşmamış olacaktır. Bitkiler, sebze ve meyve atıkları, hayvan gübreleri ve sanayi atıkları biyokütle enerjisinin hammaddesini oluşturmaktadır. Biyokütle enerjisi hayvan gübresi, gıda atıkları, bitki, tohum ve tarım atıkları gibi maddelerin işlenmesi sonucu çeşitli yakıtlar üretilmesidir. Bitki, orman ve ağağ atıklarından yakıt üretilmesi modern biyokütle, tezeğin direkt olarak odun ile yakılması ise klasik biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır (Topal ve Arslan, 2008: 243).

**şekil 2.** Biyokütlenin Enerjiye evrim Yöntemleri



**Kaynak:** T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023.

şekil 2’de görüldüğü gibi, biyokütlenin dnştrlme sürecinde atık hammaddelerin türlerine göre katı, sıvı, gaz şeklinde çeşitli yakıtlar (biyogaz, motorin gibi) elde edilmektedir.

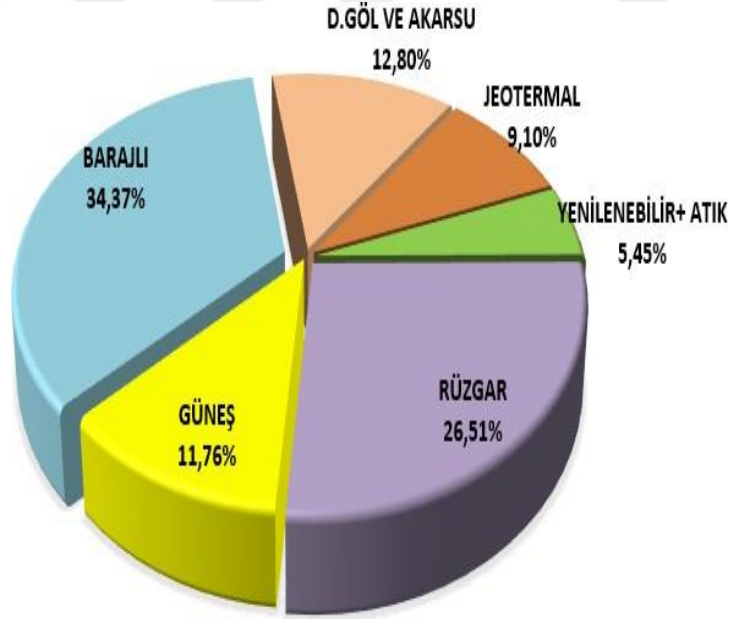
### 2.3. TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ PROFİLİ

Ülkemizin yenilenebilir enerji kaynakları bakımından gerek coğrafı gerekse jeopolitik konumu itibariyle potansiyeli oldukça fazladır. Geçmiş yıllara kıyasla temiz enerji kullanımını artarak devam etmektedir fakat Türkiye ihtiyacı olan enerjinin büyük bir

kısmını ithal etmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı'nın açıkladığı verilere göre ülkemizin enerji ihtiyacının yüzde 74'ünün ithal edildiği tahmin edilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2023). Bu doğrultuda enerji ihtiyacından doğan yoğun bir dışa bağımlılık söz konusu olmaktadır. Petrol ve doğal gaz enerji hatlarının pek çoğunun ülkemizden geçmesinden dolayı Türkiye ticaret merkezi konumundadır. Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı'nın verilerine göre Dünya sıralamasında enerji kurulu gücü bakımından 12. sıradadır (TCDB, 2023).

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yayınlanan raporlara göre; Türkiye 2023 yılında ürettiği elektriğin yüzde 19,3'ünü hidrolik, yüzde 10,3'ünü rüzgâr, yüzde 6,7'sini güneş, yüzde 3,4'ünü jeotermal, yüzde 3,1'sini ise diğer enerji türlerinden temin etmiştir. Türkiye'nin fosil kaynaklardan elektrik üretim oranları ise yüzde 36,2'si kömür, yüzde 21'i doğal gaz şeklindedir. Ülkemiz gelinen noktada 2023 yılı toplam enerji ihtiyacının %42,8'lik kısmını yenilenebilir enerjiden kalan yüzde 57'lik kısmını ise fosil kaynaklardan temin etmektedir (T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024). Mevcut potansiyel düşünüldüğünde, Türkiye'nin yenilenebilir kurulu gücünden üretilen enerji miktarını arttırıcı yönde çalışmalar yapılması gerekmektedir.

**Şekil 3.** Türkiye'nin Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretimi Dağılımı (2021)



**Kaynak:** Türkiye Elektrik Üretim İstatistikleri, TEİAŞ 2021.

Şekil 3'te ülkemizin yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi dağılımları gösterilmiştir. Türkiye 2021 yılında yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimini en fazla %34,37 oranı ile barajlardan sağlamaktadır.

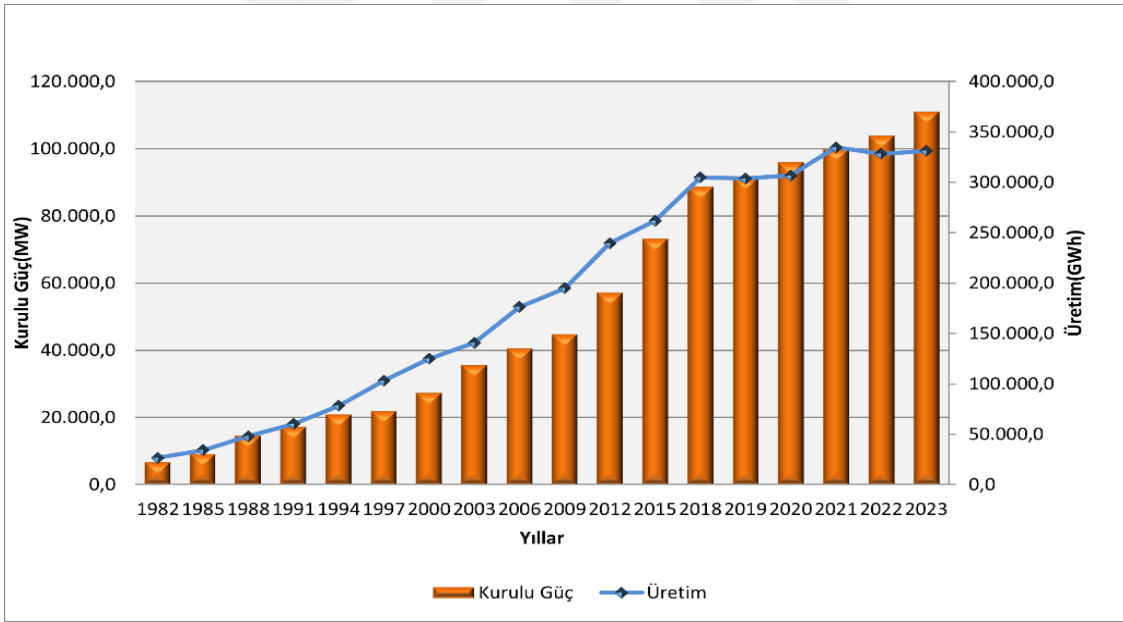
**Tablo 1.** Türkiye'nin 2021 Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretimi Dağılımı(GWh)

|                     | GWh       | %      |
|---------------------|-----------|--------|
| Yenilenebilir+ Atık | 6.467,8   | 5,45   |
| Rüzgar              | 31.436,7  | 26,51  |
| Güneş               | 13.942,9  | 11,76  |
| Barajlı             | 40.746,3  | 34,37  |
| D.Göl Ve Akarsu     | 15.180,5  | 12,80  |
| Jeotermal           | 10.793,2  | 9,10   |
| Toplam              | 118.567,5 | 100,00 |

**Kaynak:** Türkiye Elektrik Üretim İstatistikleri, TEİAŞ 2021.

Tablo 1’de ülkemizin yenilenebilir enerji kapsamında 2021 yılında en fazla üretim miktarı 40.746,3 GWh ile barajlı, en az üretimi ise 6.467,8 GWh ile yenilenebilir atıklardan sağlamaktadır. Türkiye’nin 2021 yılı yenilenebilir enerjiden toplam üretimi ise 118.567,5 GWh olmuştur.

**Şekil 4.** Türkiye’nin Kurulu Gücü ve Yenilenebilir Enerji Üretiminin Değişimi (1982-2023)



**Kaynak:** Türkiye Elektrik Üretim İstatistikleri, TEİAŞ 2021.

Şekil 4’te ülkemizin elektrik kurulu gücü ve yenilenebilir enerji üretiminin yıllar içindeki değişimlerine yer verilmiştir. Şekil 4’ten hareketle, kurulu gücün yıllar içinde arttığı bunun yanında üretiminin de artırılarak verimlilik yönünde olumlu etkiler olduğu gözlemlenmektedir. 1980’li yıllar sonrasında en hızlı gelişme ve kurulu güce bağlı artışlar 2015 yılı sonrası görülmektedir. Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulum, maliyet ve yatırım aşamalarındaki çalışmalar bu yıllarda önem kazanmaya başlamıştır.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yayınlanan raporlara göre de 2021 yılında ülkemizin toplam kurulu gücü 99,819 MW iken 2023 yılında kurulum gücü 106,668 MW' a yükselmiştir.

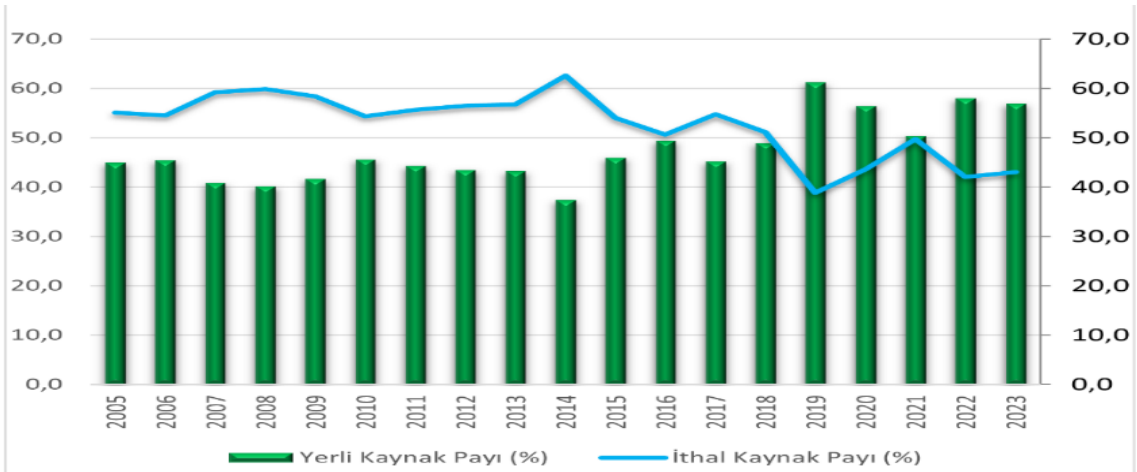
**Tablo 2.** Enerji Kaynaklarının Kurulu Güce Göre Dağılımları (2011 ve 2021) (MW)

| Enerji Kaynakları               | 2011     | %      | 2021     | %      |
|---------------------------------|----------|--------|----------|--------|
| Kömür                           | 12.550,3 | 23,72  | 19.641,5 | 19,68  |
| Sıvı Yakıtlar                   | 1.300,4  | 2,46   | 135,4    | 0,14   |
| Doğal Gaz                       | 13.143,9 | 24,84  | 21.502,5 | 21,54  |
| Yenilenebilir+Atık<br>+Atık Isı | 125,7    | 0,24   | 2.051,1  | 2,05   |
| Çok Yakıtlı                     | 6.810,8  | 12,87  | 4.897,8  | 4,91   |
| Hidrolik                        | 17.137,1 | 32,39  | 31.492,6 | 31,55  |
| Jeotermal                       | 114,2    | 0,22   | 1.676,2  | 1,68   |
| Rüzgâr                          | 1.728,7  | 3,27   | 10.607,0 | 10,63  |
| Güneş                           | -        | -      | 7.815,6  | 7,83   |
| Toplam                          | 52.911,1 | 100,00 | 99.819,6 | 100,00 |

**Kaynak:** TEİAŞ'ın verileri kullanılarak tarafımca hazırlanmıştır.

TEİAŞ'ın yayınladığı 2011 ve 2021 yıllarının kıyaslandığı tablo 2'ye göre, ülkemizin elektrik kurulu gücünü en fazla arttırdığı enerji türü 31.492 MW ile hidrolik olmuştur. Kömür ve doğal gaz kurulu gücünde de artışlar yaşanmıştır. 2021 yılında yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminde en fazla katkı hidrolik enerji tarafından sağlanmaktadır. Ülkemizde hidrolik enerjiden sonra 10.607,0 MW kurulu güç ile rüzgâr enerjisi, 7.518,6 MW kurulu güç ile güneş enerjisi, ardından 1.676,2 MW ile jeotermal enerji olarak sıralanmaktadır.

**Şekil 5.** Türkiye'de Yerli ve İthal Elektrik Enerjisi Üretiminin Oranları (2005-2023)



**Kaynak:** TEİAŞ, 2023.

Şekil 5'e baktığımızda ülkemizde geçmiş yıllarda elektrik üretiminin çok yüksek oranlarda ithal edildiği görülmektedir. 2015 yılından sonra enerji üretiminde yerli kaynak

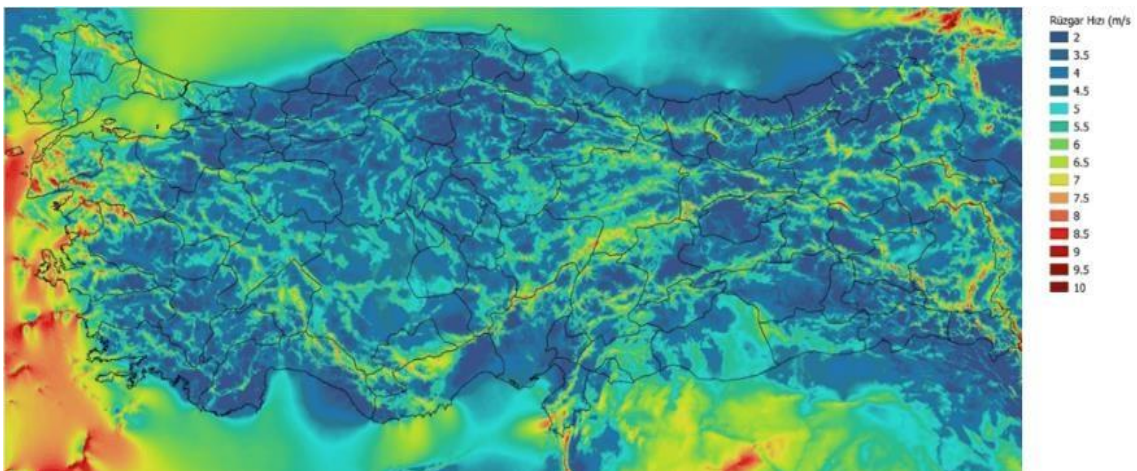
kullanımındaki artış, ithal edilen elektrik payını azaltmıştır. En az enerji ithal edilen yıl %40'ın altına düşerek 2019 yılında olmuştur. Grafikte görüldüğü gibi ülkemiz 2014 yılında tükettiği enerjinin %65'ini ithal etmektedir. Son yıllara bakacak olursak bu oran %40 seviyelerine inmiştir fakat 2021 yılında yerli kaynak payında da bir azalma olduğu görülmektedir. Dolayısıyla ülkemizin hala enerji ithal etmeye devam ettiğini fakat enerjide dışa bağımlılığı azaltacak bir strateji benimsediği söylenebilir.

Görünen tabloda ülkemiz ihtiyaç duyduğu enerji arzının büyük bir kısmını ithal ettiği fosil kaynaklardan sağlamaktadır. Türkiye'nin dışa bağımlı bir ülke olmasında büyük rol oynayan bu durum karşısında yenilenebilir enerji kullanımlarının artması gerekmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu temiz kaynak potansiyeline rağmen söz konusu bu durum için, yenilenebilir enerji üretimini artırıcı çalışmalar yapılması gerekmektedir (Dertli ve Yinaç, 2018).

### 2.3.1. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi

Güneşten gelen ışın ve radyasyonların yalnızca belirli bir miktarının etkisi ile farklı hava sıcaklıkları ve basınçlar meydana gelmektedir. Bu basınç ile birlikte oluşan hareketlilik rüzgâr enerjisini ortaya çıkarmaktadır. Rüzgâr enerjisine dair kullanılan orta ölçekli hava tahmin modeli ve mikro ölçekli rüzgâr akış modelinden faydalanılarak 200 metre çözünürlükte bazı bilgiler elde edilmiştir. 2006 yılında hazırlanan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası verileri doğrultusunda; yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve yıllık olarak ortalamada 7.5 m/s üzeri rüzgâr hızına sahip alanlarda, kilometrekarede 5 MW gücünde santraller kurulabildiği ve ülkemizde bu alanın kapasitesi 47.849,44 MW gücünde olduğu ve söz konusu alanın sahip olduğumuz yüz ölçümünün %1,30'una denk geldiği tespit edilmiştir (ETKB, 2022).

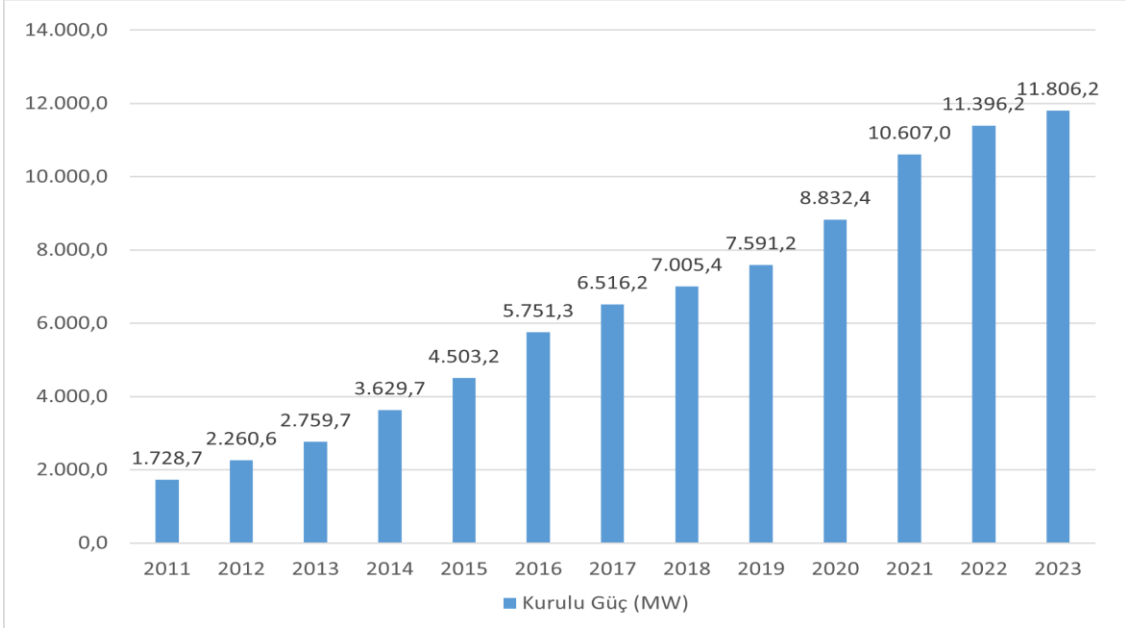
**Şekil 6.** Türkiye'nin Toplam Rüzgâr Potansiyeli Haritası



**Kaynak:** ETKB, 2022.

Rüzgâr enerjisinin kaynağını güneşten aldığı göz önünde bulundurularak, şekil 6'ya göre rüzgâr enerjisi bakımından ülkemizin oldukça verimli olduğu görülmektedir.

**Şekil 7.** Türkiye Rüzgâr Kurulu Gücü (MW) (2011-2023)



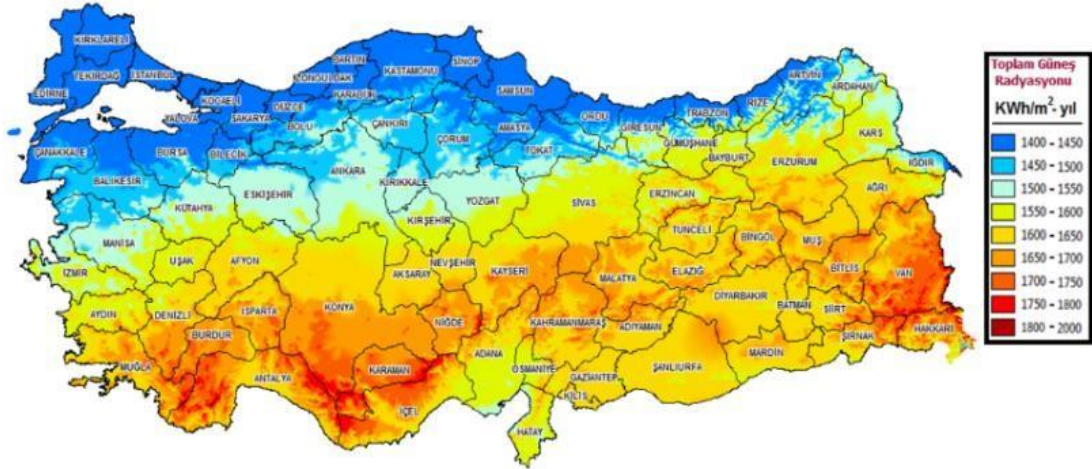
**Kaynak:** ETKB ve TEİAŞ'ın verileri kullanılarak tarafımca hazırlanmıştır.

2011-2023 yılları arasında ülkemizin rüzgâr kurulu gücü şekil 7'de görülmektedir. TEİAŞ'ın yayınladığı rapora göre; Türkiye'de rüzgâr kurulu gücü 2020 yılında 8.832,4 MW, 2021 yılında 10.607,0 MW olmuştur. Dolayısıyla ülkemiz 2021 yılında rüzgâr kurulu gücünü arttırmıştır. 2023 yılında ise 11.806,2 MW'a ulaştığı görülmektedir. 2021 yılında ülkemizde rüzgârın kurulu güce oranı %10,63 olup santral sayısı 355 adettir (TEİAŞ, 2023). Türkiye'de rüzgâr kurulu gücü 2011 yılından bu yana sürekli bir artış göstermektedir.

### 2.3.2. Türkiye'de Güneş Enerjisi

Konumu dolayısıyla ülkemizde güneş ışınlarından yoğun bir şekilde faydalanmak mümkündür. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yayınlanan verilere göre ülkemizde yıl içerisinde toplam güneşlenme süresi 2741 saat, ışıınım değeri toplam 1.527,46 kWh / m<sup>2</sup> olarak açıklanmıştır (ETKB, 2022). Ülkemizin güneş enerjisi görünümü şekil 8'deki gibidir.

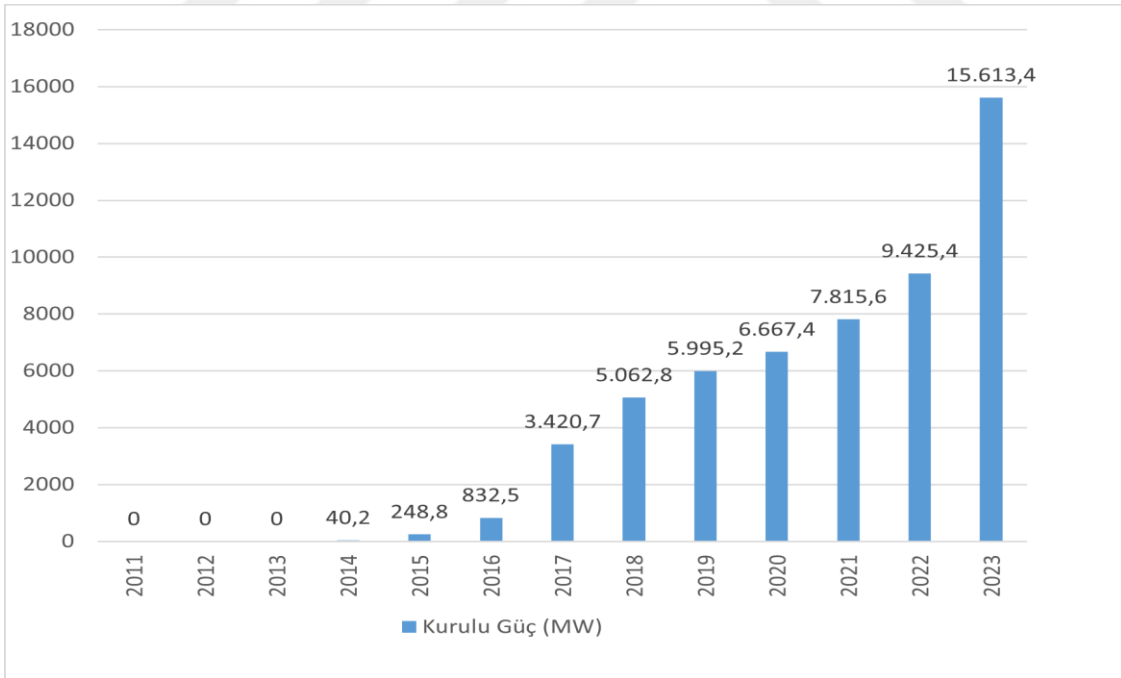
**Şekil 8.** Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası



**Kaynak:** ETKB, 2022.

Şekil 8’de görüldüğü gibi Güney Doğu Anadolu, Akdeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde güneş enerjisi potansiyeli oldukça fazladır. Güneş enerjisi bakımından en verimsiz bölge ise Karadeniz Bölgesidir. Mevsimsel olarak değişimlerin yaşanması güneş enerjisinden elde edilen elektrik üretimini, verimini etkilemektedir. Dolayısıyla güneşten en az verim alınan aylar kış ayları, en yüksek verim ise yaz dönemindedir.

**Şekil 9.** Türkiye’nin Güneş Enerjisi Santralleri Kurulu Gücü (MW) (2011-2023)



**Kaynak:** ETKB ve TEİAŞ’ın 2023 verileri kullanılarak tarafımca hazırlanmıştır.

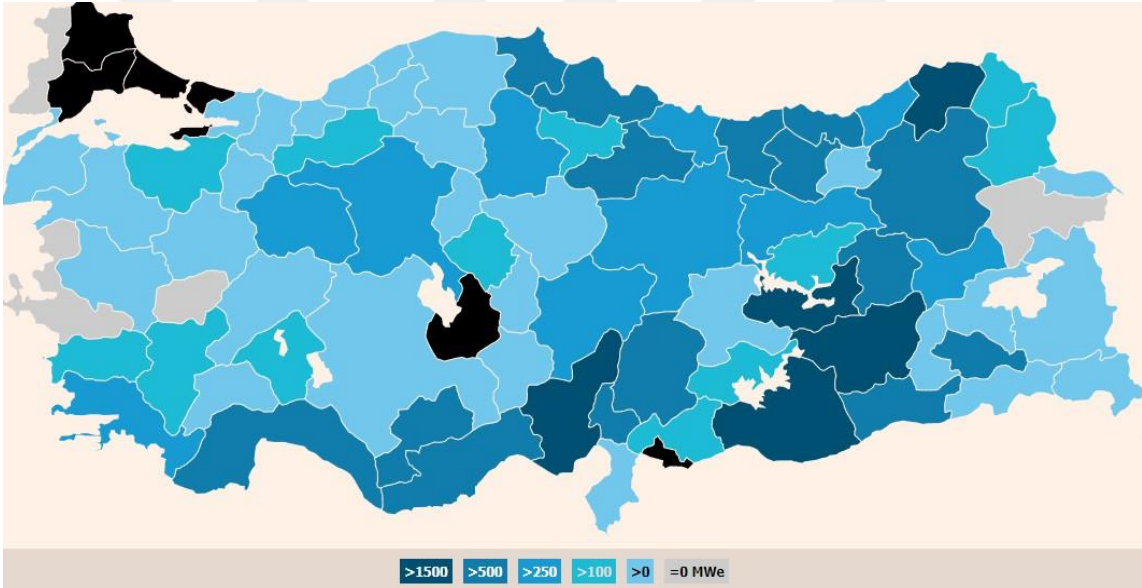
Ülkemizde 2011 yılı itibariyle güneş enerjisi kurulu gücü şekil 9’da yer almaktadır. TEİAŞ’ın 2023 yıllık üretim istatistiklerine bakıldığında; güneş enerjisi kurulu gücü 2020 yılında 6.667,4 iken 2021 yılında 7.815,6 MW ve 2023 yılında 15.613,4 MW’a ulaşmıştır (TEİAŞ, 2023). 2016 yılından sonra ülkemizde artış göstererek

ilerlemeye devam eden GES, en fazla kurulu güç kapasite artışını 2023 yılında göstermiştir. Türkiye'nin 2021 yılında GES kurulu güce oranı %7,83 olup, 8.389 adet kayıtlı santrali bulunmaktadır (Enerji Atlası, 2023).

### 2.3.3. Türkiye'de Hidrolik Enerji

Ülkemizin yenilenebilir enerji tüketiminde kaynak bakımından birinci sırada yer alan enerji türü hidrolik enerjidir. Hidrolik enerjiden elektrik üretimi sağlayabilmek için yalnızca yağış ve mevsimsel olarak değil, barajların kurulması için gerekli alanların olması veya oluşturulması da büyük önem taşımaktadır. Hidrolik enerjide kullanılan su; sürekli olarak kendini yenileyebilir, temiz ve sürdürülebilir olduğundan sınırsız kullanılabilir. Santraller için yakıt ihtiyacı olmadığından gideri diğer kaynaklara kıyasla daha az olan bir enerji türüdür.

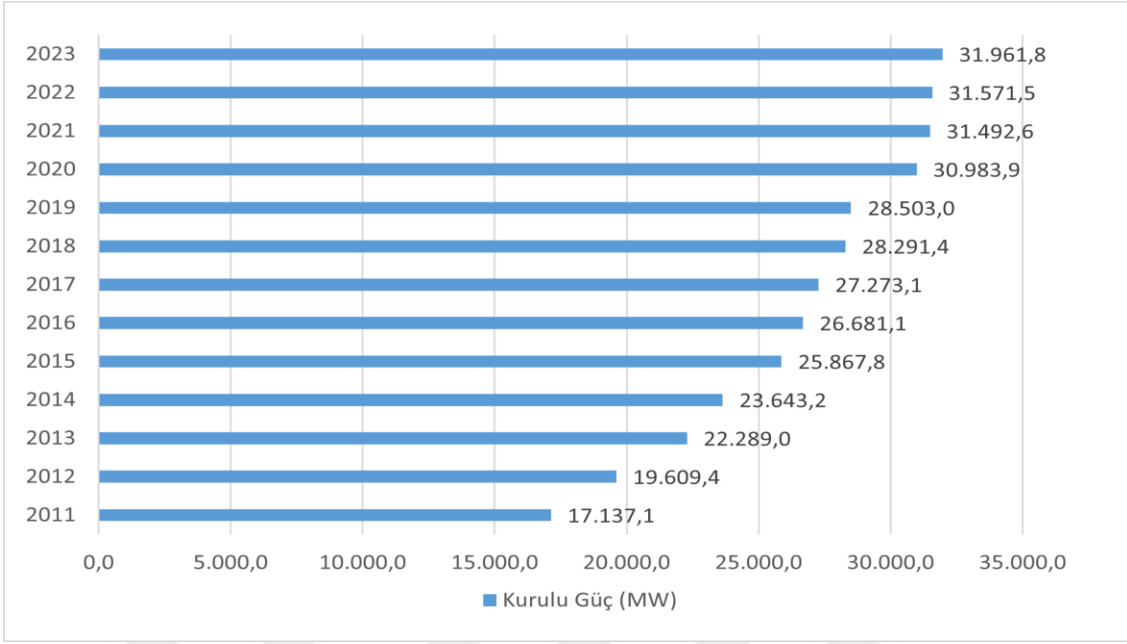
Şekil 10. Türkiye'nin Hidrolik Enerji Santralleri Potansiyel Haritası



**Kaynak:** Enerji Atlası, 2023.

Şekil 10'da görüldüğü gibi, ülkemizde hidrolik enerji olarak yüksek verim sağlayan bölgeler bulunmaktadır. 987 GWh yıllık üretim kapasitesiyle en çok elektrik üretilen santral Şırnak ilinde yer alan Cizre Barajı olmuştur. Sırasıyla Siirt ve Hakkari'deki barajlarda hidrolik enerji üretimine büyük katkı sağlayan bölgeler arasında yer almaktadır (Enerji Atlası, 2023).

**Şekil 11. Türkiye Hidrolik Kurulu Gücü (MW) (2011-2023)**



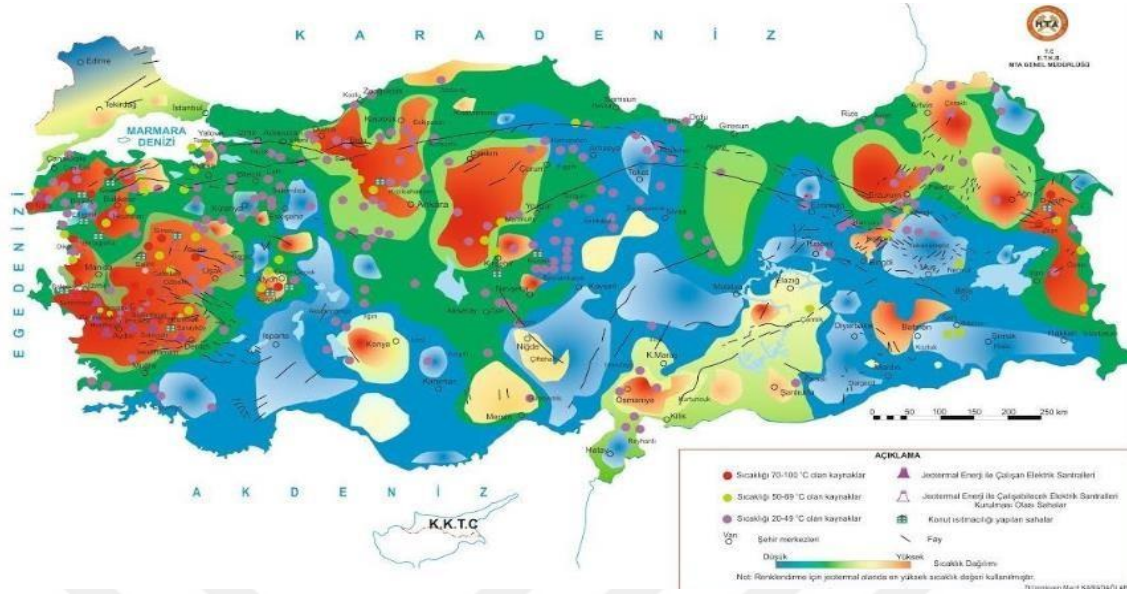
**Kaynak:** ETKB ve TEİAŞ'ın 2023 verileri kullanılarak tarafımda hazırlanmıştır.

Ülkemizin hidrolik enerji kurulu gücünün yıllar içindeki değişimleri Şekil 11'de görülmektedir. TEİAŞ'ın verilerine göre, Türkiye hidrolik kurulu gücü 2021 yılında 31.492,6 iken 2023 yılında 31.961,8 MW, 2021 yılında kurulu güce oranı ise %31,55 olmuştur. (TEİAŞ, 2023).

#### **2.3.4. Türkiye'de Jeotermal Enerji**

Ülkemizin jeolojik olarak fay hatları bakımından zengin bir coğrafi konuma sahip olması sebebiyle enerji verimliliğinde jeotermal, önemli bir kaynak haline gelmiştir. Yer kabuğundan yüzeye çıkan bu ısı ve basınçtan elde edilen enerji ülkemizde; elektrik üretiminde, bina veya tarım alanları gibi birçok yerin ısınmasında, kaplıca dediğimiz sıcak su kullanımında yani sağlık ve turizm alanlarında birçok katkı sunmaktadır. Ülkemiz jeotermal enerji potansiyeli olarak Avrupa'da birinci, Dünya'da dördüncü ülke olmuştur (ETKB, 2023).

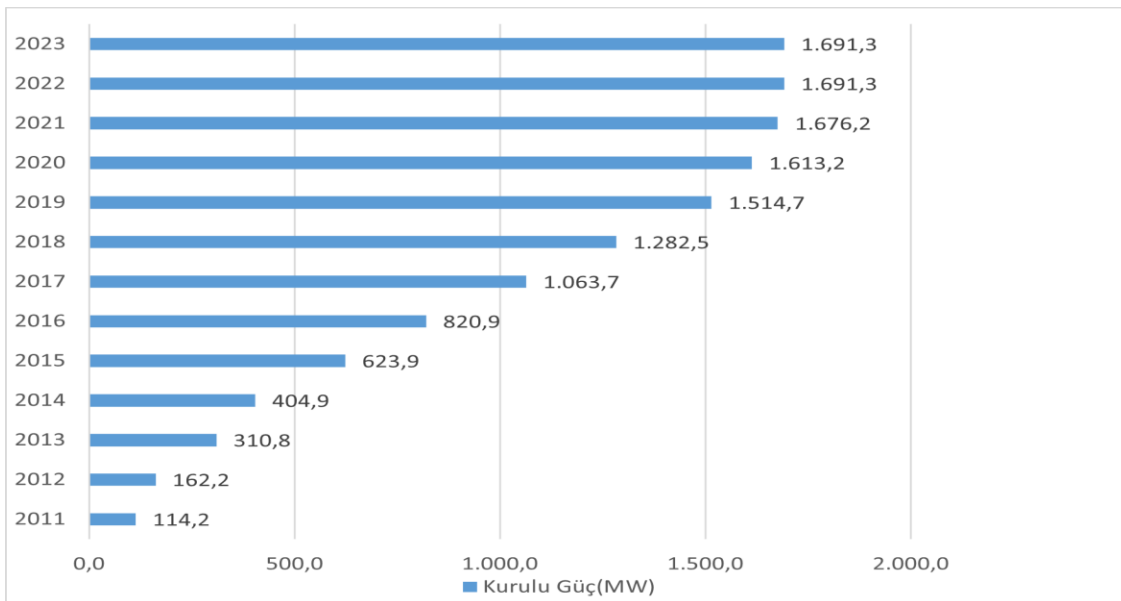
Şekil 12. Türkiye'nin Jeotermal Potansiyeli Görünümü



Kaynak: ETKB, 2023.

Şekil 12’de görüldüğü gibi ülkemizin jeotermal kaynağı bakımından en güçlü bölgesi Batı Anadolu bölgesidir. Ülkemizde bu kaynağın yüzde onluk kısmı elektrik üretimi için, kalan kısmı ise turizm ısınma gibi faaliyetlerde kullanılmaktadır. Türkiye’de 2008 yılında jeotermal kaynakların keşfedilmesi, kurulumu, maliyet çalışmalarının hızlanması için yürürlüğe giren kanunla jeotermal enerji kapasitesi artırılmıştır (ETKB, 2023). Ülkemizde 63 adet kayıtlı santral bulunmaktadır. En fazla kurulu güce sahip santraller Denizli ve Aydın illerinde yer almaktadır. Denizli ilinde 165 MW kurulu güce sahip Kızıldere 3 Jeotermal Enerji Santrali bulunmaktadır.

Şekil 13. Türkiye’de Jeotermal Enerji Kurulu Gücü (2011-2023)



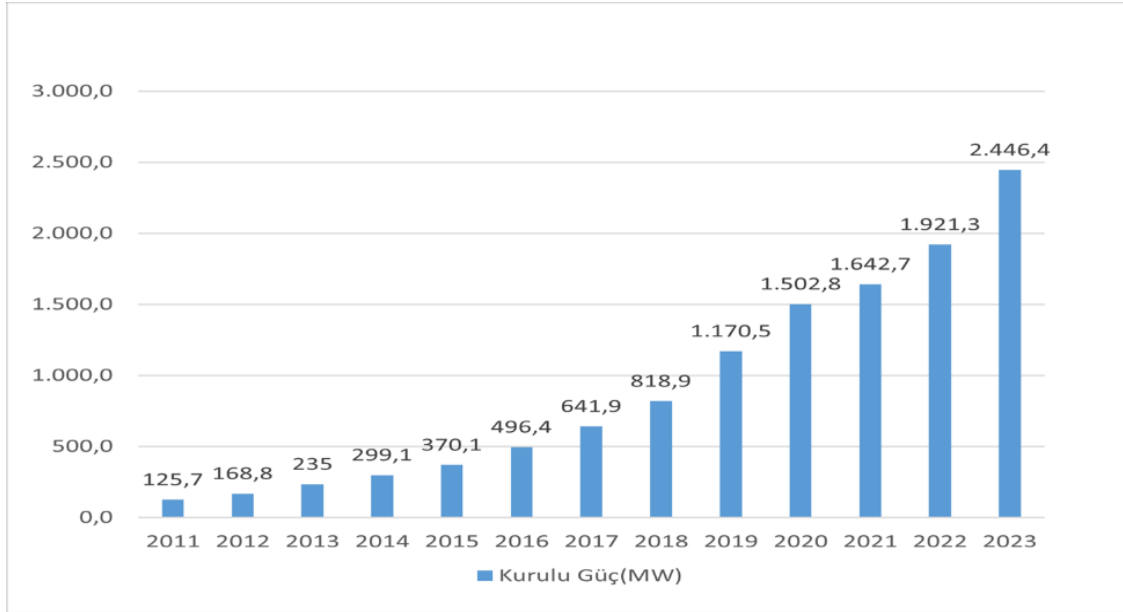
Kaynak: TEİAŞ’ın verileri kullanılarak tarafımca hazırlanmıştır.

Ülkemizin jeotermal kurulu güç miktarlarının yıllık değişimleri şekil 13'te görülmektedir. TEİAŞ'ın 2023 yılı verilerine göre; ülkemizin jeotermal enerji kurulu gücü 2021 yılında 1.676,2 iken 2023 yılında 1.691,3 MW olmuştur. Kurulu güce oranı %1,68 olan jeotermal enerji, her ne kadar ülkemizde kaynak bakımından öneme sahip olsa da kurulu gücüne göre diğer kaynaklar arasında en az etkiye sahiptir.

### 2.3.5. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi

Ülkemiz tarım ve hayvancılık faaliyetleri açısından zengin bir ülkedir. Dolayısıyla enerji üretiminde kullanılan hammadde ve atıklar düşünüldüğünde Türkiye biyokütle enerjisine kaynak sağlayabilecek bir konuma sahiptir.

Şekil 14. Türkiye'nin Biyokütle Enerjisi Kurulu Gücü (2011-2023)



**Kaynak:** TEİAŞ'ın verileri kullanılarak tarafımda hazırlanmıştır.

Şekil 14'te yer alan TEİAŞ'ın verilerine göre biyokütle enerjisi toplam kurulu gücü 2021 yılında 1.642,7 MW iken 2023 yılında 2.446,4 MW olmuştur (TEİAŞ, 2023). Kurulu gücü her yıl artsa da ülkemizde diğer yenilenebilir enerji türlerine nispeten kullanımı daha azdır. Biyokütlenin 2021 yılı kurulu güç oranı %2,05 olmuştur (TEİAŞ, 2023).

### 3. ÇEVRESEL ETKİ GÖSTERGESİ OLARAK KARBON EMİSYONU

Karbon emisyonları, karbon içeren fosil yakıtların yanması sonucunda atmosfere yayılan karbondioksit gazını ifade eder. Sera gazları olarak da değerlendirilen karbondioksit, su buharı nitrojen oksitler ve metan gazlarından oluşur. Bu gazlar kişisel ve kurumsal kullanımın bir sonucudur. Hava kirliliği, karbondioksit gazının havaya

salınması nedeniyle meydana gelir. Karbon emisyonundan kaynaklı hava kirliliği ilk zamanlarında dikkate alınmasa da günümüzde kirlilik düzeyinin korkutucu boyutlara ulaşması nedeniyle canlılar için kritik duruma gelmiştir. Özellikle son yıllarda atmosferdeki karbon emisyonu artışı küresel ısınma ve beraberinde iklim değişikliğini getirmiştir. Küresel ısınmanın ciddi oranda artmasıyla yeryüzündeki tüm canlıların yaşamı tehdit altında olup, canlı çeşitliliğinin de azalmasına sebebiyet vermektedir (Aslan, 2009: 1429).

Çevre sorunları, yaşamın ihtiyaçlarının karşılanmasını zorlaştıran sınırlamalarla ilgilidir. Dünya nüfusunun artması, yüksek enerji tüketimi, sanayileşme ve plansız şehirleşme gibi nedenlerden dolayı çevre kirliliği hızla artmakta ve bu da küresel ısınmaya neden olmaktadır (Karacaoğlu ve Çabuk, 2003: 190).

### 3.1. KARBON EMİSYONU KAVRAMI

Çeşitli sebeplerle (fosil yakıt kullanımı gibi) havaya salınan karbon çevresel bozulmaları da beraberinde getirmektedir. Karbon emisyonu sanayi devrimi ile artmaya başlayarak dünya genelinde her geçen gün artmakta olan nüfus yoğunluğuyla temel bir problem haline gelmiştir. Karbon salınımının artmasının yarattığı sonuçların başında küresel ısınma gelmektedir.

Üretim ve tüketim, nüfus artışıyla birlikte artmakta beraberinde daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Üretim süreçlerinde fosil yakıtların daha fazla kullanılması ile sera gazında artış, bu gazların atmosferde birikmesi sonucunda da atmosfere ciddi zararlar verilmesi ve küresel ısınmayla sonuçlanmaktadır (Merçan ve Karakaya 2013, 124).

Dünya üzerinde karbon emisyonunu arttıran faktörler;

- Ekonomik büyüme
- Enerji tüketimi,
- Azalan ormanlık alanlar,
- Nüfus artışı,

Karbon emisyonunu artıran pek çok unsur söz konusu olsa da bunlardan en yoğun etkinin artan nüfus, ekonomik faaliyetler, enerji tüketiminin yoğunluğu ve yeşil alanların azalması şeklinde sıralanabilir.

### **3.1.1. Ekonomik Büyüme**

Bir ülkede üretilen mal ve hizmet miktarı ekonomik büyümeyi temsil etmektedir. Bir ülkede büyümeden bahsedebilmek için uzun vadede üretim kapasitesindeki artışların gerçek olması gereklidir (Özgüven, 1988: 36).

Ülgener (1991)'e göre ekonomik büyüme, “iktisadi yaşamın temel verilerinde kişi başına bir yıldan öbürüne daha yüksek bir reel gelir sağlayacak şekilde devamlı artışlardır” olarak tanımlanmıştır.

Ekonomik büyümeden bahsedebilmek için kişi başına düşen hasıladaki artış devamlılık göstermelidir. Kişi başına düşen hasıladaki artış gözlemlenmiyor ise, ekonomik büyüme gerçekleşmeyeceği gibi, ekonomik durgunlukta ortaya çıkmaktadır. Ekonomik büyümeden söz edebilmek için, ülkenin mevcutta üretim hacminin ve kapasitesinin uzun süreli olarak artış göstermesi, hacminin süreklilik göstererek artması veya daha verimli kullanılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, ülkenin ekonomik açıdan arz durumu ile ekonomik büyüme belirlenmektedir (Kibritçioğlu, 1998).

Ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasındaki temel ilişki şu şekilde ifade edilebilir. Ekonomik büyüme çevresel bozulmaları genel olarak artırmaktadır. Ancak ülkelerin belirli bir gelir düzeyine ulaştıktan sonra çevreye daha duyarlı politikalar geliştirmeleri, kirletici faaliyetleri engelleyecek kısıtlamaların getirilmesi ile çevre kirliliği sorunları azalabilmektedir. Çevresel kirlilikle kişi başına düşen gelir arasında ters U şeklinde ilerleyen bir ilişki vardır. Kuznets hipotezi ülkelerde gelir düzeyi belirli bir eşige ulaşana kadar çevresel bozulmanın arttığı, yüksek gelir düzeyine ulaşıldığında ise bozulmanın azalma eğiliminde olduğu öne sürülmektedir.

### **3.1.2. Enerji Tüketimi**

Karbon emisyonu fosil yakıtların tüketimiyle ve tüketiminin artmasıyla birlikte ortaya çıkmaktadır. Bu artışın doğal düzeni bozan olumsuz etkileri bulunmaktadır. Kömür, petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen kaynakların kullanılması karbon emisyonunu artırmakta bunun sonucunda iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi ciddi problemler ortaya çıkmaktadır (Altıntaş, 2013: 265).

### **3.1.3. Ormansızlaştırma**

Yeşil alanlar ve ormanlar karbondioksit gazının emilimini sağlayıp onu oksijen olarak havaya geri verdiğinden, karbon emisyonunun azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla ormanlık alanların azalması, ağaçların ve özellikle de doğadaki

sera gazlarını eritmekte büyük öneme sahip olan bitkilerin azalması karbon emisyonunu arttırmaktadır. Sera gazının azaltılmasına büyük oranda katkı sağlayan yeşil alanları arttırmak yüksek oranda fayda sağlayacaktır (Karakaya ve Özçağ, 2003: 13).

Ağaçların karbonu tutma kapasitesi türüne ve yaşına bağlıdır. Yaptıkları fotosentez ile hem atmosferdeki karbon miktarını azaltır hem de kendi yaşamsal besin ihtiyacını karşılamış olurlar. Sonuç olarak bu eylem dünyanın geleceğini, küresel ısınmayı ve bütün canlıları doğrudan etkilediğinden, mevcut yeşil alanlara sahip çıkılmalı ve ağaçlandırma çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2023).

### **3.1.4. Nüfus Artışı**

Günümüzde yaklaşık 8 milyar olan dünya nüfusu gün geçtikçe artmakta, bununla birlikte üretim ve tüketime olan ihtiyaç artarak çevre üzerinde ciddi bir baskı oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun sürekli artması ile 2050 yılında 10,5 milyar olacağı tahmin edilmektedir. Bu artış dünya genelindeki tüketici sayılarını da arttırdığından, çevresel atık, su tüketimi, enerji kullanımı, ulaşım gibi konularda çevresel baskılar oluşturmaktadır. Dolayısıyla gelişmiş ülkelerde hammadde ve enerji kullanımından kaynaklı çevresel bozulmalar meydana getirecektir (Aksu, 2011: 10).

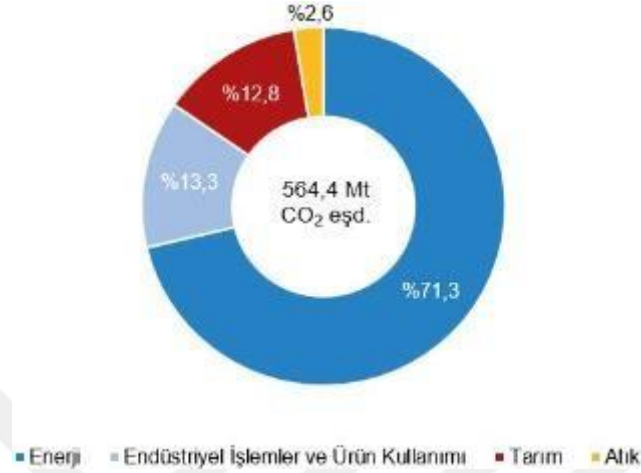
Sera gazı emisyonunda nüfus olarak kalabalıklaşmanın etkileri bulunmaktadır. Birinci etki; yüksek bir nüfus düzeyinin sektörlerde, özellikle enerji, taşımacılık ve endüstri sektörlerinde fazla enerji ihtiyacı meydana getirmesi, ikinci etki ise nüfustaki fazlalaşmanın şehirleşme gibi faaliyetleri arttırarak ormanları azaltma etkisi ile karbon emisyonunu artırmasıdır (Shi, 2001: 4). Shi (2001)'e göre nüfusta meydana gelen %1'lik artış, karbondioksit emisyonunda %1.28'lik bir artışa neden olmaktadır. Dolayısıyla nüfus artışı sera gazı salınımını arttıran faktörlerden biridir.

## **3.2. TÜRKİYE VE DÜNYANIN KARBON EMİSYONU GÖRÜNÜMÜ**

İklim değişikliğinin 1980'lerde kendini göstermesi ile çevre, enerji ve ekonomi kavramları birlikte değerlendirilmiştir. Bu kavramlar gün geçtikçe birbirinden ayrılamayan kavramlar haline gelmiştir. Bazı kuralları da beraberinde getiren iklim değişikliği; ekonomi, enerji, çevre gibi konularda birçok görüş, düşünce ve sınırlamalar oluşmuştur. Havaya salınan emisyon ve çevresel bozulmaları azaltmak, kontrol altında tutabilmek amacıyla, Rio de Janeiro ve Kyoto'da yapılan görüşmelerde, konu ile alakalı çeşitli kurallar ve düzenlemeler getirilmiştir. Enerji tüketiminden kaynaklı karbondioksit

salınımı ekonomik çıktının bir sonucu olarak gün geçtikçe artmaktadır. 1990 yılında Türkiye’de 220 milyon ton olan sera gazı salınım miktarı, 2021 yılında 564,4 milyon tona yükselmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu, 2023).

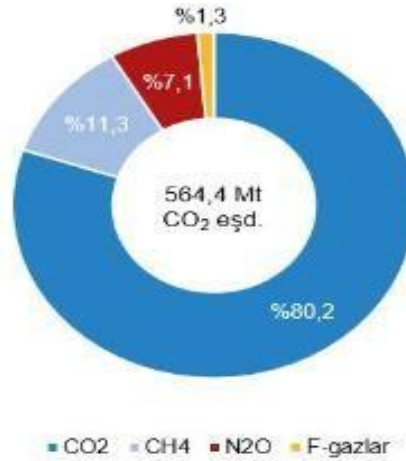
**Şekil 15.** Karbon Emisyon Miktarlarının Sektörel Yüzde Dağılımı, 2021.



**Kaynak:** Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2021 TÜİK, 2023.

Şekil 15’te Türkiye’deki CO<sub>2</sub> emisyonunun sektörel dağılımları yer almaktadır. Şekilden yola çıkılarak; 2021 yılında en fazla karbondioksit gazı salınımı yapan sektör %71,3 ile enerji sektörüdür. İkinci sırada %12,8 ile tarım sektörü yer alırken, %13,3 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, son olarak en küçük pay olan %2,6 ile atık sektörü olmuştur (TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 2023).

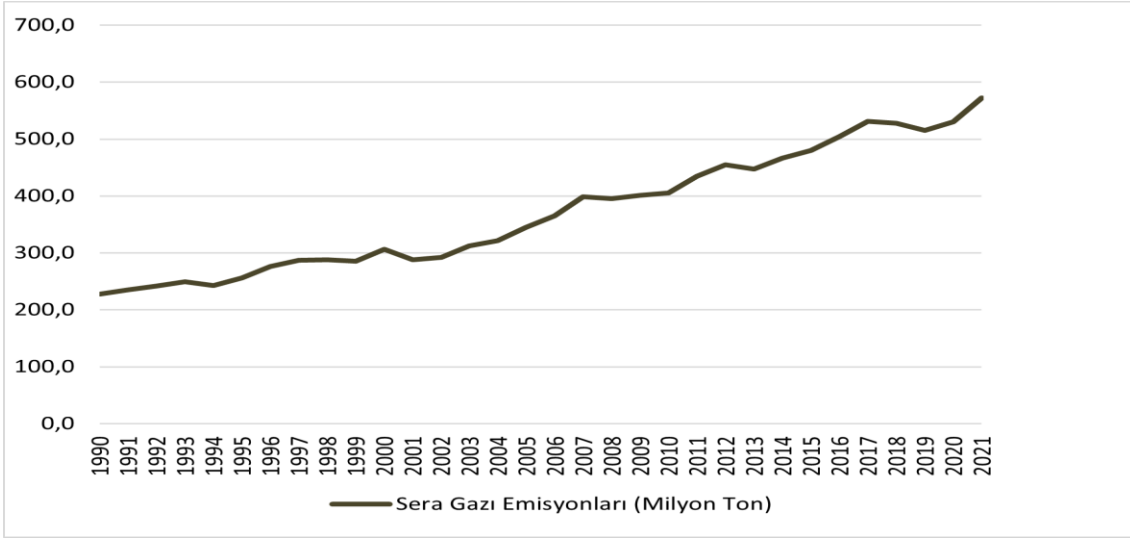
**Şekil 16.** Karbon Emisyon Miktarlarının Gazlara Göre Yüzde Dağılımı, 2021.



**Kaynak:** Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2021 TÜİK, 2023.

Şekil 16’da ülkemizde karbon salınım miktarlarının gazların çeşitliliğine göre dağılımları verilmiştir. Türkiye’de en fazla çevresel kirliliğe sebep olan gaz çeşidinin %80,2 değeri ile CO<sub>2</sub> gazı, en az salınımı yapan gaz türünün ise endüstriyel uygulamalarda kullanılan %1,3 oranı ile F-gazlar olduğu görülmektedir.

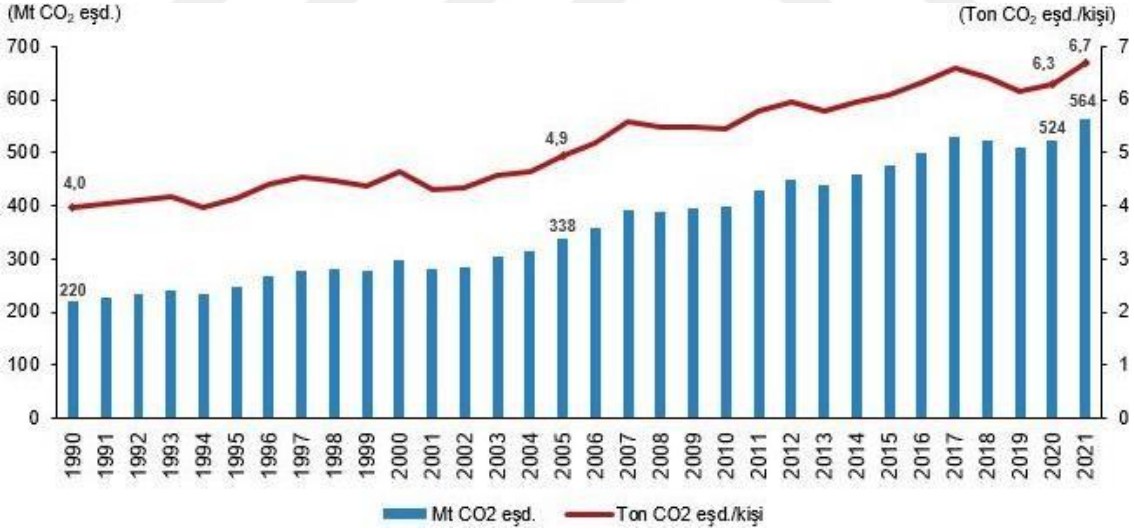
**Şekil 17.** Türkiye'nin Sera Gazı Emisyon Durumu (1990-2021)



**Kaynak:** TÜİK verileri kullanılarak tarafımda hazırlanmıştır.

Şekil 17’de Türkiye’nin 1990-2021 yılları arasında CO<sub>2</sub> salınım değerleri Milyon Ton eşdeğeri ile gösterilmiştir. Türkiye’nin sera gazı salınım miktarlarında azalma olmadığı gibi, yıllar içinde sürekli artış göstermiştir. 2021 yılında Türkiye’nin toplam sera gazı salınım miktarı 564,4 milyon tona ulaşmıştır.

**Şekil 18.** Sera gazı Emisyon İstatistikleri (1990-2021)



**Kaynak:** TÜİK, 2023.

TÜİK’in Sera Gazı Emisyon İstatistiklerinden yola çıkarak, şekil 18’de yer alan verilere göre, 2021 yılında bir önceki yılın verisine göre CO<sub>2</sub> emisyon değerinin 564 milyon ton olduğu tespit edilerek %7,6 civarında artış yaşanmıştır. CO<sub>2</sub> emisyon değeri 1990 yılında 220 milyon ton, 2020 yılında 524 milyon ton ve 2021 yılında 564 milyon tona ulaşmıştır. 1990 yılından bu yana karbon emisyonunda en fazla düşüş yaşanan yıllar 2017 yılından 2019 yılına geçiş sürecinde meydana gelmiştir (TÜİK, 2023).

**Tablo 3.** Sera Gazı Salımları, 1990 – 2021.

| Yıl  | Toplam | CO <sub>2</sub> | CH <sub>4</sub> | N <sub>2</sub> O | F-gazlar |
|------|--------|-----------------|-----------------|------------------|----------|
| 1990 | 228,0  | 154,1           | 51,3            | 22,2             | 0,4      |
| 1991 | 235,4  | 160,6           | 52,3            | 22,0             | 0,5      |
| 1992 | 241,8  | 166,7           | 52,2            | 22,4             | 0,5      |
| 1993 | 249,1  | 173,8           | 51,8            | 23,2             | 0,5      |
| 1994 | 242,8  | 170,1           | 51,3            | 20,9             | 0,4      |
| 1995 | 256,5  | 184,1           | 50,8            | 21,2             | 0,4      |
| 1996 | 275,9  | 202,5           | 51,1            | 21,8             | 0,4      |
| 1997 | 286,7  | 214,9           | 50,0            | 21,4             | 0,4      |
| 1998 | 288,1  | 215,0           | 50,2            | 22,5             | 0,4      |
| 1999 | 285,6  | 210,7           | 51,8            | 22,8             | 0,4      |
| 2000 | 306,4  | 232,4           | 51,5            | 22,0             | 0,5      |
| 2001 | 287,6  | 216,3           | 50,6            | 20,1             | 0,6      |
| 2002 | 292,5  | 223,7           | 47,9            | 20,1             | 0,8      |
| 2003 | 312,1  | 239,2           | 50,6            | 21,3             | 1,0      |
| 2004 | 321,7  | 247,2           | 51,2            | 22,1             | 1,2      |
| 2005 | 344,8  | 267,0           | 53,3            | 23,1             | 1,4      |
| 2006 | 365,2  | 284,6           | 54,7            | 24,2             | 1,6      |
| 2007 | 399,0  | 315,6           | 57,6            | 23,8             | 2,0      |
| 2008 | 394,9  | 311,7           | 58,5            | 22,6             | 2,1      |
| 2009 | 401,3  | 317,5           | 58,1            | 23,6             | 2,1      |
| 2010 | 405,3  | 317,6           | 60,1            | 24,4             | 3,2      |
| 2011 | 434,8  | 343,0           | 62,9            | 25,4             | 3,5      |
| 2012 | 455,2  | 357,4           | 67,1            | 26,4             | 4,2      |
| 2013 | 447,3  | 349,2           | 65,8            | 28,0             | 4,3      |
| 2014 | 466,4  | 365,7           | 67,7            | 28,2             | 4,8      |
| 2015 | 480,1  | 386,3           | 60,5            | 28,6             | 4,6      |
| 2016 | 504,1  | 404,6           | 64,1            | 30,5             | 4,8      |
| 2017 | 531,1  | 429,4           | 65,3            | 31,5             | 5,0      |
| 2018 | 528,1  | 422,1           | 69,6            | 31,6             | 4,8      |
| 2019 | 515,6  | 404,3           | 73,0            | 32,9             | 5,4      |
| 2020 | 530,2  | 414,4           | 73,5            | 36,1             | 6,2      |
| 2021 | 572,0  | 455,2           | 73,9            | 35,9             | 6,9      |

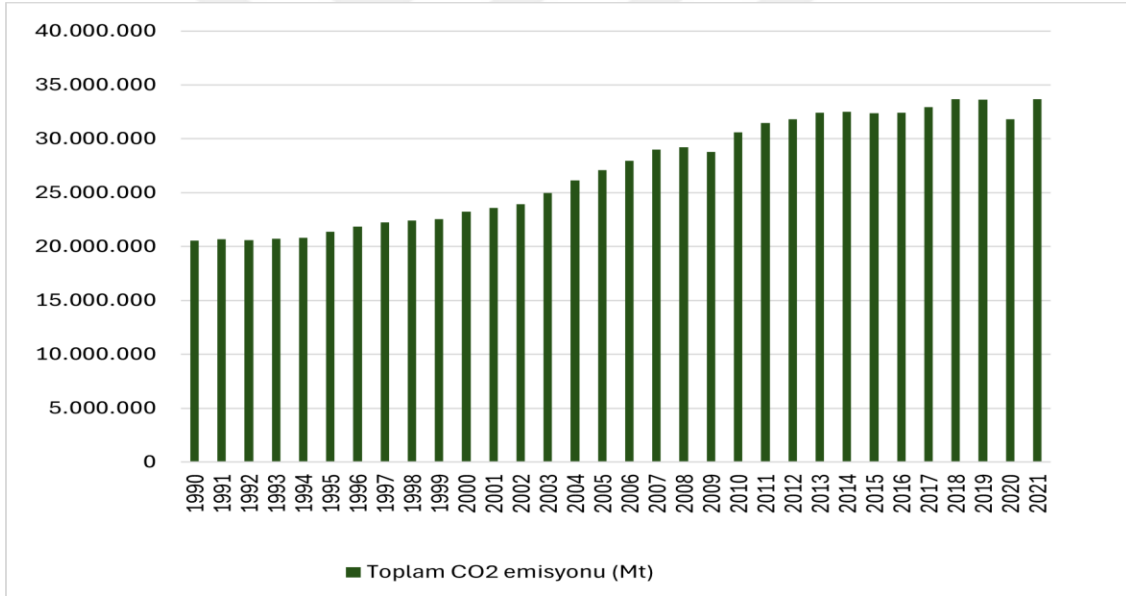
**Kaynak:** TÜİK verileri kullanılarak tarafımda hazırlanmıştır.

Tablo 3'te sera gazı emisyonuna neden olan gazların çeşitlerine göre 1990-2021 yılları arasındaki değişimleri yer almaktadır. Karbon gazından kaynaklanan emisyon miktarlarının diğer gaz çeşitlerine göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Sanayi devrimi ile ortaya çıkan endüstriyel üretim doğaya zarar verici etkileri bulunan gazların artmasından kaynaklı olarak dünya genelinde kötü sonuçlar meydana getirmiştir. Küresel ısınma gibi çıkan kötü sonuçlar, tüm dünyada etkilerini hissettirmiştir (Bruvoll ve Medin, 2003: 28).

Diğer bölgelere kıyasla endüstriyel anlamda öncül bölgelerde meydana gelen çevre kirliliği sebebiyle, 70'li yıllarda çevresel hareketlilikler önem kazanmaya başlamıştır. Bunun sonucunda ilk adım olarak 1972 yılında Birleşmiş Milletler İnsani Çevre Konferansı düzenlenmesi bu problemi uluslararası boyutlara taşımıştır (Bozlağan, 2005: 1015).

**Şekil 19.** Dünya CO<sub>2</sub> Emisyonları (1990-2021)



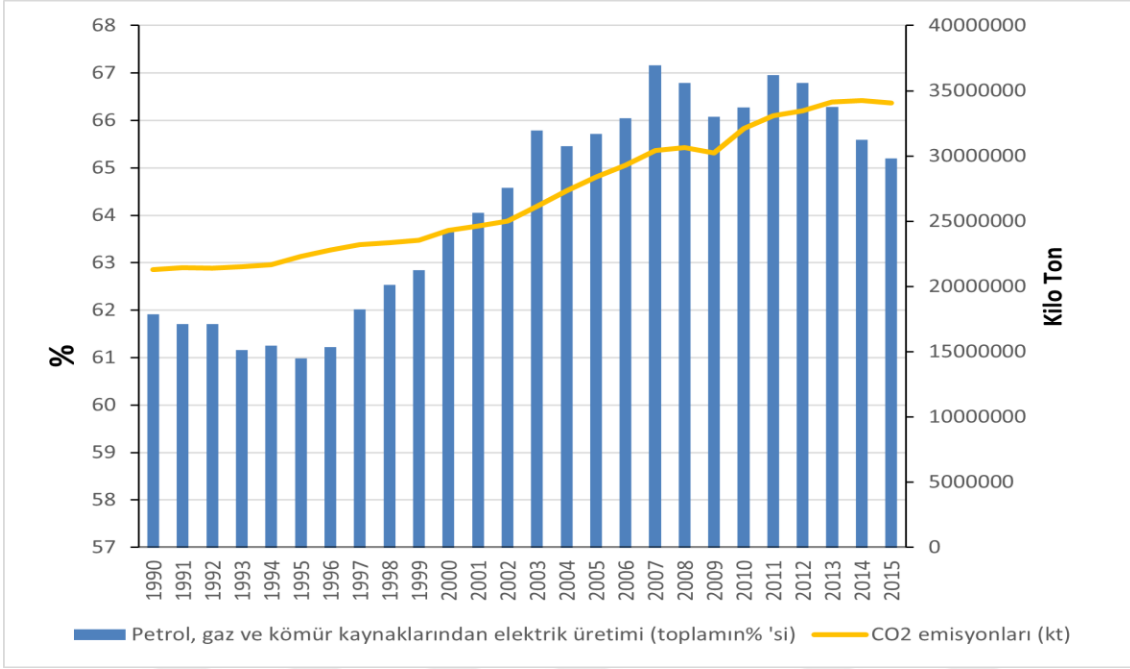
**Kaynak:** Uluslararası Enerji Ajansı'ndan alınan veriler ile tarafınca hazırlanmıştır.

Dünya'nın 1990-2021 yılları arası yakıt yanmasından kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyon değerleri (Mt) Şekil 19'da gösterilmiştir. 2020 yılında dünya emisyon miktarı 30.000,00 milyon tona yaklaşarak diğer yıllara kıyasla azalma eğilimi gösterirken, 2021 yılında artış göstererek 33.674,00 Mt olmuştur. 2020 yılındaki azalmanın pandemi sürecinden kaynaklandığı ifade edilebilir.

Keleş ve Bilgen (2012) tarafından yapılan çalışmalara göre gerekli tedbirler alınmadığı sürece iklim değişikliği ve küresel ısınmanın dünya genelinde her geçen gün artacağı, deniz seviyelerinde bir metre gibi bir yükselmenin 2040 yılına kadar

yaşanabileceği, bu yükselmenin de çok fazla şehrin sular altında kalma tehlikesi yaşayabileceği yönünde görüşler ortaya konulmuştur. Bu durumda dünyanın en büyük ve en önemli şehirlerinin sular altında kalabileceği şeklindeki görüşlerin yaygınlık kazandığı görülmektedir.

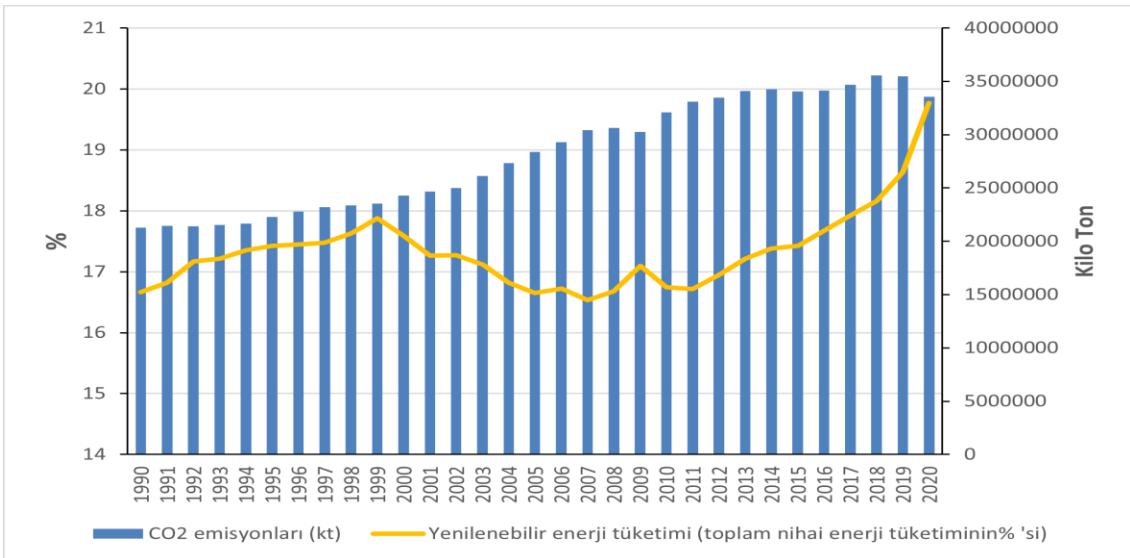
**Şekil 20.** Dünya Fosil Kaynaklı Elektrik Üretimi ve CO<sub>2</sub> Değerleri (1990-2015)



**Kaynak:** Dünya Bankası verileri kullanılarak tarafımca hazırlanmıştır.

Şekil 20’de görüldüğü gibi, Dünyada fosil kaynaklardan elektrik üretiminin az olduğu yıllarda CO<sub>2</sub> emisyonları düşük seviyelerdedir. Fosil yakıt üretiminin artış gösterdiği dönemlerde ise karbon salınımının arttığı görülmektedir.

**Şekil 21.** Dünya Yenilenebilir Enerji Elektrik Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Emisyon Değerleri (1990-2015)



**Kaynak:** Dünya Bankası verileri kullanılarak tarafımca hazırlanmıştır.

Şekil 21’de 1990-2020 yılları arasında dünyanın yenilenebilir enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyon değerleri görülmektedir. Şekil 21’e göre yenilenebilir enerji tüketiminin azaldığı yıllarda karbon emisyonu artmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketiminin arttığı 2019 ve 2020 yıllarında ise CO<sub>2</sub> emisyon değerlerinde azalma olduğu görülmektedir.

#### **4. ÇEVRENİN KORUNMASINA YÖNELİK ULUSLARARASI EYLEMLER**

Bütün dünyada uzun dönemlerde gözlemlenen ve yaşanan olaylar iklim olarak adlandırılmaktadır. Bunun yanı sıra atmosferde yaşanan değişimler de iklim sonuçları olarak değerlendirilmektedir. Atmosferde meydana gelen normal dışı sıcaklıklar, mevsimsel durum dışı gelişen eylemler de iklim değişikliği olarak adlandırılmaktadır (Arıkan ve Özsoy, 2008, s.13).

Dünya genelini etkileyen iklim değişikliği krizi için ilk adımlar 1970’li yıllarda atılmaya başlanılmıştır. 1972 yılında İsveç’te yapılan konferans ile çevre sorunları tartışılmış, gelişmiş olan ülkeler bütün kirlilik kaynağının gelişmemiş ülkeler olduğunu savunmuştur (Turan ve Güler, 2013).

Çevresel problemlerin devam etmesi ile 1992 yılında Rio Zirvesi yapılmış karbon gazı salınımları azalması adına uluslararası toplantılar düzenlenmiştir (Özel, 2006).

##### **4.1. KYOTO PROTOKOLÜ**

Dünyada oluşan iklim değişikliği ve küresel ısınma problemlerine istinaden Kyoto Protokolü 1997 yılında imzalanmıştır. İklim değişikliği, “uzun yıllar boyunca mevsimlerin ortalama durumunda ya da değişkenliğinde devam etmekte olan istatistiksel değişimler” şeklinde tanımlanabilir. Küresel ısınma ise, “özellikle sanayi devriminden itibaren, fosil yakıtların yanması, yeşil alanların azalması, tarımla ilgili faaliyetler gibi çeşitli antropojenik etkinlikler ile atmosfere salınan sera gazlarının birikmesi, devamındaki süreçte sera etkisinin artması sonucu atmosferin alt katmanları ve yer küredeki istenmeyen sıcaklık artışı” olarak tanımlanabilir (Üstün, Apaydın, Kurban, 2009: 23). Kyoto Protokolü’nün 2. Maddesinin 1 bendine göre; “dünyadaki ekonominin birçok sektörde enerji verimliliğinin çoğaltılması, Montreal Protokolünde, unutulmuş karbon gazlarının haznelerinin çoğaltılması, yeşil alanların sürdürülebilirliği kapsamında yeşillendirme projelerinin yapılması, karbon emisyonunu gideren modern ve yenilikçi teknolojilerin desteklenmesi” gibi konular yer almaktadır (Yapraklı, S. ve Yurttaçıkırmaz,2012: 195).

Karakaya ve Özçağ (2001:1)'ın belirttiği üzere sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik uluslararası adımlarından ilki 1992 yılında Rio Konferansı sonucunda imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi'dir. Bu sözleşme, karbon salınımlarının azalmasına ilişkin kabul eden ülkelerin uygulaması gereken kuralları içermektedir (Aksu, 2011:16). Yapılan sözleşmede yer alan şart ve koşulların uygulanıp uygulanmadığının tespiti için ise her yıl sözleşme taraflarının katılması gereken konferanslar düzenlenmiştir (Karakaya ve Özçağ, 2001:3).

Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere gibi sanayi alanında en iyi konumda olan ülkeler; sözleşmedeki maddelerin bağlayıcılığı sebebiyle katılım göstermemişlerdir. Üçüncüsü gerçekleştirilen konferansın sonucunda 11 Aralık 1997'de Kyoto'da yapılan toplantı ile dünya genelinde meydana gelen karbon salınımlarının azaltılması için kararlar bulunan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesine ilaveten "Kyoto Protokolü" imzalanmıştır (Bayrak, 2012: 269). Kyoto protokolü ile gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler ayrılarak, gelişmiş ülkeler için bağlayıcı vaatlerde bulunma zorunluluğu getirilmiştir (Belis, Joffe, Kerremans ve Qi, 2015: 210).

Rio antlaşmasında gelişmiş ülkeler arasında değerlendirilen Türkiye geliştirmekte olan ülkelere destek konusunda yetersiz kalabileceğinden, sözleşmeyi imzalamamıştır. Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılması 2008 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile olmuştur. Ülkemiz Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Sözleşmesi'ne yasal taraf olarak 189. Taraf ülke olmuştur. Uzun bir süre Kyoto Protokolü'nü imzalamayacağını açıklayan Türkiye 2008 yılında sözleşmeyi imzalamıştır. Ülkemiz, %72,6'lık artış oranıyla Birleşmiş Milletler raporlarının sera gazı emisyonları listesinde ilk sıralardadır. Fakat emisyonu çok yüksek olan birçok ülke olduğundan dolayı Türkiye'de karbon salınımı çok düşük rakamlardadır (Yapraklı ve Yurttaçıkırmaz, 2012:195).

Kyoto Protokolünde iki liste bulunmaktadır: Bunlar Ek A ve Ek B'dir. Ek A, altı sera gazını ve bunların emisyonlarından sorumlu ana ve alt sektörleri listelemektedir. Kyoto Protokolü'nde ülkelerin salım azaltımı için daha düşük maliyetleri içeren esneklik mekanizmaları bulunmaktadır. Protokolde tanımlanan esneklik mekanizmaları;

- Ortak Uygulama: Bu mekanizmada Ek-A ülkelerinin ilgili koşulları yerine getirmesi gereklidir. İnsanlı sera gazı emisyonlarının düşürülmesi ve bu gazların yutaklar vasıtasıyla uzaklaştırılmasını hedeflemektedir. Bu mekanizma Protokolün 6. Maddesi ile düzenlenmiştir (Doğan, 2018).

- Temiz Kalkınma Mekanizması: Ortak uygulama mekanizmasına benzer şekilde fakat Ek-A dışındaki ülkelerin sera gazı azaltımını hedefleyen bir mekanizmadır. Kyoto Protokolü'nün 12. Maddesi ile düzenlenmiştir (Doğan, 2018).

- Salım Ticareti: Bu mekanizmaya göre Ek-A'da yer alan bir ülke, Ek-B'deki emisyon azaltım miktarının bir kısmının ticaretini yapabilir (Doğan, 2018).

#### 4.2. PARİS İKLİM ANLAŞMASI

Uzun dönemde amacı küresel sıcaklıktaki artışı eskisine oranla 2 santigrat derece altında tutmak olan Paris Anlaşması'nın hedefi yenilenemeyen kaynakların kullanımını azaltarak, dönüştürülebilen ve yenilenebilen kaynakların kullanımını sağlamaktır. Anlaşma 175 ülke temsilcisi ile imzalanmıştır.

Küresel ısınma ile mücadele kapsamında imzalanan Kyoto Protokolünün 2020 yılında sona erecek olması nedeniyle, 2015 yılında Paris'te yapılan konferansta 2020 yılından sonra geçerli olacak olan Paris Anlaşması yürürlüğe girmiş ve Kyoto'daki maddeler güncellenerek buraya dahil edilmiştir (Yanardağ ve Bozkurt, 2017:76; Kızılcım, 2015).

Ülkemiz, Kyoto Protokolünde sera gazı azaltımı hedefinde bulunmayıp, 2015'te Paris Anlaşmasına katıldığını bildirerek emisyon azaltma hedeflerini bildirmiştir. Anlaşma'nın başlıca hedefi ise 10 santigrat dereceye ulaşan küresel ısınmaların 2 santigrat derecenin altına hatta 1,5 santigrat derece seviyelerinde muhafaza etme kararı alınmıştır. Yapılan sözleşmede hukuki açıdan bağlılık bulunmamaktadır (Karakaya, 2016: 3).

İklim değişikliğini kontrol altında tutabilmek adına yapılan çalışmalarda gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkeler için 2020 yılına kadar finansal destekler vermesi de sözleşmeye ait önem arz eden kararlardandır. Bu doğrultuda Paris Anlaşması küresel ısınmanın ülke ayrımı yapmadan tüm dünyanın sorunu olduğunu ve belirlenen emisyon hedefi doğrultusunda yaptırımlar olmadan, ortak bilinçlerle ve niyetlerle hareket edilmesine dikkat çekmiştir.

#### 4.3. AVRUPA YEŞİL MUTABAKATI

Avrupa Komisyonu tarafından 2019 yılında açıklanan bu anlaşmanın amacı dünya genelinde sera gazı emisyonlarını ilk etapta 2030 yılına kadar %55, 2050 yılına kadar ise sıfır emisyon derecesine getirmeyi hedeflemiştir (European Commission, 2023).

Açıklanan bu anlaşma, her eylem alanında yenilenebilir, temiz ve yeşil hareketlilikleri benimsemiştir.

Anlaşmanın temelinde; AB'yi kaynak kullanımı açısından ayrıştırarak, daha verimli temiz kaynak kullanımı ile ekonomik rekabeti ortaya çıkarmaktır (European Commission, 2023). Eylem planlarına ulaşmak için çeşitli alanlarda kararlar alınmıştır. Yeşil enerjinin endüstri, tarım, ulaşım gibi hemen hemen birçok sektör alanına yayılmasını sağlayacak politikalar geliştiren AB, bu sürdürülebilir eylemlerin uygulanması için teşviklerde bulunmuştur (European Commission, 2023).

Sera gazı emisyonları için yapılan birçok çalışmadan daha kapsamlı olması sebebi ile Avrupa Yeşil Mutabakatı önem taşımaktadır. Hedeflerin birçok sektörü ve eylemi kapsamı sebebiyle de uygulanması zor olacağı gözlemlenmektedir fakat sıfır emisyon hedefi için daha fazla alanda çalışmalar yapılması gerektiği de anlaşılmaktadır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### EKONOMİK FAKTÖRLER VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Çalışmanın bu bölümünde ekonomik faktörler ve çevre ilişkisi, ekonomik büyüme, finansal gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar gibi ekonomik unsurların tanımları yapılarak, Türkiye özelindeki göstergeler paylaşılmıştır.

#### 1. EKONOMİK BÜYÜME VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Ekonomik kalkınmanın belirleyicileri; ekonomik faktörler, siyasal ve yönetsel faktörler, hukuksal ve kurumsal faktörler, sosyo-kültürel faktörler şeklinde sıralanabilir. Bunların en önemlilerinden bir tanesi şüphesiz ekonomik faktörlerdir. Genel anlamda ülkelerin kalkınma sürecinde önemi büyük olan ekonomik faktörler, tek başına değil kendisine bağlı olarak diğer faktörlerin de gelişme göstermesine neden olabilmektedir (Şaşmaz & Yayla, 2018: 252)

Belirli bir zaman dilimi içerisinde bir ülkedeki nihai mal ve hizmet miktarında meydana gelen artış, ekonomik büyümedeki artışa işaret etmektedir. Bu artışın kişi ve ülkeler açısından güç ve gelir düzeyinde gözlemlenebilen (nüfus, sermaye, tasarruf ve milli gelir gibi) çeşitli göstergeleri ifade ettiği bilinmektedir. Bir ülkede büyümeden söz edebilmek için üretim kapasitesindeki uzun dönemli artışların nominal olmayıp, reel olması gerekmektedir (Özguven, A. 1988).

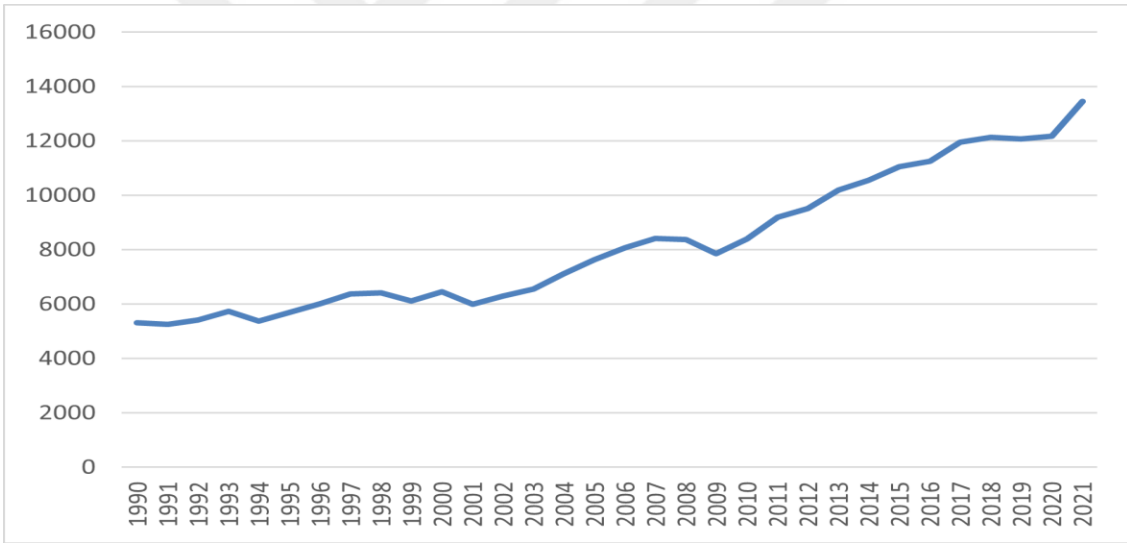
Ülgener (1991)'e göre ise ekonomik büyüme; “iktisadi hayatın temel verilerinde (işgücü, tabii kaynaklar, teçhizat) fert başına bir yıldan öbürüne daha yüksek bir reel gelir sağlayacak şekilde devamlı artışlardır” olarak tanımlanmıştır.

Ekonomik büyüme, ülkedeki Gayri Safi Milli Hasıla (ülke içinde üretilen tüm mal ve hizmetlere, ülke dışındaki vatandaşların da yaptığı üretimin eklenmesi sonucunda bulunan parasal değer) artışı olarak tanımlanmaktadır (Erdoğan, 2013: 6). Ekonomik kalkınma ise ekonomik büyümeden daha geniş kapsamlı bir kavramdır. Genel olarak ekonomi teorisyenleri ekonomik kalkınmayı, ekonomik ve toplumsal, nicel ve özellikle nitel değişiklikler üreten bir süreç olarak düşünmektedirler. Ekonomik büyüme ise sınırlı bir anlamda kişi başı milli gelir artışı olup, bu süreçteki analizleri, özellikle de nicel olarak analiz etmeyi içerir; bunlar arasındaki işlevsel ilişkilere odaklanmaktadır (Haller, 2012: 66).

Toplumun ekonomik refahının artması için milli gelir artışının yanı sıra gelir bölüşümündeki farklılıkların giderilmesi, temel ihtiyaç maddelerinin üretimine gereken ağırlık verilmesi, ekonomik faaliyetlerin bölgesel dağılımında eşitliğin gözetilmesi gerekmektedir. Başka bir ifadeyle ekonomik kalkınma, milli gelirin yükselmesinin yanında artan refahın geniş bir tabana yayılmasını içerir (Görgün, 2012: 55).

Genel olarak ekonomik büyümeden söz edebilmek için kişi başına düşen hasıladaki artışın süreklilik göstermesi gerekmektedir. Artışı gerçekleşmeyen bir hasıla sonucu ekonomik durgunluk ve ekonomik büyüme gerçekleşmeyecektir. Ekonomik büyüme uzun dönemli dinamik bir olgu olması sebebiyle ülkenin sahip olduğu üretim kapasitesinin genişlemesi veya daha verimli kullanılması ile ortaya çıkabilecektir. Bu nedenle de ekonomik büyüme makroekonomik açıdan ülkenin arz cephesi tarafından belirlenmektedir (Kibritçioğlu, 1998).

**Şekil 22.** Türkiye’de Kişi Başına GSYH (sabit 2015 ABD doları) (1990-2021)



**Kaynak:** Dünya Bankası'nın verileri kullanılarak tarafınca hazırlanmıştır.

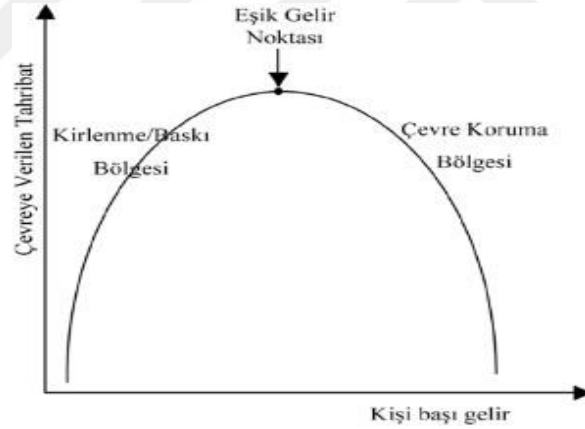
Şekil 22’de Türkiye’nin 1990-2021 yılları içinde kişi başına GSYH verileri görülmektedir. Ülke üretiminin toplamının nüfusa bölünmesi ile elde edilen GSYH verisi, ekonomik büyümeyi temsil eden bir göstergedir. Şekil 22’den hareketle 2000 yıllarına kadar ufak değişimler ile seyreden ekonomik büyüme, ülkemizde 2009-2010 yıllarından sonra pozitif yönlü büyüme göstermiştir. 1994, 2001, 2008 yıllarında yaşanan ekonomik krizler şekilde negatif etkilere sebep olurken, 2019 ve 2020 döneminde Covid-19’un olumsuz etkileri yine ekonomik büyümeyi negatif yönde etkilemiştir.

Çevre üzerine her ne kadar ulusal ve uluslararası çalışmalar yapılırsa da çevresel sorunlardaki artış ile özellikle kalkınma iktisatçıları, ekonomilerdeki üretimin sürekliliği

konusunda endişelenmeye başlamışlardır. Başka bir deyişle, kalkınma iktisatçıları doğal kaynakların azlığı nedeniyle ekonomik durumdan endişe duymuşlardır. Bu görüşe göre doğal kaynakların azlığı ekonomilerde mevcut ve artan üretimi riske atabileceğinden ekonomistlerin ve çevrecilerin çıkarları karşı karşıya gelebilir. Bu çatışma ise 1990 yılı ve sonrasında Kuznets Eğrisini yeni bir varoluşa büründürmüş ve kalkınma iktisatçılarının ampirik araştırmalarından birisi olan Çevresel Kuznets Eğrisini (ÇKE) doğurmuştur (Grossman ve Krueger, 1991).

Çevresel Kuznets eğrisi hipotezine göre, ekonomik büyümenin ilk adımlarında artış gösteren çevresel bozulmalar, belli bir ekonomik büyüme aşamasına gelindiğinde bu süreç tersine çevrilir. Yani, ekonomik büyümenin artmasıyla birlikte çevresel bozulma azalacaktır. Gelir ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi gösteren grafik, çoğunlukla ters çevrilmiş U şeklinde görünmektedir. Gelir ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi gösteren bu eğrinin Kuznets eğrisine benzerliği nedeniyle Çevresel Kuznets Eğrisi olarak adlandırılmıştır (He ve Richard, 2010).

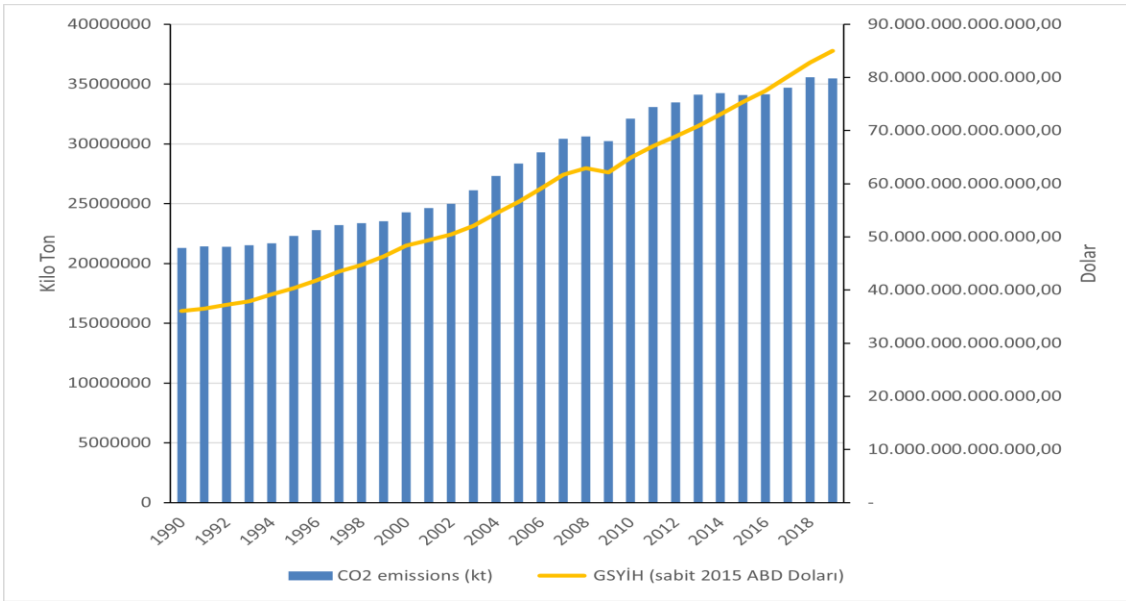
**Şekil 23.** Çevresel Kuznets Eğrisi



**Kaynak:** Samuel ve Strezov, 2019.

Şekil 23'te Kuznets eğrisinin ters U şeklinde seyretmesine neden olan etmenleri, Grossman ve Krueger (1991) ‘ölçek etkisi, kombinasyon etkisi ve teknoloji etkisidir’ olarak değerlendirmiştir. Kirliliğin arttığı aşamayı ölçek etkisi; kompozisyon etkisi ve teknik etkisi kirliliğin azalma aşamasını temsil eder (Saatçi ve Dumrul, 2011). Ekonomik büyümede doğal kaynakların tüketimi ve üretim ölçeğini arttırmakla beraber ölçek etkileri çevresel bozulmaları artıracaktır (Akbostancı, Türüt-Aşık, Tunç, 2009). Teknik etkiler, daha eski teknolojiler yerine temiz ve çevre dostu teknolojilerin kullanılması daha sonraki bir büyüme aşamasında teknolojik gelişme yoluyla çevre kirliliğini azaltacaktır (Grossman ve Krueger, 1991).

**Şekil 24.** GSYH (sabit 2015 ABD doları) ve CO<sub>2</sub> Değerleri (1990-2018)



**Kaynak:** Dünya Bankası'nın verileri kullanılarak tarafımda hazırlanmıştır.

Şekil 24'te Dünya toplam gelir artışı ve karbon salınım miktarları görülmektedir. Şekilden hareketle; özellikle son yıllarda ekonomik büyümede meydana gelen artışlarla birlikte karbon salınımının da arttığı gözlemlenmektedir.

## 2. FİNANSAL GELİŞME VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Ekonomik liberalleşme politikalarının 1980 sonrasında finansal boyutta da uygulanmaya başlanması finansal gelişme kavramını ön plana çıkarmaktadır (Öcal vd., 1997, s. 20). Finansal gelişme, finansal sistemin yapı itibarıyla değişimini ve finansal sistemin büyüklüğünü ifade etmektedir. Başka bir deyişle finansal gelişme finans piyasalarındaki değişim sürecinde yatırımcıların tasarruflarını yatırıma dönüştüren bir yol olduğu söylenebilmektedir (Mercan ve Peker, 2013, s. 94).

Ülkedeki finans piyasalarında kullanılmakta olan araçların çeşitlenerek daha yaygın hale gelmesi finansal gelişme olarak adlandırılmaktadır. Kısaca ifade edilecek olursa, finansal gelişme finans piyasalarının gelişmişliğidir. Finansal piyasaların gelişmişlik düzeyleri tasarrufları harekete geçirebilme oranıyla ölçülmektedir. Günümüzde bir ülkenin ekonomik büyümesini arttırabilmesinde finansal deregülasyon ve finansal derinleşme (fonların reel kesime aktarım oranı) büyük öneme sahiptir (Erim ve Türk, 2005: 23).

Ekonomik gelişme ile finans piyasalarının gelişmişliği arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. Çünkü ekonomide bazı sektörlerde tasarruf sahipleri, bazı sektörlerde ise

yatırım yapmak için kaynağa ihtiyaç duyan yatırımcılar bulunmakta ve sermaye piyasası kurumları aracılığı ile bu iki kesim karşı karşıya getirilmektedir. Böylece kaynakların kullanımı sonucunda ekonomik büyüme desteklenmiş olmaktadır (Aktaş, 2006: 48).

### **3. DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR VE ÇEVRE İLİŞKİSİ**

Yabancı sektör yatırımları portföy yatırımları ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Ülkeler açısından daha avantajlı olan doğrudan yabancı sermaye yatırımlarını diğer yatırım türlerinden ayıran temel fark kalıcı çıkar sağlamasıdır (Kaynak, 2011: 438). Ülkelerin ekonomik olarak gelişebilmelerinde önemli olan doğrudan yabancı sermaye yatırımları, tasarruf oranının düşüklüğü ve yatırımların az olması nedeniyle gelişmekte olan ülkeler açısından önem taşımaktadır. Doğrudan yabancı sermaye yatırımları kişi ve kuruluşların yatırılabilir kaynaklarını (portföy yatırımları dışında) başka ülkeye taşımalarını ifade etmektedir (Bedestenci & Kara, 2008: 302). Dünya genelinde 1980'li yıllarda başlayan serbestleşme hareketleri hem ülke içinde kısıtlamaların azaltılması yoluyla hem de ülkeler arasındaki sermaye hareketlerinin önündeki engellerin kaldırılması yoluyla uygulanmıştır. Böylece serbestleşme faaliyetleri ülkeler arası mal ve hizmet ticaretinin artmasının yanında yabancı sermayenin de bir ülkeden diğerine hızlı bir şekilde kaymasına sebep olmuştur (Erçakar & Güvenoğlu, 2018, s. 350).

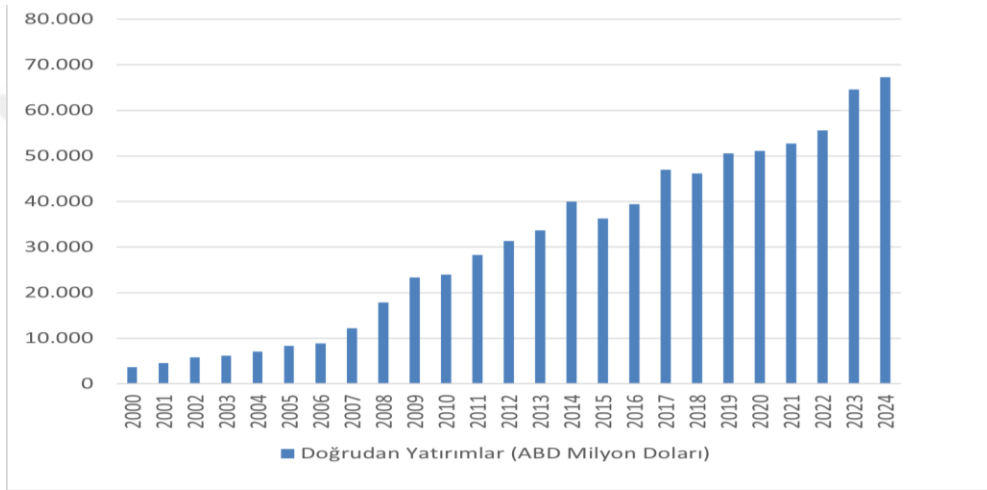
Küreselleşme neticesinde gelişmiş ülkeler sahip oldukları fonlardan daha yüksek getiri arama hedefiyle getirinin daha yüksek olduğu ülkelere para/sermaye piyasalarında ve mal/hizmet piyasalarında yatırımlar yapmaya başlamıştır. Ülkelerin bu hedefle dışarıya açılmasıyla birlikte gelişmekte olan ülke piyasalarındaki yatırım imkanlarının, iş fırsatlarının ve getiri olanaklarının farkına varılmıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler ekonomik büyümeyi sürdürülebilir bir hale getirmek için doğrudan yabancı yatırımları çekmeye başlamışlardır. Öte yandan yabancı yatırımlar da ucuz iş gücü, doğal kaynaklardan faydalanma ve yeni pazarlarda pay alma amacıyla gelişmekte olan ülkelere akmaya başlamıştır (Paul & Jadhav, 2020, s. 247).

Doğrudan yabancı yatırımların çevre üzerindeki etkileri kirlilik sığınağı ve kirlilik hale hipotezi şeklinde iki temel hipotez olarak ele alınmaktadır (Zugravu ve Soilita, 2017: 294-295). Kirlilik sığınağı hipotezinde, çevresel düzenlemelerin yetersiz olduğu ülke ve bölgelerde daha düşük maliyetlerle üretim amacıyla yapılan yatırımların, çevre üzerinde olumsuz etkileri olduğu ve çevresel kirlilikleri arttırdığı savunulmaktadır. Dolayısıyla

Kirlilik Sığmağı Hipotezi, doğrudan yabancı yatırımlar ve çevresel kirlilik arasında pozitif bir ilişki olduğunu öne sürmektedir (Grossman ve Krueger, 1991).

Kirlilik Hale Hipotezine göre ise çevresel düzenlemeleri yetersiz olan bölgelere, yani gelişmekte olan ülkelere yapılacak olan yatırımların üretime ve çevreye pozitif etkileri olacağı savunulmaktadır. Çevresel iyileştirmelere yapılan yatırımların teknolojik yenilikleri ve kaliteli üretim sürecini beraberinde getirmesi ile Kirlilik Hale Hipotezi, doğrudan yabancı yatırımların çevresel kirlilik üzerinde negatif etkisi olduğunu öne sürmektedir (Birdsall ve Wheeler, 1993).

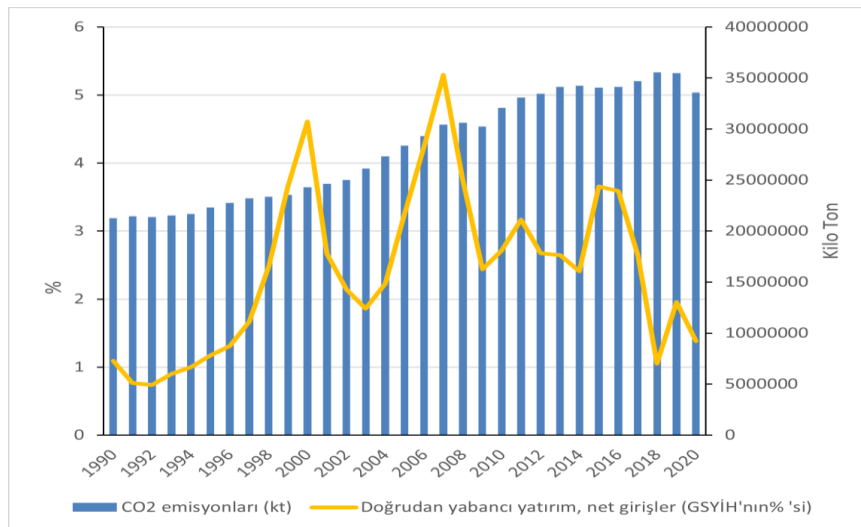
**Şekil 25.** Türkiye'deki Doğrudan Yabancı Yatırımlar (2000-2024)



**Kaynak:** Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Veri Tabanı, EVDS.

Şekil 25'te ülkemizin yıllar içinde doğrudan yabancı yatırım verilerindeki değişimler gözlemlenmektedir. Türkiye'nin geçmiş yıllara göre yatırım faaliyetlerini arttırdığı görülmektedir.

**Şekil 26.** Doğrudan Yabancı Yatırım ve CO<sub>2</sub> Değerleri (1990-2021)



**Kaynak:** Dünya Bankası'nın verileri kullanılarak tarafımda hazırlanmıştır.

Dünyadaki doğrudan yabancı yatırım ve CO<sub>2</sub> emisyon değerleri Şekil 26'da yer almaktadır. Şekilde karbon emisyon miktarlarının yıllar içinde arttığı, doğrudan yabancı yatırım büyüklüğünün ise çok fazla dalgalandığı görülmektedir.

#### **4. DİĞER EKONOMİK FAKTÖRLER VE ÇEVRE İLİŞKİSİ**

Ekonomik büyüme dışında sanayileşme ve enerji tüketimi, istihdam ve gelir seviyesi, dış ticaret, ekonomik politikalar ve teşvikler, tüketim alışkanlıkları gibi çevreyi etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerin oluşması, enerjiye duyulan ihtiyacı doğrudan veya dolaylı olarak arttırdığından çevresel bozulmalar üzerinde büyük rol oynamaktadır.

##### **4.1. SANAYİLEŞME VE ENERJİ TÜKETİMİ**

Sanayileşme ile meydana gelen üretim artışı, enerji tüketiminin artmasına sebep olmaktadır. Üretimde kullanılan doğal kaynakların giderek azalması, farklı kaynaklar tercih edilmesi çevresel atıkları meydana getirmektedir. Aynı zamanda üretim noktalarının kurulduğu alanların doğal dengeyi tahrip etmesi ile çevre düzeninin bozularak, dolaylı yoldan çevreyi olumsuz etkilemektedir. Sanayileşme kapsamında kullanılan teknoloji ve makinaların mümkün olduğunca çevre dostu ekipmanlar olarak tasarlanması ile çevre üzerindeki zararlı etkilerin azaltılabileceği düşünülmektedir.

##### **4.2. İSTİHDAM VE GELİR SEVİYESİNİN ÇEVRESEL ETKİLERİ**

İstihdam, sağlanan iş gücü ile daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkarabilmektedir. Öte yandan gelir seviyesinin artması çevreyi olumlu yönde etkileyebilmektedir. Örneğin yenilenebilir enerji ve temiz çevre kapsamında gerekli olan teknoloji çok daha fazla maliyet gerektirdiğinden, düşük gelirlili kişinin çevre dostu bir otomobile binmesi pek mümkün değildir. Fakat gelir düzeyi artan kişi çevre dostu bir otomobil alabilmektedir. Dolayısıyla istihdamda meydana gelen artış çevreyi olumsuz etkileyebilecekken, gelir artışlarının çevre üzerinde olumlu etkileri olabileceği düşünülmektedir.

##### **4.3. DIŞ TİCARET VE ÇEVRESEL ETKİLER**

Dış ticaretin çevreye olan etkileri hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Gelişmiş ülkelerin üretim ve tüketim basamaklarında kullanılan tamamen temiz teknolojilerle çevre yararına olacak şekilde yatırımlar yapması, çevresel bozulmaları azaltmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise üretim ve yatırımlar kirlilik

yaratan alanlarda meydana geldiğinden, karbon salınımını arttırarak çevreyi olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

#### 4.4. EKONOMİK POLİTİKALAR VE TEŞVİKLER

Üretim ve tüketim süreçlerinin sebep olduğu çevresel kirliliklerin maliyeti üzerinden yapılması gereken fiyatlandırma politikası başarısız olduğundan, çevresel politikalar oluşturulması gerekmektedir. Tespit edilen kirliliğin bir maliyetinin olması, kişileri çevreye karşı daha bilinçli ve sorumlu hale getirecektir. Kirliliğin fiyatlandırılması politikası, aynı zamanda üretim ve tüketimde kullanılacak ekipmanların ekonomik olarak daha yenilikçi teknolojiler ile üretilmesine katkı sağlayacaktır. Çevre ekonomisi için yüksek fonlar gerekmektedir. Dolayısıyla bu fonların, çevrenin korunması ve düzenlenmesi kapsamında oluşturulan politikalar ile üretici ve tüketiciden temin edilmesi çevre ekonomisini iyileştirerek olumlu yönde etki edeceği düşünülmektedir.

#### 4.5. TÜKETİM ALIŞKANLIKLARI VE ÇEVRE ETKİLERİ

Tüketim alışkanlıklarının çevreye olan etkileri ülkelerin gelişmişlik düzeylerine, toplumdaki çevre bilincine göre değişim gösterebilmektedir. Gelişmiş ülkelerde toplumsal refah seviyesi yüksek olduğundan, çevre bilinci daha üst düzeydedir. Bu durum kişilerin tüketim alışkanlıklarında belirleyici bir rol oynamaktadır. Zararlı gazların salındığı egzoza sahip otomobillerin seçiminin yapılması tüketim alışkanlıklarının çevreye olan kötü etkilerine bir örnektir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### KARBON EMİSYONU, YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK FAKTÖRLER İLİŞKİSİNE YÖNELİK AMPİRİK ÇALIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde yenilenebilir enerji ve ekonomik faktörlerin çevresel etkilerini inceleyen literatür özetine yer verilmiştir. Literatür taramalarında çevresel bozulma unsuru olarak karbon salınımını dikkate alan çalışmalar özelinde incelemeler yapılmıştır. Literatürde ele alınan çalışmalar yenilenebilir-yenilenemeyen enerji, ekonomik büyüme, finansal gelişme ve doğrudan yabancı yatırımlar şeklinde sıralanarak incelenmiştir. Araştırmanın amacı, önemi, hipotezleri, kapsam ve sınırlılıkları ele alınarak ekonometrik analizlere yer verilmiştir. Ayrıca sonuç ve öneriler kısmında çalışmada elde edilen bulgular tartışılarak öneriler getirilmiştir.

#### 1. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Çalışmada yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, finansal gelişme ve doğrudan yabancı yatırımlar bağımsız değişken, karbon emisyonu ise bağımlı değişken olarak yer almaktadır. Bu nedenle literatür incelemesinde karbon emisyonu ile ilgili bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara yer verilmiştir.

Literatürde yenilenebilir ve yenilenemeyen enerjinin karbon emisyonuna etkisini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Çoban ve Kılınç (2015) Türkiye’de 1990-2012 dönemi için yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salınımına etkileri incelenmiştir. Kişi başına düşen GSYH’deki artışın CO<sub>2</sub> salınımı ile arasında pozitif yönlü ilişki olduğu, kişi başına enerji kullanımının kişi başına karbon emisyonu ile negatif yönde ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Çetintaş, Bicil ve Türköz (2017) yaptıkları çalışmada; Türkiye’nin 1986-2013 dönem aralığındaki fosil yakıt kaynaklı elektrik üretiminin karbon emisyon artışındaki etkileri incelenerek öngörülerde bulunmuşlardır. Sonuç olarak; aşamalı bir şekilde fosil enerji kullanımının azalması CO<sub>2</sub> emisyonlarında etkili tasarruf ve azalma ortaya koymaktadır.

Acaravcı ve Erdoğan (2018) dünya genelinde yenilenebilir enerji üretiminde yer alan ilk beş ülkeyi 1990-2013 dönemi için çevre kirliliği, yenilenebilir enerji üretimi ve gelir arasındaki uzun dönemli ilişkiyi panel veri yöntemleri ile incelemiştir. Araştırma sonucunda; durağan olmayan değişkenler arasında uzun dönemli, yenilenebilir enerji üretimi ile çevresel bozulma arasında ise negatif bir ilişki ortaya çıkmıştır.

Çetin ve Sezen (2018) Türkiye'nin 1970-2014 dönem aralığında yıllık zaman serileri ile yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salınımı arasındaki ilişkiyi yapısal VAR analizi kullanılarak incelenmiştir. Yenilenemeyen enerji tüketimindeki şokların CO<sub>2</sub> salınımını ve kişi başına GSYH'yi arttırdığı, yenilenebilir enerji tüketimindeki şokların karbon salınımını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dulkadiroğlu (2018) Türkiye'de enerji üretimi için kullanılan yakıtların sebep olduğu karbon emisyonunu 2000-2014 dönem aralığı verileri ile incelenmiştir. Kömürden doğalgaza geçiş yapılan 2000-2004 yıllarında karbon emisyonu 0,65'ten 0,50'ye gerilemiştir. 2008 yılına kadar kömür tüketiminde artış meydana geldiği görülmüştür. 2000-2013 yıllarında Türkiye'nin fosil kaynak kullanımı ile karbon emisyonu %41 oranında artış göstermiştir. Dolayısıyla fosil kaynak kullanımı karbon emisyonunu olumsuz etkilemektedir.

Batmaz, Bayraç ve Güllü (2019) Türkiye'de 1985-2014 döneminde karbon emisyonunun büyüme ve yenilenebilir enerji arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Granger nedensellik testi uygulanarak karbon emisyonunun değişkenler ile doğrudan bir nedensellik ilişkisi içinde olmadığı ancak büyümeden ve karbon emisyonundan yenilenebilir enerji üretimine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin artması karbon emisyonunu azaltırken, büyüme ve karbon emisyonu arttıkça yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin arttığı tespit edilmiştir.

Apaydın ve Taşdoğan (2019) Türkiye'nin 1965-2017 dönemi verileri kullanılarak birincil enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salınımı üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada yapısal vektör otoregresif modeli, Ng-Perron, ADF, PP testleri kullanılmıştır. Sonuç olarak birincil enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerinde pozitif bir etkisi olduğu, birincil enerji tüketiminin büyümeye oranla karbon emisyonunu daha çok arttırdığı, büyümenin ise birincil enerji tüketimini kalıcı ve pozitif etkilediği tespit edilmiştir.

Özpolat ve Özsoy (2020) çalışmalarında Türkiye'de 1990-2015 dönemleri arasında yenilenebilir enerji ve karbon salınımı arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezinin geçerliliğini sınavarak ARDL sınır testi yaklaşımı ile incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre yenilenebilir enerji tüketimi ile karbon salınımı arasında negatif, yenilenemeyen

enerji ile karbon salınımı arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca ülkemizde ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna dair bulguya rastlanmıştır.

Erdoğan ve Aydınbaş (2020) enerji alanında öne çıkan 16 adet seçilmiş ülkenin (ABD, Almanya, Çin, Hindistan, Fransa, İngiltere, İtalya, İspanya, İsveç, Japonya, Kanada, Rusya, Türkiye, Danimarka, Avustralya, Brezilya) yenilenebilir enerji kaynakları tüketimini etkileyen unsurları incelemiştir. Bağımlı değişken olan yenilenebilir enerji tüketimi ile bağımsız değişken CO<sub>2</sub> arasında istatistiksel olarak anlamlı fakat negatif yönde bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Özkan ve Karadağ (2023) BRICS-T ülkelerinin 2000-2019 dönemi verileri kullanılarak yenilenebilir enerji, karbon salınımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek için ekonometrik analiz gerçekleştirmiştir. Kişi başına GSYH ile yenilenebilir enerji kullanımından kişi başına düşen karbon salınımına doğru tek yönlü nedensellik olduğu ve uygulanan eş bütünleşme testi sonucunda yenilenebilir enerji kullanımının karbon salınımını azalttığı tespit edilmiştir. Genel olarak literatür incelemesi sonrasında yenilenebilir enerjinin karbon emisyonu üzerindeki etkisinin negatif olduğu dikkat çekmektedir. Yenilenebilir enerji kullanımının artması ile karbon emisyonu salınımı azalacaktır.

Literatürde ekonomik büyümenin karbon emisyonlarına etkisini inceleyen çalışmalar Grossman ve Krueger (1991)'in çalışmasında ifade ettikleri ÇKE hipotezine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada çevresel sorunlar ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki incelenmişlerdir. NAFTA (North American Free Trade Agreement) kapsamındaki ülkeler ele alınmıştır. Elde edilen veriler ÇKE hipotezinin geçerli olup olmadığı kapsamında panel veri analizi yapılarak incelenmiştir. Çalışma sonucunda ÇKE'nin ilgili ülkelerde N şeklinde olduğu, gelir düzeyindeki artış ile çevresel bozulmanın arttığını, belirli bir düzeyden sonra çevresel bozulmanın azaldığı gözlemlenmiştir.

Arı ve Zeren (2011), 2000-2005 dönem aralığında Akdeniz ülkelerinde kişi başına gelir ile karbon salınımı arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezini geçerliliği kapsamında panel veri analiz yöntemi kullanarak incelemiştir. Ekonomik büyüme yaşanmaya başladığında karbon emisyonunda artış görüldükten sonra, büyümenin belirli bir noktada CO<sub>2</sub> salınımı azalmıştır. N şeklinde çıkan ÇKE fonksiyonu düşünüldüğünde, ileri düzey ekonomik büyümenin de karbon salınımını arttırabileceği tespit edilmiştir.

Bayramoğlu ve Yurtkur (2016), yapmış oldukları çalışmada Türkiye'nin 1960-2010 yıllık verileri ile karbon salınımı ve ekonomik büyüme ilişkisini doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme teknikleri kullanarak incelemişlerdir. Karbon salınımı ile ekonomik büyüme arasında doğrusal bir ilişki tespit edilememiş, doğrusal olmayan bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak ekonomik büyüme ve karbon salınımı için uzun dönemli pozitif fakat doğrusal olmayan bir ilişkiye ulaşılmıştır.

Çetintaş, Bicil ve Trkz (2016), alışmalarında Türkiye'nin 1960-2011 dönemlerine ait ekonomik büyüme, şehirleşme ve enerji tüketimi oranlarının karbon emisyonu üzerindeki etkisini incelemiştir. Değişkenlerin karbon salınımı üzerindeki etkisi uzun vadede pozitif etki gösterirken, kısa dönemde söz konusu değişkenlerin karbon salınımını etkilemediği tespit edilmiştir.

Külünk (2018) alışmasında Türkiye'deki 1960-2013 dönem aralığı yıllık verilerinin ekonomik büyüme ile kişi başına CO<sub>2</sub> salınımları ilişkisini incelemiştir. Bu doğrultuda ortaya çıkan ilişkinin derecesi için Engle-Granger eşbütünleşme ve nedensellik testlerinden faydalanılmıştır. Karbon emisyonundan kişi başına düşen gelire doğru tek yönlü nedensellik olduğu ve değişkenler arasında uzun dönemli pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yerlikaya (2021) Türkiye'de 1980-2019 dönemine ait verileri kullanarak enerji tüketimi ve karbon salınımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi incelemiştir. Ekonometrik analiz için ADF ve PP birim kök testleri ve eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Araştırma sonucunda enerji tüketiminin ekonomik büyümeye pozitif yönde, karbon salınımının ekonomik büyüme üzerinde negatif etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Granger nedensellik testi sonucunda ise enerji tüketiminden ekonomik büyümeye %10, karbon salınımından ekonomik büyümeye %5 düzeyinde tek yönlü Granger nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Yıldız (2023) Türkiye'de 1980-2020 yılları arasında finansal gelişim ve ekonomik büyümenin karbon nötrlüğüne etkisini incelemiştir. IMF veri tabanlarından elde edilen veriler ile ARDL yöntemi kullanılarak analizleri uygulanmıştır. Finansal gelişmenin Türkiye'de emisyon artırıcı bir etkiye sahip olduğu, finansal gelişim ve ekonomik büyümenin arasında kısa ve uzun dönemde çift yönlü belirlenen nedensellik ilişkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda, işletmelerin temiz teknoloji yatırımlarına teşvik edilmesi ve yenilenebilir enerji tesislerine daha fazla fon ve destek

aktarılması gerektiği gözlemlenmiştir. Ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerinde pozitif, karesinin negatif olması Türkiye’de ÇKE hipotezinin var olduğunu göstermiştir.

Kazanasmaz, Demirel, Karatepe ve Hızarcı (2023) çalışmalarında Türkiye’nin 1967-2017 dönemlerine ait elektrik üretimi, ekonomik büyüme ve karbon emisyonu verilerinin kısa ve uzun dönemli ilişkilerini incelemiştir. Elektrik üretiminin uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde pozitif, karbon emisyonunun ise ekonomik büyüme üzerinde negatif etkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Finansal gelişme ve karbon salınımı ile ilgili yapılan çalışmalar literatürde incelenmiştir. Pata ve Yurtkuran (2018) çalışmalarında Türkiye’de 1981-2014 dönemi verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu, finansal gelişme, karbondioksit salınımı arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi göz önünde bulundurularak incelemiştir. Finansal gelişmelerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde pozitif bir etkisi olduğu ve dolayısıyla değişkenlerin emisyonu arttırdığı gözlemlenmiştir. Ülkemiz için yapılan çalışmada ÇKE hipotezi geçerli olmuştur. Gelirde meydana gelen artışların karbon emisyonunu arttırdığı tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalar doğrultusunda, ekonomik büyüme ilişkisinde olduğu gibi finansal gelişme ve karbon emisyonu arasındaki ilişkide ÇKE hipotezi önemini korumaktadır. Finansal gelişme yani gelir düzeylerinde meydana gelen artışların, karbon salınımlarını da arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde doğrudan yabancı yatırımlar ve karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi farklı ülkeler özelinde inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır. Yaylalı vd. (2015) Türkiye’de 1980-2011 dönemindeki yıllık veriler ile CO<sub>2</sub> ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi ile incelemiştir. Sonuç olarak ülkemizde doğrudan yabancı yatırım oluşumları ve CO<sub>2</sub> salınımı arasında ilişki olmadığı gözlemlenmiştir.

Şahin (2018) 1990-2014 dönemi yıllık verileri kullanılarak 10 Asya ülkesinin ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi ve karbon salınımları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi gözlemlenmiştir. Enerji tüketimi ve ekonomik büyümeden karbon salınımına doğru tek yönlü bir ilişki olduğu, doğrudan yabancı yatırımlardan CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru ise nedensellik ilişkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

Aykırı ve Bulut (2019) Türkiye’de doğrudan yabancı yatırım, kişi başına gelir, küreselleşme gibi değişkenlerin karbon salınımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Karbon

emisyonu üzerinde etkisi en fazla olan değişkenin doğrudan yabancı yatırımlar olduğu gözlemlenmiştir. Doğrudan yabancı yatırımların CO<sub>2</sub> emisyonunu pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Benli (2020), Türkiye'nin 1974-2014 dönemi verileri ile doğrudan yabancı yatırımlar, CO<sub>2</sub> salınımları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Doğrudan yabancı yatırımların karbon salınımını dolaylı ve pozitif olarak etkilediği gözlemlenmiştir.

Literatür taramasında görüldüğü gibi, araştırmalarda karbon emisyonu ve yenilenebilir enerji değişkenleri genellikle bağımlı değişken olurken, ekonomik büyüme, finansal gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar, nüfus, kentleşme vb. gibi konular daha çok bağımsız değişken olarak ele alınmıştır. Çalışmalarda bu değişkenlerin zaman serisi ve panel veri analizleri ile incelendiği görülmektedir. Araştırmalar sonucunda ise finansal gelişmelerin; ekonomik büyüme ve enerji ihtiyacını artırması sebebi ile karbon emisyonunu arttırdığı, ekonomik büyüme ile birlikte bazı ekonomilerde çevre kirliliğinin belirli bir düzeye kadar arttığı ve sonraki dönemlerde azaldığı yani dolayısıyla ÇKE hipotezinin varlığı, yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artışın karbon emisyonunu azaltıcı yönde etkisi olduğu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha da çeşitlendirilmesinin yine karbon salınımını azaltabileceği, yerli enerjiler üreterek dışa bağımlılık azaldığında ise GSYH'nin arttığı gözlemlenmektedir. Literatürde doğrudan yabancı yatırımların karbon salınımlarına etkisini inceleyen çalışmalarda ise doğrudan yabancı yatırımların CO<sub>2</sub> salınımları üzerinde çoğunlukla dolaylı yollardan etkisi olduğu görülmektedir.

## **2. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ**

Dünya nüfusunun artması ile yenilenemeyen enerji kaynakları günden güne azalmakta ve ülkelerin ekonomik refah düzeylerini artırma çabaları da çevresel bozulmaları ciddi boyutlarda tetiklemektedir. Bugün etkilerini görmeye başladığımız iklim krizinin temelinde de bu unsurlar yatmaktadır. Bu yönüyle yenilenebilir enerji, çevresel bozulmalar ve ekonomik faktörlerin etkileri farklı ülkeler düzeyinde uzun zamandır araştırılmaktadır. Ancak kullanılan yöntemlerin ya da farklı coğrafyalardaki ülkelerin incelenmesi elde edilen sonuçların farklılaşmasına neden olabilmektedir.

Bu çerçevede çalışmanın amacı gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'de ekonomik büyüme, finansal gelişme ve doğrudan yabancı yatırımlar gibi ekonomik

faktörlerin yanı sıra yenilenebilir enerji kullanımının karbon emisyonu üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır.

### **3. ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ**

Literatürde karbon emisyonu üzerinde ekonomik faktörlerin etkilerinin ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile genel olarak bağlantılı olduğu dile getirilmektedir. Bu yönüyle gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de ekonomik faktörlerdeki olumlu gelişmelerin emisyonu artırması beklenmektedir. Diğer taraftan yenilenebilir enerjinin kullanımının artması daha az emisyonu neden olarak enerji kullanımında çevreye olan olumsuz etkileri azaltacağı değerlendirilmektedir. Literatüre paralel olarak finansal gelişme ve doğrudan yabancı yatırımların da emisyon üzerinde pozitif etkisinin olması beklenmektedir. Bu çerçevede oluşturulan araştırma hipotezleri aşağıdaki gibidir.

H<sub>1</sub>: Ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerinde etkisi pozitiftir.

H<sub>2</sub>: Finansal gelişmenin karbon emisyonu üzerinde etkisi pozitiftir.

H<sub>3</sub>: Doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonu üzerinde etkisi pozitiftir.

H<sub>4</sub>: Yenilenebilir enerjinin karbon emisyonu üzerinde etkisi negatiftir.

### **4. ARAŞTIRMANIN KAPSAM VE SINIRLILIKLARI**

Araştırmada yapılan literatür taramasında yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme kavramlarının karbon emisyonu üzerindeki etkilerini ele alan çalışmalar ile kuramsal çerçeve oluşturulmuştur. Bu çerçevede yapılan literatür taraması ulaşılabilen kaynaklarla sınırlıdır.

Çalışmada yenilenebilir enerji ve ekonomik faktörlerin (ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar, finansal gelişme gibi) karbon emisyonu üzerindeki etkisinin 1990-2021 yıllık verileri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışma özelindeki değişkenlerin tamamının yalnızca bu dönem aralığında verilerine ulaşılabilmiş olması da diğer bir sınırlılıktır. Ayrıca, karbon emisyonu bağımlı değişkenini etkileyebilecek pek çok değişken yer almaktadır. Ancak hem çalışmanın amacı hem de tezin uzmanlık alanı çerçevesinde yalnızca ekonomik faktörler ve yenilenebilir enerjinin etkisinin araştırılmasına yer verilmesi de bir diğer sınırlılık unsurudur. Değişkenlerin başka çalışmalarda genişletilmesi ve farklı açılardan incelemesi yapılabilir. Benzer şekilde çevresel etkiyi temsilen kullanılan karbon emisyonu değişkeni literatürde en çok rastlanan ayrıca verisine en kolay ulaşılabilen bir değişken olması nedeniyle tercih edilmiştir. Farklı

çalışmalar nezdinde çevresel etkiyi temsilen başka değişkenlere de yer verilmesi mümkündür.

## **5. VERİ VE METODOLOJİ**

Çalışmanın bu kısmında; sırası ile araştırmada kullanılan veriler, değişkenler ve ekonometrik analiz bulgularına yer verilmiştir.

### **5.1. ARAŞTIRMA VERİLERİ**

Çalışmada yenilenebilir enerji ve ekonomik faktörlerin (ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar, finansal gelime gibi) karbon emisyonu üzerindeki etkisinde yerli ve yabancı literatür taraması yapılarak elde edilen çıkarımlar ve oluşturulan kuramsal çerçeve doğrultusunda, 1990-2021 yıllık verilerine Dünya Bankası ve Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası veri tabanlarından erişilmiştir.

### **5.2. EKONOMETRİK METODOLOJİ**

Çalışmada değişkenlerin genel yapılarının gözlenmesi ve hangi yöntemlerin kullanılabileceğine karar verilebilmesi noktasında tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır. Sonrasında veriler çeşitli grafiklerle görselleştirilerek ve korelasyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişkinin düzeyleri ve yönleri ortaya konulmuştur. Kullanılan değişkenler zaman serisi yapısında oldukları için durağanlık sınamalarında Augmented-Dickey Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testlerinden yararlanılmıştır. Değişkenlerin durağanlık düzeyleri çerçevesinde Johansen eşbütünleşme testi ile değişkenler arasında uzun dönemde denge ilişkisinin sağlanıp sağlanmadığı incelenmiştir. Ayrıca uzun dönem katsayı tahmininde eşbütünleşme regresyonlarından (FMOLS, DOLS, CCR) yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular çalışmanın bir sonraki bölümünde detaylı olarak sunulmuştur.

## **6. AMPİRİK ANALİZ VE BULGULAR**

Çalışmada yenilenebilir enerji ve ekonomik faktörlerin çevresel etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çevreye olan yüksek etki boyutuyla karbon emisyonu bağımlı değişken olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Diğer taraftan bu değişken üzerinde Türkiye’de yenilenebilir enerjinin etkisinin yanı sıra çeşitli ekonomik faktörlerin etkilerinin de tespit edilmesi amaçlanmıştır. Kişi başına milli gelir, doğrudan yabancı yatırımlar ve finansal gelişme bu kapsamda bağımsız değişkenler olarak yer almıştır. Verilerin ortak zaman aralığından hareketle çalışma dönemi 1990-2021 olarak seçilmiş

ve yıllık frekansta alınmıştır. Karbon emisyonu değişkeni TUIK veri tabanından, yenilenebilir enerji, doğrudan yabancı yatırımlar ve ekonomik büyüme ise Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Finansal gelişme ise IMF veri tabanından sağlanmıştır. Değişkenlerden ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar ve karbon emisyonunun doğal logaritmaları alınarak analizler gerçekleştirilmiş diğer değişkenlerin nominal değerleri kullanılmıştır. Araştırma modeli Eşitlik 1’de ifade edilmiştir.

$$LNCO2_i = \alpha_i + LNGSYH_i + LNDYY_i + FG_i + YE_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

**Tablo 4.** Değişkenlere Ait Açıklamalar

| Değişkenler | Açıklama                                       | Kaynak        |
|-------------|--|---------------|
| LNCO2       | Karbon Emisyonu                                | TUIK          |
| LNGSYH      | Gayri Safı Yurtiçi Hasıla<br>(Ekonomik Büyüme) | Dünya Bankası |
| LNDYY       | Doğrudan Yabancı Yatırımlar                    | Dünya Bankası |
| FG          | Finansal Gelişme                               | IMF           |
| YE          | Yenilenebilir Enerji                           | Dünya Bankası |

Tablo 4’te bağımsız değişken olarak yer alan; LNGSYH, LNDYY, FG, YE değerlerinin LNCO2 bağımlı değişkeni ile ilişkileri incelenmiştir.

#### 6.1. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER

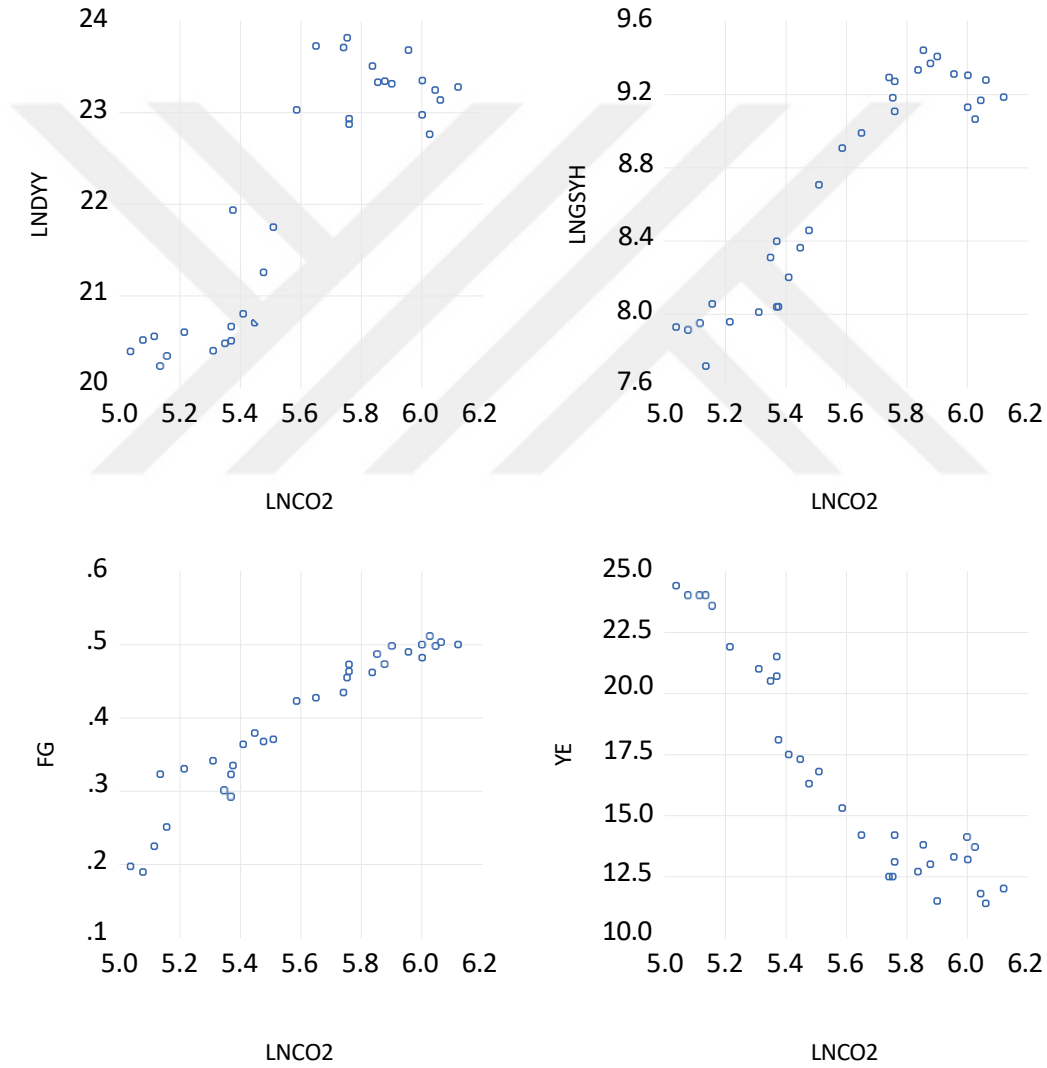
Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler gözden geçirilerek birçok bilgiye ulaşılmaktadır. Çalışmanın yapıldığı dönemde değişkenlerin ortalaması, normal dağılıma uygun olup olmadığı gibi bilgiler elde edilmektedir. Tablo 5’te bu çalışma için faydalanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir.

**Tablo 5.** Tanımlayıcı İstatistikler

|                | LNCO2     | LNDYY     | LNGSYH    | YE       | FG        |
|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Ortalama       | 5.603580  | 22.09747  | 8.710979  | 16.68438 | 0.395683  |
| Medyan         | 5.619201  | 22.81726  | 8.946385  | 14.75000 | 0.424784  |
| Maksimum       | 6.120843  | 23.81644  | 9.439719  | 24.40000 | 0.510864  |
| Minimum        | 5.037866  | 20.22569  | 7.714503  | 11.40000 | 0.189536  |
| Standart Sapma | 0.334511  | 1.359114  | 0.586629  | 4.437749 | 0.097615  |
| Çarpıklık      | -0.108950 | -0.190808 | -0.266913 | 0.535560 | -0.597510 |
| Basıklık       | 1.707179  | 1.267864  | 1.414584  | 1.789613 | 2.213814  |
| Jarque-Bera    | 2.291823  | 4.194570  | 3.731352  | 3.483116 | 2.728215  |
| Olasılık       | 0.317934  | 0.122789  | 0.154792  | 0.175247 | 0.255609  |
| Gözlem Sayısı  | 32        | 32        | 32        | 32       | 32        |

Tanımlayıcı istatistiklere ilişkin tabloda değişkenlerin ortalama değerleri incelendiğinde CO2 için (5.60380), DYY için (22.09747), GSYH için (8.710979), YE için (16.68438) ve FG için (0.395683) olduğu görülmektedir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu noktasında ortaya konulan Jarque-Bera testi sonuçları bu testin olasılık değerlerinin tüm değişkenler için %5 anlamlılık düzeyinden büyük olduğunu göstermektedir. Bunun anlamı değişkenlerin tümü normal dağılıma uygundur. Şekil 27’de her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken CO<sub>2</sub> ile ilişkisini gösteren grafikler verilmiştir.

Şekil 27. Değişkenlere Ait Grafikselsel Analiz



Grafiklerde bağımlı değişken LNCO2’nin bağımsız değişken LNDYY, LNGSYH ve FG arasında düzenli bir trend etrafında artış eğiliminde olduğu, LNCO2 ile YE’ nin arasında ise negatif yönlü ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Bu durumda yenilenebilir enerjinin artış trendi göstermesinin, CO2 seviyesini azaltacağı, diğer bağımsız değişkenlerin ise artıracığı söylenebilir. Tablo 6’da değişkenler arasında hesaplanan korelasyon matrisi verilmiştir.

**Tablo 6.** Korelasyon Matrisi

|        | LNCO2   | LNDYY   | LNGSYH  | YE      | FG      |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| LNCO2  | 1       | 0.8854  | 0.9303  | -0.9448 | 0.9596  |
| LNDYY  | 0.8854  | 1       | 0.9439  | -0.9267 | 0.8745  |
| LNGSYH | 0.9303  | 0.9439  | 1       | -0.9408 | 0.9053  |
| YE     | -0.9448 | -0.9267 | -0.9408 | 1       | -0.9494 |
| FG     | 0.9596  | 0.8745  | 0.9053  | -0.9494 | 1       |

Korelasyon matrisi, çalışmada incelenen değişkenlerin arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla kullanılmaktadır. Katsayı +1'e yakın olduğunda ilgili değişkenler arasında mükemmel pozitif, -1'e yakın olduğunda ilgili değişkenler arasında mükemmel negatif korelasyon olduğunu göstermektedir. 0 olduğunda ilgili değişkenler arasında bir korelasyon bulunmadığını işaret etmektedir.

Çalışmadaki değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarına göre;

- CO2 ile Ekonomik Büyüme arasında kuvvetli ve pozitif yönde korelasyon vardır.
- CO2 ile Yenilenebilir Enerji arasında negatif yönlü korelasyon vardır.
- CO2 ile Doğrudan Yabancı Yatırımlar arasında mükemmel pozitif korelasyon vardır.
- CO2 ile Finansal Gelişme arasında pozitif korelasyon vardır.

## 6.2. BİRİM KÖK TESTLERİ

Zaman serisi analizlerinde değişkenlerin durağanlık düzeyi elde edilecek sonuçların güvenilirliği açısından önemlidir. Bu nedenle analizlerin ilk aşamasında birim kök testleri yardımıyla her bir değişkenin durağanlık seviyesi incelenecektir. Bu çalışmada durağanlık analizi sınaması ADF ve PP birim kök testi yardımıyla gerçekleştirilmiştir. ADF ve PP test sonuçları tablo 7'de verilmiştir. Tablodaki ilk değer t-istatistiği değeri parantez içindeki ifade ise ona ait p olasılık değeridir. Tabloda  $\Delta$  fark operatörünü ifade etmekte ve değişkenin birinci farkını göstermektedir.

**Tablo 7.** ADF ve PP Birim Kök Testleri

| Değişkenler | ADF                 |                     | PP                  |                     | Sonuç |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
|             | Sabit               | Sabit+Trend         | Sabit               | Sabit+Trend         |       |
| LNCO2       | -0.7083<br>(0.8302) | -2.9254<br>(0.1687) | -1.0532<br>(0.7212) | -2.8327<br>(0.1970) | I(1)  |
| ΔLNCO2      | -5.6168<br>(0.0001) | -5.5249<br>(0.0005) | -7.5565<br>(0.0000) | -9.5239<br>(0.0000) |       |
| LNGSYH      | -1.1322<br>(0.6901) | -1.3294<br>(0.8614) | -1.1185<br>(0.6957) | -1.4299<br>(0.8316) | I(1)  |
| ΔLNGSYH     | -5.7934<br>(0.0000) | -5.8227<br>(0.0002) | -5.7934<br>(0.0000) | -5.8224<br>(0.0002) |       |
| LNDYY       | -1.2103<br>(0.6572) | -1.8212<br>(0.6700) | -1.1573<br>(0.6798) | -1.8212<br>(0.6700) | I(1)  |
| ΔLNDYY      | -5.5217<br>(0.0001) | -5.4396<br>(0.0006) | -5.5614<br>(0.0001) | -5.5053<br>(0.0005) |       |
| FG          | -1.8643<br>(0.3439) | -2.5489<br>(0.3044) | -2.5318<br>(0.1180) | -2.2376<br>(0.4535) | I(1)  |
| ΔFG         | -6.6672<br>(0.0000) | -7.0957<br>(0.0000) | -6.6578<br>(0.0000) | -8.2699<br>(0.0000) |       |
| YE          | -2.0370<br>(0.2703) | -1.8789<br>(0.6411) | -1.5671<br>(0.4869) | -1.8241<br>(0.6685) | I(1)  |
| ΔYE         | -5.8442<br>(0.0000) | -6.5389<br>(0.0000) | -6.6220<br>(0.0000) | -9.3095<br>(0.0000) |       |

Her iki birim kök testi sonuçları da tüm değişkenlerin birinci fark serilerinin durağan olduğunu, düzeyde durağan olmadıklarını ortaya koymaktadır.

### 6.3. EŞBÜTÜNLEŞME TESTİ

Değişkenler düzey değerlerinde durağan olmadıkları için uzun dönemde dengeye ulaşip ulaşmadıklarını görmek amacıyla eşbütünleşme testi yapılacaktır. Değişkenlerin durağanlık yapısından hareketle Johansen eşbütünleşme testinden yararlanılacaktır. Ancak öncesinde uygun optimal gecikme uzunluğu VAR modelinden hareketle tespit edilecektir. Tablo 8 optimal gecikme uzunluğu için sonuçları göstermektedir.

**Tablo 8.** Var Modeli ile Optimal Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

| Gecikme | LogL     | LR        | FPE       | AIC        | SC         | HQ         |
|---------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 0       | 4.839933 | NA        | 6.96e-07  | 0.010671   | 0.244204   | 0.085380   |
| 1       | 105.9359 | 161.7535  | 4.48e-09  | -5.062392  | -3.661195* | -4.614137  |
| 2       | 137.4194 | 39.87909* | 3.38e-09* | -5.494625* | -2.925763  | -4.672824* |

Not: \*Kriter tarafından belirlenen gecikme uzunluğunu belirtmektedir.

Tablo 8'e göre en çok bilgi kriteri tarafından işaret edilen iki (2) değeri Johansen eşbütünleşme testi için optimal gecikme uzunluğu olarak belirlenmiştir.

Bu aşama sonrasında eşbütünleşme testi süreci işletilerek gecikme uzunluğu iki olarak alınacaktır. Tablo 9'da optimal gecikme uzunluğunun iki alınması ile elde edilen Johansen eşbütünleşme testi sonuçları sunulmuştur.

**Tablo 9.** Sınırsız Eşbütünleşme Sıra Testi (İz-İstatistiği)

| Eşbütünleşme Sayısı | Özdeğer  | İz-İstatistiği | Kritik Değer %5 | Olasılık** |
|---------------------|----------|----------------|-----------------|------------|
| 0*                  | 0.906045 | 126.5756       | 69.81889        | 0.0000     |
| 1 *                 | 0.653104 | 57.99232       | 47.85613        | 0.0042     |
| 2                   | 0.506722 | 27.28911       | 29.79707        | 0.0948     |
| 3                   | 0.197102 | 6.795304       | 15.49471        | 0.6016     |
| 4                   | 0.014684 | 0.429002       | 3.841465        | 0.5125     |

İz testi, 0.05 seviyesinde 2 eşbütünleşen denklemi gösterir.

\* hipotezin 0.05 seviyesinde reddedildiğini gösterir

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-değerleri

**Tablo 10.** Sınırsız Eşbütünleşme Sıra Testi (Maksimum Özdeğer)

| Eşbütünleşme Sayısı | Özdeğer  | Maks-Özdeğer İstatistiği | Kritik Değer %5 | Olasılık** |
|---------------------|----------|--------------------------|-----------------|------------|
| 0*                  | 0.906045 | 68.58333                 | 33.87687        | 0.0000     |
| 1 *                 | 0.653104 | 30.70321                 | 27.58434        | 0.0192     |
| 2                   | 0.506722 | 20.49381                 | 21.13162        | 0.0612     |
| 3                   | 0.197102 | 6.366303                 | 14.26460        | 0.5667     |
| 4                   | 0.014684 | 0.429002                 | 3.841465        | 0.5125     |

Maks-özdeğer testi, 0.05 seviyesinde 2 eşbütünleşme denklemini (denklemlerini) gösterir.

\* hipotezin 0.05 seviyesinde reddedildiğini gösterir

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-değerleri

Johansen eşbütünleşme regresyonunda hem iz istatistiği hem de maksimum özdeğere göre en az iki eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Tablo 9 ve Tablo 10'dan hareketle değişkenler arasında düzey değerleri ile kurulacak modellerde uzun dönemde denge ilişkisi sağlanabilecektir. Bu durumda uzun dönem tahminlerde değişkenler düzey değerleri ile analizlere dahil edilebileceklerdir.

#### 6.4. UZUN DÖNEM KATSAYILARIN TAHMİNİ

Çalışmanın bu kısmında bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini tek bir model ile ifade etmek amacıyla üç farklı eşbütünleşme regresyonundan

yararlanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. FMOLS, DOLS ve CCR uzun dönem tahmini için kullanılan yöntemlerdir.

**Tablo 11.** Tamamen Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS)

| Değişken       | Katsayı  | Std. Hatası                | t-İstatistiği | p-Değeri |
|----------------|----------|----------------------------|---------------|----------|
| LNDYY          | 0.105914 | 0.037048                   | 2.858825      | 0.0081   |
| LNGSYH         | 0.222391 | 0.098879                   | 2.249132      | 0.0329   |
| FG             | 2.073677 | 0.566821                   | 3.658434      | 0.0011   |
| YE             | 0.031108 | 0.007462                   | 4.168750      | 0.0003   |
| R <sup>2</sup> | 0.890754 | Düzeltilmiş R <sup>2</sup> |               | 0.878616 |

**Tablo 12.** Dinamik En Küçük Kareler (DOLS)

| Değişken       | Katsayı  | Std. Hatası                | t-İstatistiği | p-Değeri |
|----------------|----------|----------------------------|---------------|----------|
| LNDYY          | 0.040701 | 0.060634                   | 0.671257      | 0.5076   |
| LNGSYH         | 0.343716 | 0.161254                   | 2.131528      | 0.0420   |
| FG             | 2.659442 | 0.884448                   | 3.006894      | 0.0055   |
| YE             | 0.039374 | 0.012104                   | 3.253024      | 0.0030   |
| R <sup>2</sup> | 0.913589 | Düzeltilmiş R <sup>2</sup> |               | 0.904330 |

**Tablo 13.** Kanonik Eşbütünlüşme Regresyonu (CCR)

| Değişken       | Katsayı  | Std. Hatası                | t-İstatistiği | p-Değeri |
|----------------|----------|----------------------------|---------------|----------|
| LNDYY          | 0.136254 | 0.062619                   | 2.175923      | 0.0385   |
| LNGSYH         | 0.142664 | 0.167442                   | 0.852024      | 0.4017   |
| FG             | 2.181781 | 0.803779                   | 2.714405      | 0.0114   |
| YE             | 0.028768 | 0.010870                   | 2.646516      | 0.0134   |
| R <sup>2</sup> | 0.881112 | Düzeltilmiş R <sup>2</sup> |               | 0.867902 |

Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin tespit edilmesinde kullanılan 3 ayrı eşbütünlüşme regresyonu sonuçlarına göre bağımsız değişkenlerin katsayı değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Tablolarda elde edilen sonuçlara göre; LNDYY’de oluşan bir %1’lik artış FMOLS modelinde CO<sub>2</sub>’yi %0.105, DOLS modelinde %0.040, CCR modelinde ise %0.136 artışına sebep olacaktır. İlgili değişkenin FMOLS ve CCR modellerinde istatistiksel anlamlı olduğunu belirtmek önemlidir.

Diğer taraftan GSYH değişkeninde meydana gelen %1’lik artış CO<sub>2</sub>’de FMOLS modelinde %0.222, DOLS modelinde %0.343, CCR modelinde %0.142 düzeyinde artırmaktadır. İlgili değişkenin katsayı değeri FMOLS ve DOLS modellerinde

istatistiksel olarak anlamlıyken, CCR modelinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

FG değişkenindeki bir birimlik artış CO<sub>2</sub>'de %20,73, DOLS modelinde %26,59, CCR modelinde %21,81 artışa sebep olacaktır. Finansal gelişmenin emisyon üzerindeki pozitif etkisinin her üç modelde de istatistiksel olarak anlamlılığı tespit edilmiştir.

YE değişkenindeki bir birimlik artış CO<sub>2</sub>'de %3,11, DOLS modelinde %3,93, CCR modelinde ise %2,87 birimlik artış meydana getirecektir. Yenilenebilir enerjinin emisyon üzerindeki pozitif etkisi her üç modelde de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Ancak üç modelin kendi içindeki farklı dinamiklerden hareketle FMOLS modelinde tüm değişkenlere ait katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Tüm değişkenlerin LNCO<sub>2</sub> üzerindeki etkisi pozitiftir. Diğer taraftan DOLS modelinde LNDYY ve CCR modelinde ise LNGSYH' nın katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ancak diğer değişkenlerin anlamlı ve pozitif etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Her ne kadar LNCO<sub>2</sub> ile YE arasındaki korelasyon katsayısı değeri negatif ve güçlü olarak tespit edilmişse de tüm değişkenlerin birlikte yer aldığı modelde bu etkinin küçük ancak pozitif yönde olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum çalışmada ortaya konulan hipotezlerden yalnızca bir tanesinin beklentiyi karşılamadığı söylenebilir.

## TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Karbon salınıminin etkenleri incelendiğinde en başta gelen sebeplerden biri kullanılan enerjinin türüdür. Fosil yakıtların zararları ne kadar bilinse de gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji taleplerindeki artışlar günümüz dahil olmak üzere hala fosil kaynaklar tarafından karşılanmaktadır. Gelişmekte olan ülkemiz enerjisi talebinin %84'ünü fosil kaynaklardan, kalan kısmını ise yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamaktadır. Ülkemizin doğal kaynak bakımından zengin bir coğrafi konuma sahip olması, bu konuda çeşitli çalışmalar ve yeterli yatırımlar yapılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının temini, üretimi ve kullanımı doğrultusunda önemli rol oynamaktadır. Ayrıca bu durum ülkemizde yenilenebilir enerjinin üretimi ve kullanımının teşvik edilerek, fosil kaynak ithalatının azaltılmasına ve ekonomik kalkınmaya katkı sağlayabilir.

Karbondioksit gazının salınımina etki eden bir diğer önemli sebep ekonomik faktörlerdir bunlar; ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırımlar, finansal gelişme gibi sıralanabilmektedir. Bir ülkenin ekonomik büyümesinde meydana gelen artışlar, nüfus artışı ve teknolojiye gelişmelere sebep olmakta ve artan nüfus mevcut enerji talebinin katlanarak artmasına, dolayısıyla fosil kaynak kullanımlarındaki artışlara da neden olmaktadır.

Literatürde incelenen birçok çalışmada yenilenebilir enerji kullanımındaki artışların, emisyonu azaltıcı yönde etkisi olduğu yani iki değişken arasında negatif yönlü ilişki olduğu görülmüştür. Literatürde ekonomik büyüme kapsamında diğer değişkenler için gelişmekte olan ülkelerin incelendiği çalışmalarda yaşanan finansal gelişmeler, çevresel bozulmaların artmasına sebep olmaktadır. Finansal gelişme ile artan enerji talebi ve yenilenebilir enerjilerin üretiminde yüksek fonlara ihtiyaç duyulması, karbon emisyonu ve finansal gelişme arasında pozitif yönlü ilişki yaratmaktadır. Karbon salınımi ile doğrudan yabancı yatırımlar ve finansal gelişme üzerinde herhangi bir etkinin bulunmadığı çalışmalara da literatür kısmında yer verilmiştir.

Bu çalışmada Türkiye'de 1990-2021 dönemi için yenilenebilir enerji ve ekonomik faktörlerin çevresel etkilerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlardan hareketle; her ne kadar yenilenebilir enerji kapsamında fonlar sağlanarak kurulu santrallerin artırılması için çaba gösterilse de artan tüketim ihtiyacı ile bu çabanın yetersiz olduğu gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda, ülkemizin coğrafi konumu ve sahip olduğu doğal kaynak potansiyelinden maksimum verim sağlayabilmesi adına yapılan

yatırım ve çalışmalar kuvvetlendirilmelidir. Yalnızca yenilenebilir enerji kurulu gücünü arttırarak değil, kurulu güçten üretilen enerji miktarını arttırma noktasında çeşitli çalışmalar yapılmalıdır. Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulum maliyetlerinin minimum seviyeye indirilmesi hususunda yenilikler yapılması, temiz kaynak kullanımına teşvik sağlayabileceğinden emisyonu azaltmada önemli bir role sahip olabileceği düşünülmektedir.

Ekonomik büyümenin, üretim ve tüketim süreçlerinde sebep olduğu çevresel kirliliklerin maliyeti üzerinden bir fiyatlandırma politikası izlenerek, emisyonla sebep olan etkiler azaltılabilir. Bu sayede sağlanacak fonlarla üretim ve tüketimde kullanılacak ekipmanlar daha yenilikçi teknolojilerden oluşturulabilir. Ayrıca üretim işletmeleri için finansal gelişme bağlamında yeşil krediler aracılığıyla sağlanacak finansman ile yeşil teknolojik dönüşümlerin önü açılarak emisyon artışına katkı sağlanmasının önüne geçilebilir. Kişilerin finansal ve ekonomik gelir düzeylerindeki artış, tüketim ihtiyaçlarını doğrudan arttırdığı için emisyonu da direkt olarak etkilemektedir. Bu durumda yaşanan finansal gelişmelerin ve ekonomik büyümenin belirli bir düzeyden sonra kişilerde oluşan çevresel farkındalıklarla birlikte emisyonu azaltabileceği değerlendirilmektedir. Bu noktada iklim değişikliği konusunda bireylere yönelik eğitimlerin artırılması ve kişisel farkındalık düzeyinin yükseltilmesi bu noktada etkili olabilecektir.

Bu çalışma Türkiye’de yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerine etkileri ile sınırlı tutulmuştur. Gelecek çalışmalarda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler bazında incelemeler yapılabileceği gibi farklı unsurların emisyon üzerindeki etkileri araştırılarak tartışılabilir.

## KAYNAKÇA

- Acaravcı, A., ve Erdoğan, S. (2018). Yenilenebilir Enerji, Çevre ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Seçilmiş Ülkeler İçin Ampirik Bir Analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(1), 53-64.
- Acaroğlu, M. (2003). *Alternatif Enerji Kaynakları*. (pp. 208-209). Atlas Yayın Dağıtım.
- Akbostancı, E., Tunç, G. İ., ve Türüt-Aşık, S. (2018). Drivers Of Fuel Based Carbon Dioxide Emissions: The Case Of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2599-2608.
- Aksu, C. (2011). *Güney Ege Bölgesi (Aydın-Denizli-Muğla) Yenilenebilir Enerji Çalışma Raporu*. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı (GEKA).
- Aktaş, M. (2006). Türkiye’de Sermaye Piyasasının Gelişme Trendi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Dergisi*, 55, 47-54.
- Altıntaş, H. (2013). Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 263-294.
- Arı, A., ve Zeren, F. (2011). CO2 Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 18(2), 37-47.
- Arıkan, Y., ve Özsoy, G. (2008). *A’dan Z’ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi, Bölgesel Çevre Merkezi*, REC Türkiye.
- Aslan, A. (2009). Kişi Başına Karbon Dioksit Emisyon Yanıksama Analizi: 1950-2004, *Ege Akademik Bakış*, 9(4), 1427-1439.
- Aydın, F. F. (2018). Bölüm 10 Enerji ve Kalkınma İlişkisinde Yeni Eğilimler. D. D. Kanberoğlu içinde, *Kalkınma Ekonomisinde Yeni Eğilimler* (s. 285-305). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Aykırı, M., ve Bulut, Ö. U. (2019). Ekonomik Küreselleşme ve Doğrudan Yabancı Yatırımların CO2 Emisyonu Üzerindeki Belirleyiciliği: Türkiye Örneği. *İğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, EK SAYI* (2019), 69-90.
- Batmaz, T., Bayraç, H. N., ve Güllü, M. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 645-658.
- Bayrak, M. R. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Türkiye’de Düşük Karbon Ekonomisi ve Kyoto Protokolü’nün Finansman Kaynakları/Low Carbon Economy and Financial Sources of The Kyoto Protocol for Sustainable Development In Turkey. *Journal of History Culture and Art Research*, 1(4), 266-279.
- Bayramoğlu, A. T., ve Yurtkur, A. K. (2016). Türkiye’de Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 31-46.
- Bedestenci, H. Ç. ve Kara, M. A. (2008). “Sermaye Hareketleri ve Kalkınma”, Kalkınma Ekonomisi Seçme Konular.
- Bekar, N. (2020). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Enerji Jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3(1), 37-54.
- Belis, D., Joffe, P., Kerremans, B., & Qi, Y. (2015). China, the United States and the European Union: Multiple Bilateralism And Prospects For A New Climate Change Diplomacy. *Carbon & Climate Law Review*, 9(3), 203-218.
- Benli, M. (2020). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Karbon Emisyonu ve İktisadi Büyüme: Veriye Dayalı Bir Analiz. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 35-59.

- Birdsall, N., & Wheeler, D. (1993). Trade Policy And Industrial Pollution In Latin America: Where Are The Pollution Havens?, *The Journal of Environment & Development*, 2(1), 137-149.
- Bozkurt, K., ve Yanardağ, Ö. (2017). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme: Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Panel Eşbütünleşme Analizi. *Journal of Management & Economics Research*, 15(1).
- Bozlağan, R. (2005). Sürdürülebilir Gelişme Düşüncesinin Tarihsel Arka Planı. *In Journal of Social Policy Conferences* No. 50, pp. 1011-1028, Istanbul University.
- Bruvold, A., & Medin, H. (2003). Factors Behind The Environmental Kuznets Curve. A Decomposition Of The Changes In Air Pollution. *Environmental and Resource Economics*, 24, 27-48.
- Bulut, R. (2018). Dünyada Enerji Kaynakları ve Enerjide Söz Sahibi Ülkeler. *Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi Ayrıntı*, 6(67), 69-74.
- Çabuk, B., ve Karacaoğlu, Ö., C. (2003). Üniversiteli Öğrencilerin Çevre Duyarlılıklarının İncelenmesi. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 36(1), 189-198.
- Çetin, M., ve Sezen, S. (2018). Türkiye'de Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Karbondioksit Salınımı Arasındaki İlişki: Bir Svar (Yapısal Var) Analizi. *Journal of Management and Economics Research*, 16(1), 136-157.
- Çetintaş, H., Bicil, İ. M., ve Türköz, K. (2016). Türkiye'de CO2 Salınımları Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (619), 57-67.
- Çetintaş, H., Bicil, İ. M., ve Türköz, K. (2017). Türkiye'de Enerji Üretiminde Fosil Yakıt Kullanımı ve CO2 Emisyonu İlişkisi: Bir Senaryo Analizi (No. 2017-002, pp. 1-12). *Econ World Working Paper Series*.
- Çevre ve Orman Bakanlığı (2023), *Yutak Alanlar ve Karbon Tutumları*, Ankara, <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/yutak-alanlar-ve-karbon-tutumları-i-85723> (Erişim Tarihi: 12.12.2023).
- Çoban, O. ve Kılınc, Ş. N. (2015). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(38), 195-208.
- Dertli, G., & Yınaç, P. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emisyonu, Enerji İthalatı ve Ekonomik Büyüme: Türkiye örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(2), 583-606.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root, *Econometrica*, 49, 1057-1072.
- Diñer, F., Atik, İ., Yılmaz, Ş., ve Çıngı, A. (2017). Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8(3), 555-561.
- Doğan, M. E. (2018). Küresel Kamusal Mal Kapsamındaki Hava Kirliliğine Neden Olan Etkenlerin Havacılık Sektörü Odaklı İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(13), 142-156.
- Doğanay, H. (1998). *Ekonomik Coğrafya-2 Enerji Kaynakları* (Genişletilmiş 2. Baskı). Erzurum: Şafak Yayın Evi.
- Dulkadiroğlu, H. (2018). Türkiye'de Elektrik Üretiminin Sera Gazı Emisyonları Açısından İncelenmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 67-74.
- Dünya Bankası. (2023). *Veri Bankası*. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>, (Erişim Tarihi:12.03.2024).

- Enerji Atlası. (2023). *Güneş Enerji Santralleri*. <https://www.enerjiatlası.com/gunes/>, (Erişim Tarihi: 01.04.2023).
- Enerji Atlası. (2023). *Hidroelektrik Santralleri*. <https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/>, (Erişim Tarihi: 10.02.2023).
- Enerji Atlası. (2023). *Türkiye HES Haritası [Harita]*. <https://www.enerjiatlası.com/hes-haritasi/turkiye>, (Erişim Tarihi: 10.02.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Elektrik*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>, (Erişim Tarihi: 22.10.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Biyokütle*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle>, (Erişim Tarihi: 20.10.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Doğal Gaz*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-dogalgaz>, (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Güneş*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>, (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Hidrolik*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-hidrolik>, (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Jeotermal*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal>, (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Petrol*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-petrol>, (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Rüzgâr*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar>, (Erişim Tarihi: 20.09.2023).
- Erçakar, M. E., ve Güvenoğlu, H. (2018). Doğrudan Yabancı Yatırımların İşsizlik Üzerine Etkisi: Türkiye Uygulaması (1980-2016). *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (ICEESS'18), 349-356.
- Erdinç, Z. ve Günsoy, G. (2013). "İktisadi Büyüme Kavramı", *İktisadi Büyüme*, (Ed.). Anadolu Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 2898, ss. 2-27.
- Erdinç, Z., ve Aydınbaş, G. (2020). Yüksek Teknoloji Ürünleri İhracı ve Belirleyicileri: Panel Veri Analizi. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 6(30), 496-507.
- European Commission. (2023). *Avrupa Yeşil Mutabakatı*. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/story-vonder-leyen-commission/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/story-vonder-leyen-commission/european-green-deal_en) (Erişim Tarihi: 10.05.2024).
- Gökçe, C. (2014). Önemli Bir Enerji Girdisi Olan Petrolün Ekonomik Kalkınma Sürecindeki Rolü. *AKÜ İİBF Dergisi*, 16(1), 143-153.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ., ve Evcimen, T. U. (2012). Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış. *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 471(57), 2012-1.
- Görgün, S. (2012). "İktisadi Gelişme ve Gelişme İktisadı", *İÜ İktisat Fakültesi Maliye Araştırma Merkezi Konferansları Dergisi*, Prof. Dr. Memduh YAŞA’ya Armağan, 34, 55-65.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement (No. W3914)*, National Bureau of Economic Research.
- Haller, A. P. (2012). "Concepts of Economic Growth and Development Challenges of Crisis and of Knowledge", *Economy Transdisciplinarity Cognition*, 15(1), 66-71.
- He, J., & Richard, P. (2010). Environmental Kuznets curve for CO2 in Canada. *Ecological Economics*, 69(5), 1083-1093.
- International Energy Agency (IEA) (2004). *Enerji Sistemi*, <https://www.iea.org/energy-system>, (Erişim tarihi: 25.12.2023).

- Johansen, S. & Juselius, K. (1990). Maximum Likelihood Estimation And Inference On Co-integration: With Application To The Demand For Money, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2),169-210.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of co-integrating vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.
- Karaaslan, A., ve Aydın, S. (2020). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Çok Kriterli Karar Verme Araştırması ile Değerlendirilmesi: Türkiye Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 34(4), 1351-1375.
- Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12.
- Karakaya, E., ve Özçağ, A. G. M. (2001). Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi. *In First conference in fiscal policy and transition economies, University of Manas*, 1-7.
- Karakaya, E., ve Özçağ, A. G. M. (2003). Türkiye Açısından Kyoto Protokolü'nün Değerlendirilmesi ve Ayırıştırma (Decomposition) Yöntemi ile Co2 Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi. *In METU International Conference in Economics VII*, 1-31.
- Kavcıoğlu, Ş. (2015). *Enerji Sektöründe Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi*. İstanbul: Türkmen.
- Kazanasmaz, E., Demirel, B. L., Karatepe, S., ve Hızarcı, A. E. (2023). Ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve karbon emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, 6(2), 248-265.
- Keleş, S., ve Bilgen, S. (2012). Renewable Energy Sources In Turkey For Climate Change Mitigation And Energy Sustainability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 5199-5206.
- Kıvılcım, İ. (2015). Paris Notları–II Kyoto'dan Farkı; Daha Esnek Bir İklim Rejimi Geliyor: Paris Anlaşması ve Türkiye'nin Konumu (1-8, Rapor No. 172). İktisadi Kalınma Vakfı.
- Koç, E., ve Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.
- Külünk, İ. (2018). Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Karbon Salınımı İlişkisi: Engle-Granger Eşbütünlük Analizi (1960-2013). *Journal of Management and Economics Research*, 16(1), 193-205.
- Mercan, M., ve Karakaya, E. (2013). Sera Gazı Salımının Azaltımında Alternatif Politikaların Ekonomik Maliyetlerinin İncelenmesi: Türkiye İçin Genel Denge Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (42), 123-159.
- Öcal, T., Çolak, Ö. F., Togay, S., ve Eser, K. (1997). *Para Banka Teori ve Politika*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Önder, S., ve Ocak, R. Ö. (2018). Sürdürülebilir Enerji Kaynaklarının Avantajları. *Uluslararası Yeşil Başkentler Kongresi Kitabı* (s. 901-907).
- Özel, M., ve Kılıç, S. (2006). Küresel Bir Sorun Olarak İklim Değişikliği ve İklim Politikaları. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (34), 137-169.
- Özgüven, A. (1988). *İktisadi Büyüme İktisadi Kalkınma Sosyal Kalkınma Planlama ve Japon Kalkınması*, (Birinci Baskı), İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Özman, K. ve Karadaş, H, A. (2023). Yenilenebilir Enerji, Ekonomik Büyüme ve CO2 Salınımını Arasındaki İlişki. *Uluslararası Güncel Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 38-45.
- Özpolat, A., ve Nakipoğlu Özsoy, F. (2021). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Çevresel Bozulmayı Azaltıyor Mu? Türkiye Örneği. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 13(24), 49-60.

- Pamir, N. (2016). *Doğu Akdeniz Enerji Kaynaklarının Küresel ve Bölgesel Enerji Kaynaklarının Küresel ve Bölgesel Önemi: Geleceğe Bakış*. TMMOB-Petrol Mühendisleri Odası, 21.
- Park, J. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica*, 60, 119-143.
- Pata, U. K., ve Yurtkuran, S. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Nüfus Yoğunluğu ve Finansal Gelişmenin CO2 Salımına Etkisi: Türkiye Örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 303-318.
- Paul, J., & Jadhav, P. (2020). Institutional Determinants of Foreign Direct Investment Inflows: Evidence From Emerging Markets. *International Journal of Emerging Markets*, 15(2), 245-261.
- Phillips, P. & Hansen, B. (1990). Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I(1) Processes, *Review of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Phillips, P. & Perron, P. (1988). Testing for a Unit Root in Time Series Regression, *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rogner, HH, Aguilera, RF, Bertani, R., Bhattacharya, C., Dusseault, MB, Gagnon, L., & Yakushev, V. (2012). Enerji Kaynakları ve Potansiyelleri, 425-512.
- Saikkonen, P. (1992). Estimation and testing of cointegrated systems by an autoregressive approximation, *Econometric Theory*, 8, 1-27.
- Sever, E. (2019). *Türkiye’de Enerji Tüketiminin Kamu Sağlık Harcamaları Üzerinde Etkisi*. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi), Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Shi, A. (2001). *Population Growth and Global Carbon Dioxide Emissions*. IUSSP Conferance in Brazil/Session-s09,1-36.
- Stock, J., & Watson, M. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems, *Econometrica*, 61(4), 783-820.
- Şahin, D. (2018). Asya Ülkelerinde Co2 Emisyonu, Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları, Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi. *Journal Of Management And Economics Research*, 16(3), 210-218.
- Şaşmaz, M. Ü., ve Yayla, Y. E. (2018). Ekonomik Kalkınmanın Belirleyicilerinin Değerlendirilmesi: Ekonomik Faktörler. *International Journal of Public Finance*, 3(2), 249-268.
- Şen, Y. (2009). *Hazar’ın Kanı Orta Asya’nın Petrolle Yazılan Tarihi* (1. Baskı). İstanbul: Doğan Egmont Yayıncılık ve Yapımcılık Tic. A. Ş.
- Şenol, Ü. (2017). *Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini*, (Yüksek Lisans Tezi), Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.
- Tamzok, N. (2005). Kömür Rezervlerine Sahip Ülkelerde Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynakların Seçimi ve Türkiye’nin Konumu. *TMMOB Türkiye V. Enerji Sempozyumu*, 21-23.
- Topal, M., ve Arslan, E. I. (2008). Biyokütle Enerjisi ve Türkiye. *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 241-248.
- Turan, A., ve Güler, M. (2013). Türkiye’de Sürdürülebilir Çevre Politikaları: İklim Değişikliği Örneği Sustainable Environmental Policy in Turkey: Climate Change Case.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2023). *Elektronik Veri Dağıtım Sistemi*. <https://evds2.tcmb.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 02.03.2024)
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı. (2023). *Türkiye’nin Uluslararası Enerji Stratejisi*. [https://www.mfa.gov.tr/turkiye\\_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa](https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa) (Erişim Tarihi: 02.01.2023).

- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı. (2023). *Türkiye'nin Uluslararası Enerji Stratejisi*. [https://www.mfa.gov.tr/turkiye\\_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa](https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa), (Erişim Tarihi: 02.01.2023).
- Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi. (2023). *Türkiye Elektrik İstatistikleri*. <https://www.teias.gov.tr/sayilarla-elektrik-iletimi>, (Erişim Tarihi:01.10.2024).
- Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi. (2023).*Türkiye Kurulu Güç Raporları*. <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari>, (Erişim Tarihi:01.10.2024).
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672&dil=1>, (Erişim Tarihi: 01.04.2023).
- Uluslararası Enerji Ajansı. (2023). *Emisyon İstatistikleri*. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data->, (Erişim Tarihi: 01.05.2023).
- Ülgener, S. F., (1991). *Milli Gelir, İstihdam ve İktisadi Büyüme*, (Yedinci Baskı), İstanbul, Dergi Yayınları.
- Üstün, A. K., Apaydın, M., Filik, Ü. B., ve Kurban, M. (2009). Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 23-28.
- Yakıncı, Z. D., ve Kök, M. (2017). Yenilenebilir Enerji ve Toplum Sağlığı. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*. 5(1), 43-55.
- Yapraklı, S. ve Yurttaçıkamaz, Z.Ç. (2012), Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(2), 195-215.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. (2023). *Yenilenebilir Enerji*. <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>, (Erişim Tarihi: 06.07.2023).
- Yeri, M. B. S., ve Kibritçiöğlü, A. (1998). İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme. *AÜ Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 53(1-4), 207-230.
- Yerlikaya, A., ve Tunalı, D. H. (2021). *Enerji Tüketimi ve Karbon Salınımının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, H. H. (2019). Yenilenebilir Enerji Yatırımlarındaki Teşviklerin Yatırım Performansları Üzerine Etkisi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 330-345.
- Yıldız, M. (2023). Türkiye'nin Karbon Nötrlüğü Hedefinde Ekonomik Faktörlerin Rolü. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 102-129.
- Yılmaz, A. (2012). *Türkiye'de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Zugravu Soilita, N. (2017). How Does Foreign Direct Investment Affect Pollution? Toward A Better Understanding Of The Direct And Conditional Effects. *Environmental And Resource Economics*, 66, 293-338.